

André Felipe Barreto-Lima  
Marcelo Renan de Deus Santos  
Yhuri Cardoso Nóbrega

# TRATADO DE CROCODILIANOS DO BRASIL



 **IMD**  
INSTITUTO MARCOS DANIEL



André Felipe Barreto-Lima  
Marcelo Renan de Deus Santos  
Yhuri Cardoso Nóbrega

TRATADO DE  
**CROCODILIANOS**  
**DO BRASIL**

## **Tratado de Crocodilianos do Brasil**

André Felipe Barreto-Lima, Marcelo Renan de Deus Santos e Yhuri Cardoso Nóbrega.

1a. edição. Editora: Instituto Marcos Daniel.

Editores e revisores: André F. Barreto-Lima, Marcelo R. de Deus Santos e Yhuri C. Nóbrega.

Idealizadores e coordenadores: Marcelo R. de Deus Santos e Yhuri C. Nóbrega.

Coordenador e supervisor editorial: André F. Barreto-Lima.

Diagramadora e capista: Paloma de Souza Martins.

Capa: Leonardo Merçon/Instituto Últimos Refúgios (imagem: jacaré-do-Pantanal, *Caiman yacare*, Corumbá - MS, 2017).

### Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

---

T776 Tratado de Crocodilianos do Brasil [recurso eletrônico] / André Felipe Barreto-Lima, Marcelo Renan de Deus Santos, Yhuri Cardoso Nóbrega (editores). - Dados eletrônicos. - Vitória, ES : Instituto Marcos Daniel, 2021.  
641 p. : il.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-89669-06-7

Modo de acesso: [www.imd.org.br](http://www.imd.org.br)

1. Crocodilianos. 2. Zoologia. 3. Ecologia. 4. Medicina veterinária. 5. Conservação ambiental. 6. Brasil. I. Barreto-Lima, André Felipe, 1975-. II. Santos, Marcelo Renan de Deus, 1972-. III. Nóbrega, Yhuri Cardoso, 1991-.

CDU: 577

REALIZAÇÃO



# DEDICATÓRIA

Dedicamos esta importante obra, em especial, a todos os cientistas e conservacionistas, heróis resilientes do bem comum, que ajudam a conduzir a sociedade na direção de um futuro mais justo, harmônico e respeitoso com todos os seres deste planeta.

## APOIO



\* Os editores e representantes do Instituto Marcos Daniel declaram que utilizaram meios disponíveis para garantias de respeito aos direitos autorais e de uso de imagens. E informam que os conteúdos dos capítulos é de responsabilidade total e exclusiva dos seus respectivos autores, não expressando necessariamente a opinião dos editores da obra e dos representantes do IMD.

# AGRADECIMENTOS

Oportunamente, manifestamos a nossa imensa gratidão pela colaboração de todos – autores-pesquisadores e diagramadora – envolvidos na construção desse importante livro.

# EDITORES



**André Felipe Barreto Lima** é biólogo (UFBA), MSc. em Biologia e Comportamento Animal (UFJF) e Dr. em Ecologia (UFRGS). Realizou Pós-Doutoramentos em Ecologia e Zoologia (UnB). Atua em ciência cidadã, herpetologia, conservação animal e ecologia, com foco em modelagem de distribuição, nicho ecológico de espécies e ecomorfologia (Squamata e crocodilianos). É pesquisador bolsista PCI do Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA (Santa Teresa/ES), pesquisador associado do Instituto Marcos Daniel – IMD (Vitória/ES) e consultor ambiental em monitoramentos de fauna (crocodilianos). [afblima1@gmail.com](mailto:afblima1@gmail.com)



**Marcelo Renan de Deus Santos** é médico veterinário (UFV), MSc. em Biologia Animal (UFES) e Dr. em Ecologia de Ecossistemas (UVV). Trabalha com ecotoxicologia, patologia clínica veterinária e medicina da conservação, com foco em crocodilianos e quelônios marinhos. É presidente do Instituto Marcos Daniel – IMD (Vitória/ES). [marcelo@institutomarcosdaniel.org.br](mailto:marcelo@institutomarcosdaniel.org.br)



**Yhuri Cardoso Nóbrega** é médico veterinário, MSc. em Ciência Animal e Dr. em Ecologia de Ecossistemas (UVV). Atua em biologia da conservação, ecologia de doenças e populações, educação ambiental, difusão científica, gestão de programas de conservação, medicina da conservação e saúde animal, com foco em crocodilianos. É diretor do Instituto Marcos Daniel – IMD (Vitória/ES), coordenador do Projeto Caiman, membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group* (CSG – Brasil) e docente do Curso de Medicina Veterinária da FAESA (Vitória/ES). [yhuri@institutomarcosdaniel.org.br](mailto:yhuri@institutomarcosdaniel.org.br)



# COLABORADORES

**Adriano Bauer Costa da Silva** é médico veterinário (UNIFEOB) com aprimoramento profissional (Instituto Butantan – IB/SP), Especialista em Endocrinologia e Metabologia de Pequenos Animais (Instituto Qualittas de Pós-Graduação) e mestrando do PPG em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres (FMVZ/USP). Trabalha com medicina veterinária de animais selvagens, ênfase em clínica, patologia e reprodução de anfíbios, peixes, répteis, resgate de fauna e em licenciamento ambiental. É pesquisador do Laboratório de Biologia Estrutural (IB/SP) e proprietário das empresas Amazoo Clinlab, Amazoo *Pets* e Amazoo Consultoria Ambiental. [adrianobauer3@gmail.com](mailto:adrianobauer3@gmail.com)

**Alex Augusto Abreu Bovo** é biólogo, MSc. e Dr. em Recurso Florestais (ESALQ – USP). Trabalha com modelagem de distribuição de espécies de aves, com foco na Mata Atlântica e ciência cidadã. É *helper* do *Conservation Planning Specialist Group (CPSG Brasil) – IUCN*. [alex\\_bovo@hotmail.com](mailto:alex_bovo@hotmail.com)

**Aline del Carmen Garcia Lopes** é médica veterinária (UFF), Especialista em Clínica Médica e Cirurgia de Felinos (Instituto Qualittas de Pós-Graduação) e em Emergência e Terapia Intensiva Veterinária (UNIP), MSc. em Ciência Animal (UVV) e doutoranda em Ciências Veterinárias (*Universidad Austral de Chile*). [aline\\_garcia@yahoo.com.br](mailto:aline_garcia@yahoo.com.br)

**André Yves** é biólogo (UFJF) e mestrando em Ecologia (INPA). Possui experiência em ecologia e zoologia, atuando em pesquisas sobre ecologia e evolução da herpetofauna neotropical e ecologia populacional e conservação de crocodilianos. É membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)*. [andreyves7@gmail.com](mailto:andreyves7@gmail.com)

**Anilma Sampaio Cardoso** é zootecnista (UESB), MSc. em Zootecnia (UFPB) e Dra. em Ciência Animal (UESC). Atualmente, realiza Pós-Doutoramento (UFSB) na área de produção animal. Atua como pesquisadora nas áreas de produção e nutrição de animais não ruminantes e como membro do Grupo de Pesquisa de Produção e Nutrição Animal (UFSB). [anilma5@hotmail.com](mailto:anilma5@hotmail.com)

**Bárbara Nedelly Mello Silva** é bióloga (IFES – Santa Teresa/ES). Possui experiência nas áreas de educação ambiental e difusão científica aplicada à conservação da Mata Atlântica. Atualmente, é coordenadora de educação ambiental do Projeto Caiman (Vitória – ES), trabalhando em diferentes atividades aplicadas à conservação dos jacarés brasileiros. [barbara@institutomarcosdaniel.org.br](mailto:barbara@institutomarcosdaniel.org.br)

**Barthira Rezende de Oliveira** é bióloga (UNIFRAN), Pós-Graduanda do Curso de Especialização em Geoprocessamento Aplicado (IFNMG). Atualmente, trabalha em pesquisas sobre biologia, ecologia e conservação de jacarés amazônicos, com foco em monitoramento comunitário. barthirabio@gmail.com

**Boris Marioni** é biólogo e MSc. em Ciências pela *Universidade de Neuchâtel (UNINE, Suíça)*, Especialista em Eco-etologia de Vertebrados e Dr. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior (INPA, Brasil). Trabalha com ecologia, com ênfase em etologia, comércio de fauna, manejo sustentável e comunidades ribeirinhas do Amazonas. É membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)*. borispcca@gmail.com

**Carolina Ortiz Rocha da Costa** é bióloga (UMC), MSc. em Recursos Florestais (ESALQ – USP) e Dra. em Ecologia Aplicada (Interunidades – USP). Trabalha com ecologia de comunidades, modelagem de distribuição de espécies, priorização espacial e avaliação de risco de extinção de anfíbios. É *helper* do *Conservation Planning Specialist Group (CPSG – Brasil) – IUCN*. costa\_cor@yahoo.com.br

**Christine Strüssmann** é médica veterinária (UFRGS), Especialista em Zoologia e Sistemática (PUCRS), MSc. em Ecologia (UNICAMP) e Dra. em Zoologia (PUCRS). Realiza pesquisas com taxonomia, sistemática, ecologia e conservação de anfíbios e répteis. É professora associada da graduação, na Faculdade de Medicina Veterinária e dos PPGs em Ecologia e Conservação da Biodiversidade e em Zoologia, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). chrstrussmann@gmail.com

**Cristina Zampa Sanchez** é bióloga (UFSCar – São Carlos), Especialista em Educação Ambiental (Instituto Superior de Educação de Afonso Cláudio – CESAP). É professora do Ensino Fundamental na Escola Serrana de Ensino Fundamental, Serra/ES. Atua como voluntária do Instituto Últimos Refúgios (Vitória/ES), em atividades de educação ambiental voltadas à conservação da biodiversidade e sensibilização ambiental. cris.zampa38@gmail.com

**Diogo de Lima Franco** é zootecnista (UFRPE), MSc. em Administração e Desenvolvimento Rural (UFRPE). Atua na área de produção e conservação animal, com foco em análise de cadeias produtivas, manejo de fauna e conflitos entre seres humanos e fauna. É coordenador do Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSMM. diogo.franco@mamiraua.org.br

**Diogo Dutra Araújo** é biólogo e MSc. em Biologia (UNISINOS). Trabalha com sustentabilidade corporativa e de cidades, interesse em ecologia urbana, manejo e conservação de fauna, interações e conflitos entre animais e humanos. Proprietário e responsável técnico da KHAMAI – Gestão

de Recursos Naturais, atuando em consultoria ambiental e sustentabilidade. É pesquisador associado do Criadouro Conservacionista de Animais Silvestres Arca de Noé e do Instituto Boitató (RS), atuando na conservação de crocodilianos do Brasil. É professor de ciências naturais na rede de ensino da Prefeitura de Novo Hamburgo/RS. [khamai.eco@gmail.com](mailto:khamai.eco@gmail.com)

**Ednilza Maranhão dos Santos** é bióloga licenciada (UFRPE), MSc. em Biologia Animal (UFPE), Dra. em Psicobiologia: Ecologia Comportamental (UFRN) e realizou Pós-Doutoramento em Etnobiologia e Conservação da Natureza: Etnobiologia Aplicada e Cientometria (UFPE). É professora associada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e coordenadora do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR), investigando aspectos relacionados à ecologia e conservação de crocodilianos no Estado de Pernambuco. [ednilzamaranhão@gmail.com](mailto:ednilzamaranhão@gmail.com)

**Emy Hiura** é médica veterinária (UVV), Especialista em Laboratório de Patologia Clínica Veterinária: Hematologia (Universidade Camilo Castelo Branco – Instituto Qualittas de Pós-Graduação) e MSc. em Ciência Animal (UVV). Trabalha com patologia clínica veterinária de animais domésticos e selvagens. É professora do Curso de Medicina Veterinária (UVV). [emyhiura@hotmail.com](mailto:emyhiura@hotmail.com)

**Eric Brown** é biólogo (*Pennsylvania State University, USA*) e MSc. em Ecologia (*New Mexico Highlands University, USA*). Seus interesses de pesquisa incluem a dinâmica populacional da herpetofauna em paisagens variadas. [ebrownrma@gmail.com](mailto:ebrownrma@gmail.com)

**Fábio Lima Muniz** é biólogo (UFAM), MSc. e Dr. em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (INPA). Atualmente, realiza Pós-Doutoramento vinculado ao PPG em Zoologia (UFAM) e ao Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) da Rede Rio Doce Mar (RRDM). É pesquisador e desenvolve estudos de conservação de vertebrados neotropicais, evolução e filogeografia, com especial interesse em crocodilianos. [fabio.lmuniz@gmail.com](mailto:fabio.lmuniz@gmail.com)

**Fabricia Modolo Girardi** é médica veterinária (UFV), MSc. em Medicina Veterinária e doutoranda em Medicina Veterinária (UFV). Trabalha com patologia clínica veterinária de animais domésticos e selvagens. [fabriciamgirardi@gmail.com](mailto:fabriciamgirardi@gmail.com)

**Fernanda de Toledo Vieira** é médica veterinária, MSc. em Medicina Veterinária (UFV) e Dra. (Núcleo de Doenças Infecciosas – UFES). Tem experiência nas áreas de patologia dos animais domésticos e silvestres, citologia, histologia, citopatologia e patologia aviária. É professora e patologista da Universidade Vila Velha (UVV). [fetvieira@uvv.br](mailto:fetvieira@uvv.br)

**Fernanda Pereira Silva** é bióloga (UEA), MSc. em Comportamento e Biologia Animal (UFJF). Atua em pesquisas voltadas à biologia, ecologia, conservação e manejo de jacarés na Amazônia. É bolsista PCI-D no Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM. fesilpe@yahoo.com

**Francisco Villamarín** é biólogo (*Pontificia Universidad Católica del Ecuador*), MSc. e Dr. em Ecologia (INPA, Brasil). Ecólogo de ecossistemas e organismos aquáticos, com foco e experiências em jacarés amazônicos. É professor e pesquisador da *Universidad Regional Amazónica Ikiam* (Equador), coordenador do Grupo de *Biogeografía y Ecología Espacial (BioGeoE2)* e diretor de Pós-Graduação na mesma instituição. É membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG)*. fco.villamarin@gmail.com

**Gianmarco Rojas Moreno** é médico veterinário (UDESC – Brasil), Especialista em Conservação de Fauna Silvestre e MSc. em Ciências Veterinárias – *Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia (Universidad Peruana Cayetano Heredia – UPCH, Peru)*. É professor principal dos cursos de Medicina e Manejo de Fauna Silvestre, Clínica de Animais Exóticos e Anestesiologia de Animais Domésticos e Silvestres da *Universidad Científica del Sur – UCSUR/URP (Peru)*. Atua como médico veterinário no *Parque Zoologico Huachipa, Ate/Lima, Peru*. gianmarco.rojas@urp.edu.pe

**Gustavo Bauer** é médico veterinário (UNIFEOB). Trabalha com medicina veterinária de animais selvagens, com ênfase em clínica, cirurgia, patologia e diagnóstico por imagem de anfíbios, peixes, répteis, resgate e monitoramento de fauna. É proprietário das empresas AMAZOO ClinLab, Amazoo *Pets* e Amazoo Consultoria Ambiental. bauer\_gustavo@yahoo.com.br

**Hassan Jerdy Leandro** é médico veterinário, MSc. e Dr. em Ciência Animal (UENF). Trabalha com patologia de animais domésticos, de laboratório, marinhos e silvestres, com ênfase em aves, quelônios e cetáceos. Atualmente, realiza Pós-Doutorado no Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA/UENF) e é pesquisador colaborador do Projeto Caiman – IMD (Vitória/ES). hjerdy@hotmail.com

**Iago Silva Ornellas** é biólogo, Bel. e licenciado, MSc. em Biologia Animal e doutorando em Biologia Animal (UFES). É membro do Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia (LAMAB) e pesquisador colaborador do Projeto Caiman – IMD (Vitória/ES), trabalhando com conservação e genética de herpetofauna, com ênfase em crocodilianos. iago.ornellas@yahoo.com

**Igor da Cunha Lima Acosta** é médico veterinário (UVV), MSc. e Dr. em Ciências (FMVZ – USP). Trabalha com medicina veterinária preventiva, atuando em doenças parasitárias, diagnóstico, epidemiologia e controle das zoonoses e infecciosas, ênfase em taxonomia,

diagnóstico molecular e sorológico de parasitas. É pesquisador do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática na Área Ambiental I Rede Rio Doce Mar/RRDM – FURG e do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal (VPS/FMVZ – USP). igorclacosta@gmail.com

**Igor Joventino Roberto** é biólogo (UFC), MSc. em Bioprospecção Molecular (URCA), Dr. em Zoologia (UFAM). Investiga a história evolutiva e a delimitação de espécies no gênero *Caiman*. Atualmente, realiza Pós-Doutoramento em Zoologia na Universidade Federal do Ceará (UFC), desenvolvendo pesquisas sobre herpetologia e conservação de anfíbios e répteis. igorjoventino@yahoo.com.br

**Izeni Pires Farias** é bióloga (UFAM), MSc. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior (INPA) e Dra. em Ciências Biológicas: Genética Molecular (UFPA). Realizou o Pós-Doutoramento em Genética Animal (*Brigham Young University – BYU, USA*). Possui experiência na área de genética, com ênfase em genética animal, genética de populações, genética da conservação e ecologia molecular, focando em questões relacionadas aos vertebrados da Amazônia. É professora titular da UFAM e bolsista de Produtividade em Pesquisa 1D do CNPq. izeni@evoamazon.net

**Jessica Rhaiza Mudrek** é bióloga (UNIVAG), MSc. e Dra. em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (UFMT). Realiza pesquisas abordando ecologia, conservação, comportamento, genética e citogenética de crocodilianos, com foco em ambientes urbanos. jessicamudrek@gmail.com

**Jesús Antonio Rivas** é biólogo (*Universidad Central de Venezuela*), Dr. em Ecologia e Biologia Evolutiva (*University of Tennessee, USA*). Realiza pesquisas sobre bio-história de répteis na América Latina, incluindo estudos de longo prazo na biologia da anaconda verde. É professor titular no Departamento de Biologia da *New Mexico Highlands University (Las Vegas, New Mexico, USA)*. rivas@nmhu.edu

**Joice Cleide Toga Maciel** é zootecnista (UFAM). Estuda os aspectos comerciais e sanitários do manejo sustentável de jacarés. Atualmente, é bolsista PCI-D do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM. joice.maciell@gmail.com

**José António Lemos Barão-Nóbrega** é biólogo e MSc. em Ecologia Aplicada (Universidade de Aveiro, Portugal) e Dr. em Ciências Biológicas (*University of Salford, United Kingdom*). Trabalha com biologia da conservação, ecologia e genética populacional de anfíbios e répteis, com foco em crocodilianos. É coordenador de biodiversidade no Projeto de Monitoramento de Fauna da *Operation Wallacea*, na Reserva Biosfera *Calakmul (Campeche, México)*, Patrimônio

Mundial da Cultura e Natureza pela UNESCO. [baraoonobrega@gmail.com](mailto:baraoonobrega@gmail.com)

**Jozélia Maria de Sousa Correia** é bióloga, Bel. (UFRPE) e licenciada (UFRRJ), MSc. em Ecologia (UnB) e Dra. em Medicina Veterinária: Higiene e Processamento de Produtos de Origem Animal (UFF). É professora adjunta da UFRPE e coordenadora do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR/UFRPE), investigando aspectos relacionados à ecologia e conservação de crocodilianos no Estado de Pernambuco. É membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)*. [jozeliac@hotmail.com](mailto:jozeliac@hotmail.com)

**Katia Maria Paschoaletto Micchi de Barros Ferraz** é bióloga (UNESP), MSc. em Psicologia Experimental (USP) e Dra. em Ecologia de Agroecossistemas (ESALQ – USP). Trabalha com ecologia animal aplicada, manejo de fauna silvestre, conservação da biodiversidade, modelagem de distribuição de espécies e dimensões humanas. É docente do Departamento de Ciências Florestais (ESALQ – USP). Coordena o Laboratório de Ecologia, Manejo e Conservação de Fauna Silvestre (LEMaC) e orienta nos PPGs em Recursos Florestais (PPGRF) e em Ecologia Aplicada (PPGI – EA). É membro do *Conservation Planning Specialist Group (CPSG – Brasil) – IUCN* e do Instituto Pró-Carnívoros. [katia.ferraz@usp.br](mailto:katia.ferraz@usp.br)

**Laura Verrastro** é bióloga (*Universidad de La Republica Oriental Del Uruguay*), MSc. em Ecologia (UFRGS) e Dra. em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar). Trabalha com herpetofauna, ênfase em biologia, ecologia e história natural, com foco em lagartos, atuando em estudos de comportamento reprodutivo, dieta, dinâmica populacional, ecologia termal, filogeografia e espécies ameaçadas de extinção e restritas a biomas e ecossistemas do sul do Brasil. É professora titular do Instituto de Biociências do Departamento de Zoologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ministrando aulas e orientando na graduação e pós-graduação. [lauraver@ufrgs.br](mailto:lauraver@ufrgs.br)

**Leandro Abreu da Fonseca** é médico veterinário (UVV), MSc. em Medicina Veterinária (UNESP – Botucatu) e Dr. em Biologia Animal (UFES). Trabalha com patologia clínica veterinária de animais domésticos e selvagens, com ênfase em hematologia, bioquímica sérica e urinária e proteínas inflamatórias de fase aguda. É professor do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e membro da *American Society for Veterinary Clinical Pathology (USA)*. [leandroabreu@ufv.br](mailto:leandroabreu@ufv.br)

**Leonardo Lima Gorza** é médico veterinário com Especialização em Patologia Animal (UVV). Atualmente, é mestrando do Curso do PPG em Ciência Animal com foco em Patologia Animal (EV – UFMG) e pesquisador colaborador do Projeto Caiman – IMD (Vitória/ES). [leonardo\\_limagorza@hotmail.com](mailto:leonardo_limagorza@hotmail.com)

**Letícia Guerra Aldrigui** é zootecnista (UNESP), MSc. em Ciência e Tecnologia Animal (UNESP), Dra. em Ciência Animal (UESC), com período da pesquisa da tese realizado na *Universität Zürich* (Suíça). Atua nas áreas de nutrição, produção, comportamento e manejo de animais selvagens. [leticiaguerra.zoo@gmail.com](mailto:leticiaguerra.zoo@gmail.com)

**Luís Antônio Bochetti Bassetti** é médico veterinário (UNIFENAS), MSc. em Ecologia de Agroecossistemas e Dr. em Ecologia Aplicada (ESALQ/CENA – USP). Possui experiência em clínica médica e cirúrgica de animais selvagens, com ênfase em medicina de crocodilianos. Atua como consultor em projetos de fauna com foco em conservação, uso sustentável e conflitos humanos x crocodilianos. Atualmente, é pesquisador do Laboratório de Ecologia Isotópica – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP e *Regional Vice Chair from Latin America and the Caribbean IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG)*. [luisbassetti@gmail.com](mailto:luisbassetti@gmail.com)

**Marcos Eduardo Coutinho** é biólogo (UFMG), MSc. em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar) e Dr. em Zoologia (*University of Queensland*, Austrália). Atua em ecologia, com foco em projetos de pesquisa aplicados à recuperação de espécies ameaçadas e ao uso sustentado das espécies de valor econômico. É pesquisador III da EMBRAPA e coordenador do Programa Crocodilianos Brasileiros do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN/ICMBio). É autoridade científica do Brasil na CITES, Grupos Crocodilianos e Quelônios e coordena o Programa de Cooperação Científica ICMBio e UFMG. [marcos.coutinho@icmbio.gov.br](mailto:marcos.coutinho@icmbio.gov.br)

**Mariana Scalon-Luchese** é bióloga, licenciada e Bel., MSc. em Biologia Animal (UFRGS). Desenvolve pesquisas sobre ecologia populacional de *Caiman latirostris* no Estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, é professora de biologia na Educação Básica e banca elaboradora de provas de ciências e biologia para concursos. [marisluchese@hotmail.com](mailto:marisluchese@hotmail.com)

**Max Rondon Werneck** é médico veterinário, MSc. e Dr. em Biologia Geral e Aplicada (UNESP – Botucatu). Possui experiência na área de parasitologia animal de organismos aquáticos, sendo autor e revisor de artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais. Atua como médico veterinário no Instituto BW para Conservação e Medicina da Fauna Marinha e como pesquisador colaborador do Projeto Caiman – IMD (Vitória/ES). [max@bwvet.com.br](mailto:max@bwvet.com.br)

**Melissa Cunha Medina** é bióloga, MSc. em Gestão Ambiental (Universidade Positivo), Pós-Graduada do MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de *Brownfields* (USP). Possui experiência na execução de projetos relacionados a área de gestão de áreas contaminadas. Atualmente, é diretora operacional e sócia da Trial Tecnologia Ambiental Ltda. [melissa.medina@trialambiental.com.br](mailto:melissa.medina@trialambiental.com.br)

**Pablo Ariel Siroski** é bioquímico e Dr. em Ciências Veterinárias (*Universidad Nacional del litoral – UNL*, Argentina). Atua em manejo e conservação de vida silvestre e ecotoxicologia, com foco em crocodilianos. Desenvolve e orienta pesquisas no *Laboratorio de Ecología Molecular Aplicada, Instituto de Ciencias Veterinarias del Litoral (ICiVet-Litoral/UNL-CONICET)*, Esperanza, Santa Fe, Argentina. É pesquisador do *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*, Argentina) e *Regional Chair from Latin America and the Caribbean – IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG)*. pablo.siroski@icivet.unl.edu.ar

**Paulo Braga Mascarenhas Júnior** é biólogo, MSc. em Saúde Humana e Meio Ambiente (UFPE) e doutorando do PPG em Biologia Animal (UFPE). Trabalha com ecologia e conservação de crocodilianos no Estado de Pernambuco. É professor associado do Núcleo de Biologia do Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA), membro da *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)* e pesquisador colaborador do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR/UFRPE). paulobragam16@gmail.com

**Paulo Quadros de Menezes** é médico veterinário (UFPel), Especialista em Medicina de Animais Silvestres (NURFS/CETAS – UFPel) e MSc. em Biologia Animal (UFPel). Possui experiência em clínica de animais exóticos, *pets* não convencionais e manejo de fauna. pauloquadros.vet@gmail.com

**Paulo Roberto de Jesus Filho** (Marrom) é biólogo (UVV) e Especialista em Gestão de Projetos (ESALQ – USP). É coordenador de projetos de consultoria ambiental da *Econservation*. Atua em estudos de quelônios e crocodilianos no Instituto Marcos Daniel – IMD (Vitória/ES), nos projetos *Chelonia mydas* e *Caiman*. filhoprj@gmail.com

**Pedro Senna Taylor Bittencourt** é biólogo (UFAM), MSc. em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (INPA). Desenvolve pesquisa no Laboratório de Evolução e Genética Animal (LEGAL/UFAM), com ênfase em filogeografia e genética de populações de crocodilianos amazônicos, ciclídeos e caracídeos. pedro\_bittencourt@yahoo.com.br

**Rafael Sá Leitão Barboza** é biólogo (UPE) e MSc. em Desenvolvimento de Processos Ambientais (UNICAP). Possui experiência na Amazônia, pela UFPA e IPAM, aliando o conhecimento científico com o ecológico tradicional em comunidades ribeirinhas, bem como a dinâmica populacional e ecologia reprodutiva de crocodilianos e quelônios aquáticos. É pesquisador do Projeto *GEFMar* na APA Costa dos Corais e do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR/UFRPE), trabalhando com ecologia e conservação de crocodilianos. rafabarboza@gmail.com



**Renato Moyen Florio Yabiku** é médico veterinário (Faculdade de Jaguariúna) e Especialista em Oncologia Veterinária (Universidade Camilo Castelo Branco). Possui experiência nas áreas de medicina veterinária e manejo de animais selvagens. Responsável pelos serviços veterinários do Criatório Jiboias Brasil (Betim – MG), onde trabalha com clínica, cirurgia, reprodução, nutrição e medicina preventiva de serpentes. [renatoflorio@gmail.com](mailto:renatoflorio@gmail.com)

**Ricardo Francisco Freitas-Filho** é biólogo (UNESA), MSc. em Biologia Animal e Comportamento Animal (UFJF) e Dr. em Ecologia e Evolução (UERJ). Trabalha com ecologia comportamental e populacional de jacarés do papo amarelo (*Caiman latirostris*) no Projeto Jacarés Urbanos, no Estado do Rio de Janeiro: Projeto Jacarés Urbanos no Complexo Lagunar de Jacarepaguá e Projeto Jacarés de Juturnaiba Silva Jardim – RJ. É presidente e coordenador do Instituto Jacaré (Rio de Janeiro/RJ) e membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group* (CSG – Brasil). [institutojacare@gmail.com](mailto:institutojacare@gmail.com)

**Robinson Botero-Arias** é biólogo (*Universidad de Antioquia*, Colômbia), MSc. em Ecologia (INPA, Brasil) e doutorando em *Wildlife Ecology and Conservation Department* (*Universidad da Florida*, USA). Especialista em jacarés amazônicos com ênfase em ecologia, conservação e manejo. Experiência em pesquisas com mamíferos aquáticos, quelônios amazônicos e planificação de estratégias de conservação. É pesquisador associado do Programa em Manejo e Conservação de Jacarés do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM e membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group* (CSG). [robin@ufl.edu](mailto:robin@ufl.edu)

**Rodrigo Giesta Figueiredo** é biólogo (UFF), MSc. e Dr. em Ciências Biológicas: Zoologia (Museu Nacional – UFRJ). Realizou Pós-Doutoramento em Biologia Animal (UFES). Trabalha com anatomia comparada, sistemática e paleontologia, com foco em crocodylomorfos. É professor do Departamento de Biologia da UFES (Alegre/ES), pesquisador do Projeto Caiman (IMD), coordenador científico do Projeto Herpeto Capixaba e curador do Museu de História Natural do Sul do Estado do Espírito Santo (MUSES – UFES). [rodrigo.figueiredo@ufes.br](mailto:rodrigo.figueiredo@ufes.br)

**Samuel Hilevski** é biólogo (*Universidad de Carabobo*, Venezuela) e doutorando em Ciências Veterinárias (*Universidad Nacional del Litoral*, Argentina). Trabalha com ecologia, gestão e conservação de populações de *Crocodylus acutus* e *C. intermedius*. Estuda a dieta de *Caiman latirostris* em cativeiro e a relação entre a coloração da pele e as doenças oftalmológicas e da pele. Desenvolve projetos de quimio-sensibilização e comunicação embrionária, comportamento e auto-reconhecimento de *C. latirostris*. É membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group* (CSG – Venezuela). [samyhilevski@gmail.com](mailto:samyhilevski@gmail.com)

**Sandra Marcela Hernández-Rangel** é bióloga (*Universidad Nacional de Colombia*), MSc. em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (INPA, Brasil). Trabalha com ecologia molecular,

genética de populações, evolução e conservação da biodiversidade, com ênfase em crocodilianos e peixes. Atua em pesquisas no Laboratório de Evolução e Genética Animal (LEGAL/UFAM) e no Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) da Rede Rio Doce Mar (RRDM). sandrahdez@gmail.com

**Sérgio Augusto Abrahão Morato** é biólogo, MSc. e Dr. em Zoologia (UFPR). Trabalha com herpetologia, mastozoologia e ensino em gestão ambiental, bem como na coordenação, execução e elaboração de estudos e monitoramentos de flora e fauna, EIA/RIMA e planos de manejo de Unidades de Conservação e programas de conservação de recursos naturais. É consultor sênior da STCP Engenharia de Projetos Ltda., vice-presidente do Instituto de Ciências e Tecnologia em Biodiversidade – ICTBIO e professor convidado do Curso de Especialização/MBA em Gestão Ambiental da UFPR. sergio.a.a.morato@gmail.com

**Sérgio Turra Sobrane Filho** é zootecnista, MSc. em Ciência e Tecnologia Animal (UNESP) e Dr. em Produção Animal (UFLA). Trabalha com sistema de produção animal, nutrição animal e qualidade de carne de crocodilianos. É professor do Curso de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade União Pioneira de Integração Social (UPIS). sergio.sobranefilho@gmail.com

**Thaís Figueiredo Conceição** é bióloga (UFMT) e MSc. em Ecologia e Conservação da Biodiversidade (UFMT). Realiza pesquisas abordando ecologia de população de crocodilianos. thais.conceicao.tco@gmail.com

**Thassiane Targino da Silva** é médica veterinária (UFSC), Especialista em Medicina de Animais Silvestres (NURFS/CETAS – UFPel). Possui experiência em clínica de animais exóticos, *pets* não convencionais e manejo de fauna. thassiane.vet@gmail.com

**Thiago Costa Gonçalves Portelinha** é engenheiro ambiental e MSc. em Ecologia Aplicada (ESALQ/CENA – USP) e Dr. em Ciências Biológicas (*Universidad Nacional de Córdoba*, Argentina). Trabalha com ecologia aplicada, ênfase em manejo de fauna, biologia e conservação de crocodilianos e quelônios sulamericanos. É professor adjunto do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)*. thiagoportelinha@uft.edu.br

**Thiago Fernandes Martins** é médico veterinário (UNIP), Especialista em Enfermidades Parasitárias dos Animais (FMVZ – UNESP, Botucatu), MSc., Dr. e Pós-Doutoramento em Ciências: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses (FMVZ – USP). Atua na medicina veterinária, foco em doenças parasitárias dos animais domésticos e silvestres: sistemática, bioecologia de carrapatos e agentes transmitidos por espécies de importância sanitária. É curador da Coleção Nacional de Carrapatos Danilo Gonçalves Saraiva (FMVZ – USP) e Jovem

Pesquisador (FAPESP) – Superintendência de Controle de Endemias, Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. thiagodogo@hotmail.com

**Thiago Simon Marques** é biólogo e Dr. em Ecologia Aplicada (ESALQ/CENA – USP). Realizou Pós-Doutoramento (CENA – USP) e desenvolveu estágio de pesquisa na *University of Exeter (United Kingdom)*. Trabalha com ecologia aplicada, com foco em ecologia e manejo de animais silvestres, impacto de atividades antrópicas em populações de animais, uso de isótopos estáveis em estudos ambientais e agroecossistemas. É professor adjunto, coordenador do Laboratório de Ecologia Aplicada da Universidade de Sorocaba (UNISO) e orientador do PPG em Ecologia Aplicada (USP). thiagomq@yahoo.com.br

**Tobias Saraiva Kunz** é biólogo, Bel. e licenciado (UFSC), MSc. e Dr. em Biologia Animal (UFRGS). Possui experiência na área de zoologia, com foco em herpetologia, ênfase em sistemática, taxonomia, biogeografia e história natural de répteis e anfíbios. tskunz@gmail.com

**Tomas Hrbek** é bioquímico (*Binghamton University, USA*), Dr. em Ecologia, Evolução e Biologia Populacional (*Washington University in Saint Louis, USA*). Realizou o Pós-Doutoramento na *Universidade de Konstanz (Alemanha)* e na Escola da Medicina da *Washington University in Saint Louis (USA)*. Possui experiência na área de genética e biologia evolutiva, com ênfase em genética animal, atuando em genética da conservação, genética de populações, genética quantitativa, ecologia molecular e sistemática molecular. Atualmente, é pesquisador e professor associado ao Departamento de Genética (UFAM). tomas@evoamazon.net

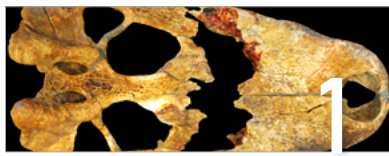
**Yuri Geraldo Gomes Ribeiro** é engenheiro florestal e MSc. em Recursos Florestais (ESALQ – USP). Trabalha com conservação aplicada, modelagem de distribuição de espécies, priorização espacial, ciência dos dados aplicada a redes sociais. É consultor do Projeto Bandeiras e Rodovias (MS) e *helper* do *Conservation Planning Specialist Group (CPSG – Brasil) – IUCN*. yuri.ggribeiro@gmail.com

**Zilca Campos** é engenheira florestal (UFMT), MSc. em Ecologia (INPA) e Dra. em Ecologia, Conservação e Manejo de Animais Silvestres (UFMG). Trabalha com história natural, ecologia e conservação de crocodilianos. Desenvolve estudos sobre a genética da conservação do gênero *Paleosuchus*, com a equipe da UFAM, na avaliação da Lista Vermelha da *IUCN* e no Plano de Ação de Conservação e Pesquisa de *Paleosuchus palpebrosus*, *Paleosuchus trigonatus* e *Caiman yacare*, sendo do membro do *IUCN – SSC Crocodile Specialist Group (CSG – Brasil)*. É pesquisadora da Embrapa Pantanal (Corumbá/MS). zilca.campos@embrapa.br

# SUMÁRIO

Prefácios	21
Apresentação	25

## TEMA 1 Evolução, Sistemática e Taxonomia



Crocodilianos fósseis do Brasil 27

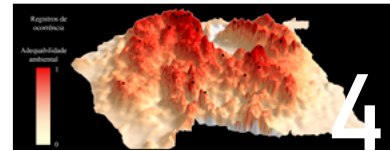


Taxonomia e biologia geral dos crocodilianos do Brasil 60

## TEMA 2 Métodos de Estudo, Ecologia e Comportamento



Introdução a métodos de campo para estudos com crocodilianos 95



Modelagem de distribuição de espécies: Importância, ferramentas e aplicabilidade para conservação 120



Ecologia alimentar dos crocodilianos brasileiros: Hábitos, métodos e perspectivas de estudos 152



Ecologia reprodutiva de crocodilianos da Amazônia 172

### TEMA 3 Produção Comercial



**Crocodilanos: O uso sustentável no Brasil 190**



**Abate de crocodilanos: Legislação, procedimentos e produto final 211**

### TEMA 4 Medicina Veterinária e Saúde de Crocodilanos



**Semiologia e clínica de crocodilanos 233**



**Patologia clínica de crocodilanos brasileiros 257**



**Contenção farmacológica e anestesia em crocodilanos 296**



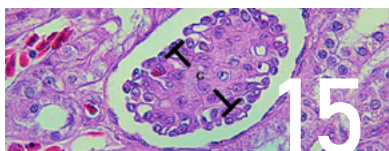
**Ectoparasitas de crocodilanos brasileiros 310**



**Técnicas de necropsia em crocodilanos 328**



**Endoparasitas em crocodilanos brasileiros 350**



**Histologia de crocodilanos 366**

**TEMA 5****Difusão Científica, Educação Ambiental e Etnobiologia**

Educação ambiental: Ações de conservação voltadas aos jacarés 393



Etnozootologia aplicada à conservação de jacarés 425

**TEMA 6****Conservação, Pesquisas e Perspectivas de Estudos**

Pesquisa e conservação de crocodilianos da Região Norte do Brasil 457



Crocodylianos da Região Nordeste do Brasil: Histórico, *status* e estratégias para conservação 498



Pesquisa e conservação de crocodilianos no Centro-Oeste do Brasil 528



Os crocodilianos do Sudeste brasileiro: *Status* de pesquisa e conservação 548



O jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no Sul do Brasil 576



Genética da conservação dos crocodilianos no Brasil 590



Conservação de crocodilianos no Brasil: Perspectivas e possibilidades 622

# P R E F Á C I O S

Houve um tempo, num passado não muito distante, que o número de especialistas em crocodilianos brasileiros era menor que o número de espécies identificadas para o país – seis espécies! Felizmente, este tempo ficou no passado e a maior prova disto é a publicação do *Tratado de Crocodilianos do Brasil*. Esta obra, que vem suprir uma grande lacuna na bibliografia especializada brasileira, contou com a participação de 69 especialistas de diferentes formações, entre eles biólogos (zoólogos e ecólogos), veterinários, zootecnistas e engenheiros ambientais e florestais, que vêm dedicando esforços consideráveis de pesquisas aos crocodilianos e seus respectivos ambientes. E melhor ainda, a maior parte destes especialistas compõe uma safra de jovens cientistas “jacarezeiros”, que tem dado uma nova dinâmica nas pesquisas ambientais no país.

A obra está organizada em seis eixos temáticos, contemplando aspectos fundamentais para compreensão da evolução e história de vida dos crocodilianos. Inicialmente, são abordadas questões relativas à paleontologia, sistemática e taxonomia, evidenciando a complexidade envolvida na definição precisa da riqueza de espécies e do papel das linhagens crípticas dentro das diferentes espécies brasileiras (Tema 1).

O eixo temático subsequente trata dos métodos aplicados aos estudos ecológicos e comportamentais dos crocodilianos, incluindo a apresentação de técnicas de modelagem de distribuição e suas potenciais aplicações (Tema 2).

Atualmente, não somente no Brasil, mas também em nível internacional, uma das estratégias de conservação dos estoques genéticos de crocodilianos tem sido associada ao uso comercial sustentado (Tema 3). Trata-se de um assunto polêmico que ainda suscita discussões expostas, onde são apresentados argumentos a favor e contra a aplicação de tal estratégia.

Em seguida, a medicina veterinária aplicada à avaliação da condição corporal e da saúde dos crocodilianos é um dos temas mais elaborados no *Tratado* (Tema 4). Nesta seção são abordados aspectos clínicos, patológicos, farmacológicos, parasitológicos e histológicos, contemplando as suas aplicações, além da própria conservação e do manejo das espécies.

Não há dúvidas que a prática da conservação está fortemente associada aos esforços de pesquisas e da difusão de conhecimentos promovidos a partir de iniciativas de educação ambiental, valoração da cultura tradicional e dos saberes etnozoológicos. Em uma sequência estratégica, estes temas são abordados sob a perspectiva histórica no Brasil e no mundo, narrando ricas experiências acumuladas, considerando os crocodilianos brasileiros como pontos focais, em especial, por pesquisas realizadas no âmbito de projetos de jacarés da Mata Atlântica nos estados do Espírito Santo e Pernambuco (Tema 5).

O *Tratado* é finalizado com a exposição do panorama atual das pesquisas aplicadas à conservação, conduzidas nas cinco regiões brasileiras – Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul-, assinado pelos respectivos especialistas locais (Tema 6).

Ao mesmo tempo que esta obra brinda-nos com uma riqueza considerável de informações e conhecimentos, fica evidente que ainda temos muito o que avançar. Espera-se que a demanda por novos conhecimentos essenciais à conservação, de um dos mais importantes componentes da riqueza biológica brasileira, represente incentivos e inspiração para essa nova geração de especialistas, distribuídos por todas regiões do país.

De fato, por abrigar 25% de toda riqueza de crocodilianos remanescentes na Terra, o conhecimento sobre as espécies brasileiras representa uma contribuição de extrema relevância à conservação da biodiversidade, não apenas do Brasil, mas também do nosso planeta!

Cabe ainda destacar o trabalho excepcional dos editores, eméritos jovens “jacarezeiros”, que tiveram sabedoria para congregarem especialistas de diversas áreas do conhecimento, em época de distanciamento social, devido à pandemia do novo coronavírus, reunindo em um só volume o estado da arte das pesquisas sobre os crocodilianos brasileiros. Neste sentido, o *Tratado dos Crocodilianos do Brasil* passa a ser um legado transmitido às novas gerações de cientistas atuais e aquelas que estarão por vir nos cenários nacional e internacional. Parabéns aos que contribuíram para o sucesso desta empreitada e a todos desejamos uma ótima leitura!

01 de junho de 2021, Lagoa Santa, Minas Gerais.

**Marcos Eduardo Coutinho**

*Coordenador do Programa Crocodilianos Brasileiros do  
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios – RAN/ICMBio.*



A conservação dos crocodilianos está intimamente relacionada com a manutenção de ambientes que abrigam as comunidades, a diversidade de genes e os sistemas de cada região, bem como a redução das ameaças. Por isso, o desenvolvimento deste livro – *Tratado de Crocodilianos do Brasil* – que traz uma abordagem científica, sobretudo, associada à conservação das espécies de jacarés.

O valor intrínseco dos crocodilianos é elevado para a maioria de nós, que considera esses animais de forma especial, embora não seja o mesmo para todas as pessoas, especialmente, para algumas que moram nos lugares onde convivem com essas espécies. Do ponto de vista da conservação, é necessário encontrar e agregar um valor positivo para elas, para que possam acabar com a relação de hostilidade (humanos x jacarés), simplesmente pelo risco que estão diariamente expostas, por conviverem com espécies consideradas perigosas. Em muitos casos, os programas de uso sustentável são reconhecidos como mecanismos de conservação, onde o valor econômico é utilizado para reconhecer, direta e indiretamente, o valor ecológico e também, para mitigar esses conflitos.

Existem 27 espécies e subespécies de crocodilianos no mundo e o Brasil é um dos países com maior diversidade, onde distribuem-se seis espécies com realidades e *status* de conservação diferentes. Dependendo da espécie de jacaré, existe a exploração comercial com técnicas distintas e, paradoxalmente, em quase todos os casos, são aquelas que não estão passando por alguma situação de perigo. Todavia, as espécies que não têm qualquer tipo de valor comercial são as que não geram tais incentivos econômicos à conservação e ainda exigem um maior esforço para elaboração de estratégias de conservação, obtenção de fontes de financiamento, recursos humanos, apoio governamental e o envolvimento dos moradores locais como atores principais.

Historicamente, o Brasil é um dos países latino-americanos que tem administrado corretamente os seus recursos, com base na geração de conhecimento científico; este livro demonstra e representa a continuidade dessa ideologia, incorporada na diversidade e quantidade de pesquisadores que colaboraram na elaboração dos capítulos de excelente nível científico. Assim, este *Tratado* contém uma diversidade de temas baseada numa visão global sobre cada um dos aspectos associados à conservação, ecologia, fisiologia, genética e gestão comercial sustentável das espécies de crocodilianos brasileiros.

O conteúdo desta obra, realizado por diferentes grupos de especialistas regionais do Brasil, é de elevado nível técnico-científico em cada um dos capítulos, de forma completa e muito detalhada nos diversos pontos abordados referentes aos crocodilianos.

Na minha opinião, estou muito impressionado com a qualidade do documento apresentado, por especialistas de alta capacidade e muita motivação, no qual os editores, bem como os autores, assumiram essa tarefa importantíssima, onde tal feito só poderia ser alcançado por aqueles que estão verdadeiramente comprometidos e conectados de um modo muito especial com os crocodilianos.

20 de junho de 2021, Santa Fé, Argentina.

**Pablo Ariel Siroski**

*Regional Chair from Latin America and the Caribbean  
IUCN – SSC Crocodile Specialist Group – CSG.*

# A P R E S E N T A Ç Ã O

Os documentos e estudos com jacarés no Brasil não são recentes. Mesmo antes das viagens dos primeiros naturalistas europeus do século XVII, os jacarés já exerciam uma mistura de fascínio e medo nas pessoas, sobretudo naquelas pouco familiarizadas com a vida selvagem. Desde então, muitas informações vêm sendo registradas por pesquisadores de diversas regiões, produzindo um vasto conteúdo sobre a biologia, ecologia, fisiologia, saúde, taxonomia, conservação e o comportamento dos crocodilianos brasileiros.

Porém, toda essa informação está dispersa e acessível principalmente aos cientistas, via fontes bibliográficas que são muitas vezes difíceis de se obter. Ademais, diversas informações são fruto da experiência daqueles que vivenciam o dia a dia com os jacarés, mas não tiveram a oportunidade de relatá-las em publicações científicas. Em razão disso, convidamos dezenas de pesquisadores brasileiros e estrangeiros que atuam no país para colaborarem numa real tarefa, compilando informações, experiências e um rico acervo de imagens reunidos em um livro, servindo de referência para os estudos com crocodilianos no país. Assim nasceu essa obra tão especial, o *Tratado de Crocodilianos do Brasil*.

No decorrer da construção desta obra, percebemos que o volume de informações seria enorme, o que poderia trazer muita complexidade aos textos. Deste modo, adotamos uma linguagem simples e acessível, que permite ao leitor (mesmo não especialista) compreender os conceitos fundamentais abordados, por meio de uma leitura fácil e mais fluida. Apesar disso, não renunciamos ao rigor científico na elaboração e revisão dos capítulos, respeitando e elucidando quando necessário os termos técnicos específicos de cada área. Esta é uma obra que marca um período riquíssimo de descobertas e conhecimentos compartilhados sobre os crocodilianos, em um esforço coletivo inédito no país.

Contudo, obviamente este livro não é definitivo. A ciência dos crocodilianos necessita de muitos avanços no Brasil, principalmente num cenário em que as ações humanas vêm, notoriamente, dificultando a sobrevivência das espécies de jacarés em seus habitats naturais. Acreditamos que esta obra possa trazer luz sobre os diversos aspectos da ciência dos crocodilianos brasileiros, servindo de estímulo às novas gerações de pesquisadores que buscam por respostas que nos direcionem ao caminho da coexistência harmônica com os jacarés e toda a biodiversidade brasileira. Desejamos uma ótima leitura e que desfrutem deste conhecimento que agora está disponível ao alcance de todos.

*Os editores.*

## TEMA 1

# Evolução, Sistemática e Taxonomia

Capítulo 1 - Crocodilianos fósseis do Brasil pág. 27

Capítulo 2 - Taxonomia e biologia geral dos crocodilianos do Brasil pág. 60



Foto: Lucy G. de Souza

## CROCODILIANOS FÓSSEIS DO BRASIL

Rodrigo Giesta Figueiredo

## Introdução

Os crocodilianos são répteis classificados filogeneticamente no grupo-coronal<sup>1</sup> Crocodylia, que inclui, além de diversas espécies fósseis, três grandes clados que também contam com representantes recentes: os Gavialoidea, os Crocodyloidea e os Alligatorioidea (BROCHU, 2003). As hipóteses de relacionamento entre os três clados não são concordantes (Figura 1), dependendo da base de dados utilizadas para análise (LEE e YATES, 2018). Esses animais são importantes componentes dos ambientes semiaquáticos tropicais e apresentam anatomia e fisiologia sofisticadas (GRIGG e KIRSHNER, 2015). O plano corporal básico reflete mais de 85 milhões de anos de evolução ao modo de vida considerado como predadores de emboscada, plenamente adaptados aos nichos ecológicos dos ambientes de interface água-terra, onde habitam (ERICKSON et al., 2012; MOLNAR et al., 2015). A anatomia craniana é caracterizada pela platirostria, i.e., a forte compressão dorsoventral da cabeça, em especial do rostro, que pode também se apresentar curto e largo ou alongado e estreito (BUSBEY, 1995). A dentição apresenta pouca variação morfológica, porém, especializações dentárias estão presentes em algumas espécies, como *Gavialis gangeticus* e *Crocodylus johnsoni*, que possuem hábito piscívoro, devido envolver adaptações morfológicas à predação de peixes, apresentando dentes finos e alongados (ÓSI, 2014). Há também *Caiman latirostris* e *Alligator sinensis* com dentes curtos e bulbosos relacionados à durofagia, i.e., a inclusão na dieta de animais com partes rígidas como conchas e carapaças (ÓSI, 2014).

A musculatura axial é bem desenvolvida, sobretudo nas regiões craniocervical e caudal. Os músculos da cabeça e pescoço, em especial os adutores, permitem a realização de movimentos rápidos de fechamento da boca (p. ex.: em gaviais) ou, quando associado à grande massa corporal, gerando poderosa força de mordida, tanto em jacarés como em crocodilos, para a captura de suas presas (ERICKSON et al., 2012; 2014). A região do pós-crânio apresenta uma extensa couraça dérmica formada por osteodermos, um conjunto de placas ósseas que oferece funções protetoras (SUN e CHEN, 2013), reprodutivas (DACHE et al., 2015) e possivelmente térmicas (CLARAC et al., 2017). Os membros torácicos e pélvicos são proporcionalmente curtos e não apresentam grande influência na capacidade de natação desses animais, porém, diferenças morfofuncionais foram observadas entre crocodilóides e gavialóides e os aligatóridos, permitindo uma maior competência locomotora em terra por parte desses últimos (IIJIMA; KUBO e KOBAYASHI, 2019). A locomoção aquática é realizada principalmente pela ondulação axial do corpo, com a propulsão sendo auxiliada pela poderosa musculatura da cauda (FISH, 1984; FREY e SALISBURY, 2001). O modo de vida semiaquático observado nos crocodilianos vivos, bem como as principais características anatômicas associadas a tal ambiente, possui um forte componente histórico, uma vez que estas já estavam presentes

---

<sup>1</sup> Um grupo-coronal ou grupo-coroa pode ser definido filogeneticamente como aquele que é composto por todos os descendentes do último ancestral comum dos membros vivos de um grupo qualquer de organismos (GAUTHIER, 1986).

na linhagem evolutiva desses animais desde o Período Cretáceo (SALISBURY et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2011).

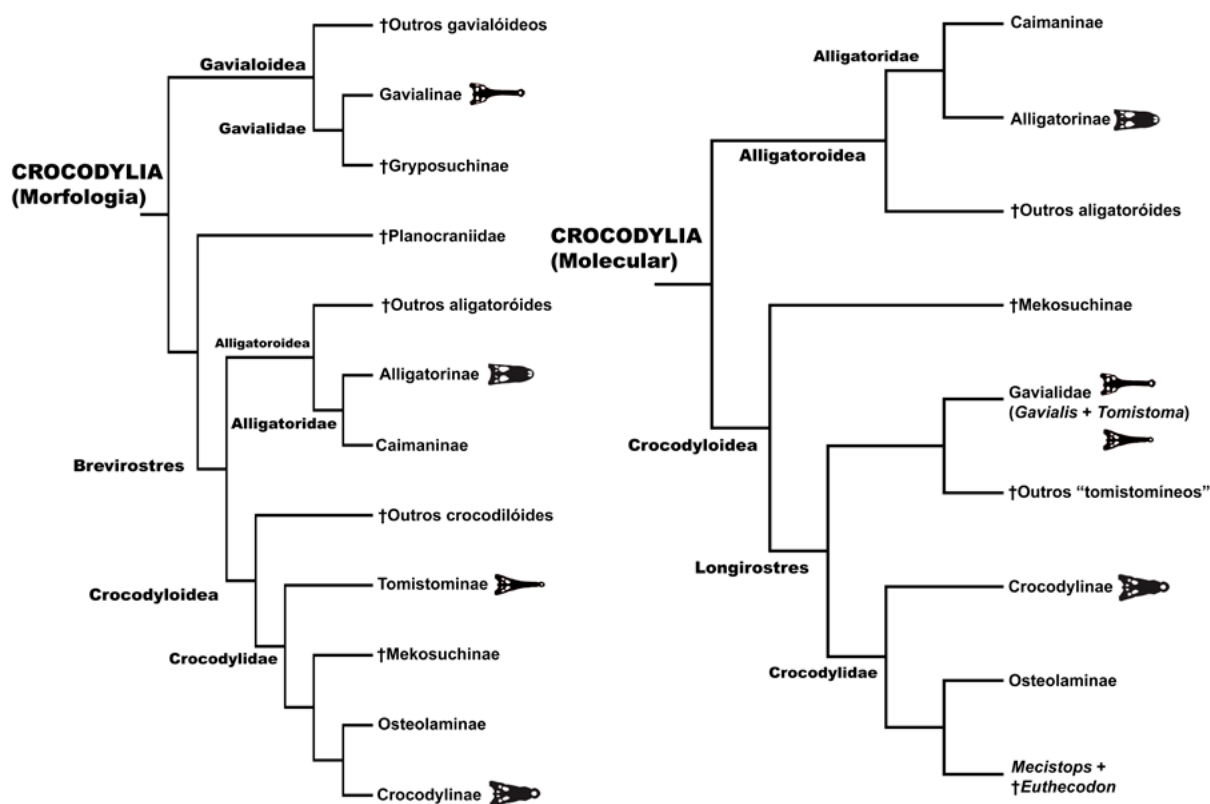


Figura 1: Principais hipóteses filogenéticas para Crocodylia mostrando as relações entre clados menos inclusivos. A árvore da esquerda apresenta a hipótese baseada em caracteres morfológicos, que posiciona os gaviais como grupo-irmão dos demais crocodilianos. A árvore da direita mostra a hipótese baseada em caracteres moleculares, que posiciona os gêneros *Gavialis* e *Tomistoma* como irmãos e mais próximos filogeneticamente dos crocodilos. Árvores filogenéticas construídas com base nos resultados de Brochu (2003) e de Lee e Yates (2018).

Atualmente são reconhecidas 24 espécies de crocodilianos no mundo (HEKKALA et al., 2011; SHIRLEY et al., 2014), o que representa uma baixa diversidade taxonômica em comparação com outros grupos de répteis recentes (PINCHEIRA-DONOSO et al., 2013). Nesse sentido, o Brasil destaca-se por ser o detentor da maior diversidade de crocodilianos recentes, onde estão presentes três gêneros e seis espécies; *Caiman crocodylus*, *C. latirostris*, *C. yacare*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus* e *P. trigonatus* (COSTA e BÉRNILS, 2018) (Figura 2).

Além disso, também se destaca por esses animais representarem um importante componente das biotas pretéritas do país (RIFF et al., 2012). Ainda, são conhecidas pelo menos oito espécies extintas, formalmente descritas, a partir de fósseis de diferentes unidades geológicas

brasileiras, sendo seis jacarés (*Alligatoroidea*, *Caimaninae*), um crocodilo do tipo “falso-gavial” (*Crocodyloidea*, *Tomistominae*) e um gavial gripossúquio (*Gavialoidea*, *Gryposuchinae*), além de outras espécies com *status* taxonômico incerto (CIDADE; FORTIER e HSIU, 2019).

As três linhagens evolutivas principais de *Crocodylia* divergiram durante o Cretáceo, há cerca de 85 milhões de anos (BROCHU, 2003), e atingiram tanto seu ápice como o seu declínio ao longo dos últimos 65 milhões de anos, na Era Cenozoica, mostrando uma rica história evolutiva e biogeográfica, especialmente na América do Sul (FIGUEIREDO e PINHEIRO, 2011).

Por fim, o principal objetivo do presente estudo foi abordar uma revisão do registro fóssil dos crocodilianos brasileiros, discutindo aspectos sobre a anatomia, distribuição e a evolução dos diferentes grupos que habitaram as terras, que hoje compõem o território nacional e os países vizinhos sul-americanos.

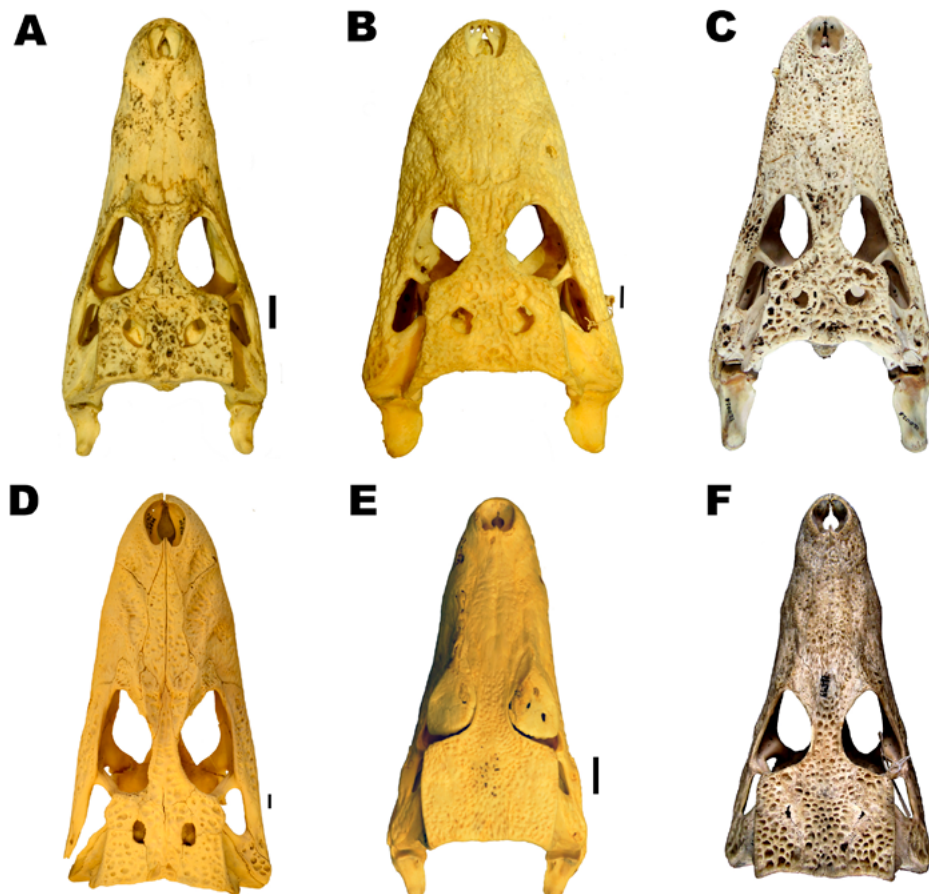


Figura 2: Crânios das espécies recentes de crocodilianos brasileiros (vista dorsal). A: *Caiman crocodilus* (MZUSP-2063); B: *Caiman latirostris* (MZUSP-2137); C: *Caiman yacare* (AMNH-R-120028); D: *Melanosuchus niger* (MZUSP-2428); E: *Paleosuchus palpebrosus* (UF-4509); F: *Paleosuchus trigonatus* (AMNH-R-66391). Todas as escalas são iguais a 10 mm. Fotos: Lucy G. de Souza (UFABC).



## Taxonomia Sistemática

### **CROCODYLIA** Deraniyagala, 1939

#### **ALLIGATOROIDEA** Gray, 1844

##### ALLIGATORIDAE Gray, 1844

##### CAIMANINAE Brochu, 1999

†*Acresuchus* Souza-Filho, Souza, Hsiou, Riff, Guilherme, Negri & Cidade, 2019

†*Acresuchus pachytemporalis* Souza-Filho, Souza, Hsiou, Riff, Guilherme, Negri & Cidade, 2019

*Caiman* Spix, 1825

†*Caiman brevirostris* Souza-Filho, 1987

*Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758)

*Caiman latirostris* (Daudin, 1802)

*Caiman yacare* Daudin, 1802

†*Eocaiman* Simpson, 1933

†*Eocaiman itaboraiensis* Pinheiro, Fortier, Pol, Campos & Bergqvist, 2013

*Melanosuchus* Gray, 1862

*Melanosuchus niger* Spix, 1825

†*Mourasuchus* Price, 1964

†*Mourasuchus amazonensis* Price, 1964

†*Mourasuchus arendsi* Bocquentin-Villanueva, 1984

*Paleosuchus* Gray, 1862

*Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807)

*Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801)

†*Purussaurus* Barbosa-Rodrigues, 1892

†*Purussaurus brasiliensis* Barbosa-Rodrigues, 1892

### **CROCODYLOIDEA** Deraniyagala, 1939

#### CROCODYLIDAE Cuvier, 1807

##### TOMISTOMINAE Kälin, 1955

†*Brasilosuchus* Souza-Filho & Bocquetin-Villanueva, 1989

†*Brasilosuchus mendesi* Souza-Filho & Bocquetin-Villanueva, 1989

†*Charactosuchus* Langston, 1965

†*Charactosuchus fieldsi* Langston, 1965  
CROCODYLINAЕ Cuvier, 1807  
*Crocodylus* Laurenti, 1768

**GAVIALOIDEA** Hay, 1930

GAVIALIDAE Adams, 1854

GRYPOSUCHINAЕ Vélez-Juarbe, Brochu & Santos, 2007

†*Gryposuchus* Gürich, 1812

†*Gryposuchus jessei* Gürich, 1812

†*Hesperogavialis* Bocquetin-Villanueva & Buffetaut, 1981

## A origem dos crocodilianos e sua chegada na América do Sul

A origem e diversificação inicial dos Crocodylia ainda é uma parte pouco compreendida da história evolutiva desse grupo, porém, as hipóteses mais robustas apontam a Europa e o entorno do Mar de Tethys, incluindo porções do norte da África, como as prováveis regiões onde os primeiros crocodilianos surgiram (HOLLIDAY e GARDNER, 2012; BLANCO et al., 2014) (Figura 3). Essa visão tem sido reforçada nos últimos anos devido ao grande número de novas espécies fósseis que foram descobertas, especialmente em estratos geológicos europeus, o que permitiu um entendimento mais completo das relações de parentesco entre esses animais (BLANCO et al., 2014, 2015; PUÉRTOLAS-PASCUAL; CANUDO e MORENO-AZANZA, 2014; NARVÁEZ et al., 2015, 2016).

A descoberta de uma nova espécie do Cretáceo de Portugal, *Portugalosuchus azenhae*, de 95 milhões de anos, representa provavelmente o crocodiliano mais antigo do mundo (MATEUS; PUÉRTOLAS-PASCUAL e CALLAPEZ, 2018). Todas as linhagens recentes de Crocodylia já haviam se divergido no Cretáceo Superior como apontam os registros fósseis mais antigos de Alligatorioidea, no Santoniano-Campaniano (Período Cretáceo; 86-72 Ma), e de Gavialoidea e Crocodyloidea, no Campaniano-Maastrichtiano (Período Cretáceo; 72-66 Ma) (BROCHU, 2004; DELFINO et al., 2008; WU e BRINKMAN, 2015). No entanto, com base no novo táxon português, é possível determinar que a origem do ancestral comum a todos os crocodilianos ocorreu no Cretáceo Inferior, há cerca de 100 milhões de anos (MATEUS; PUÉRTOLAS-PASCUAL e CALLAPEZ, 2018).

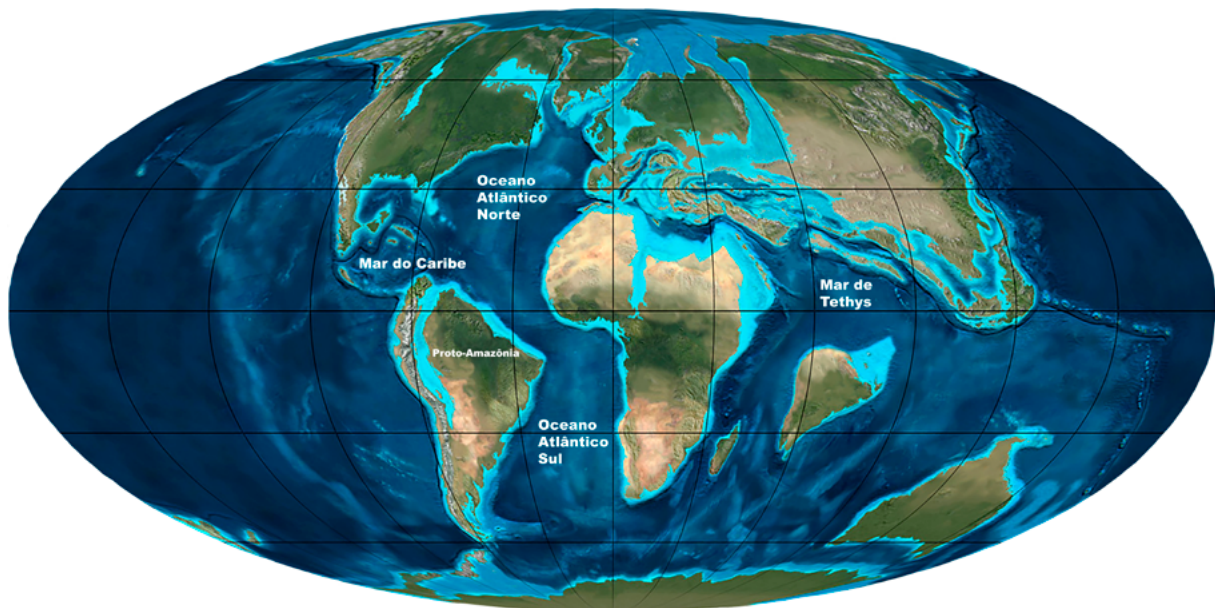


Figura 3: Reconstrução paleogeográfica da Terra durante o final do Período Cretáceo e a passagem para o Paleógeno (cerca de 66 milhões de anos). Estão indicados os principais mares e oceanos, além da Região Proto-Amazônia. Fonte: modificado de Ron Blakey Deep Time Maps™ (deeptimemaps.com) (2019).

A chegada dos diferentes grupos de crocodylianos na América do Sul envolve uma série de eventos biogeográficos complexos, muitos dos quais ainda apresentam diversas lacunas de conhecimento, tanto ao registro fóssil como em relação às afinidades sistemáticas entre diferentes grupos vivos. O clado com os representantes mais antigos no continente são os Caimaninae, que provavelmente tiveram sua origem sul-americana relacionada a migração de aligatoróides ditos “basais”, ou seja, animais que ainda não poderiam ser classificados em nenhuma dos grandes grupos existentes atuais, a partir da América do Norte em algum momento do final do Mesozoico ou do início do Cenozoico (BROCHU, 2010, 2011). Esses animais deveriam, portanto, ter habitado parte da América Central (Caribe) e do norte da América do Sul (Amazônia). Há, entretanto, um fator complicador para essa hipótese biogeográfica; os aligatoróides vivos possuem uma relativa intolerância à salinidade, uma vez que esses não apresentam glândulas excretoras de sal, nem um sistema renal-cloacal que possam permitir uma osmorregulação mais eficiente em ambientes salinos, como é observado nos crocodylióides (TAPLIN et al., 1982). É bastante provável que essa seja uma condição ancestral dentro do grupo, que também estava presente nas espécies extintas, o que torna a dispersão via Mar do Caribe menos plausível (TAPLIN e GRIGG, 1989; JACKSON; BUTLER e BROOKS, 1996).

Uma alternativa seria o uso de conexões de terra efêmeras ou conjuntos de ilhas que pudessem servir como rotas “trampolim” à América do Sul, dessa forma, permitindo uma menor exposição desses animais ao ambiente aquático salino (ITURRALDE-VINENT e MACPHEE, 1999). Contudo, durante o início do Cenozoico (i.e., no Paleoceno) os Caimaninae já haviam

conseguido atingir porções mais austrais no interior da América do Sul, como evidenciado pela presença de diferentes espécies do gênero *Eocaiman* no Brasil e na Argentina, e de *Necrosuchus* na Argentina (BONA, 2007; BROCHU, 2011; PINHEIRO et al., 2013). Populações relictas de caimaníneos permaneceram na América Central e no norte da América do Sul, ao menos, até o Mioceno e permitiram uma provável reinvasão da América do Norte durante o Eoceno (BROCHU, 2010; HASTINGS et al., 2013; BROCHU e CARBOT-CHANONA, 2015; HASTINGS; REISSER e SCHEYER, 2016).

O segundo grupo de crocodilianos a habitar a América do Sul foi possivelmente o dos gavialóideos. Hoje eles são representados por uma única espécie sobrevivente, o gavial indiano ou gavial verdadeiro (*Gavialis gangeticus*), que está restrito a pequenas populações vivendo isoladas na Bacia do Rio Ganges (GAD, 2008). No entanto, esse grupo de animais apresentou uma distribuição muito mais ampla ao longo do Cenozoico, contando com importantes populações neotropicais no Mar do Caribe e na Região do Proto-rio Amazonas (VÉLEZ-JUARBE; BROCHU e SANTOS, 2007; SALAS-GISMONDI et al., 2016). Os registros fósseis mais antigos conhecidos para esse grupo datam do começo do Paleoceno e são provenientes do norte da África, encontrados nas bordas do Mar de Thetys (HUA e JOUVE, 2004; JOUVE et al., 2006). A chegada desses animais às Américas Central e do Sul ocorreu a partir do continente africano (BUFFETAUT, 1982), possivelmente em algum momento ao longo do Eoceno ou mesmo do início do Oligoceno (LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; HUA e JOUVE, 2004; JOUVE et al., 2006).

A presença do gavialóide mais antigo das Américas conhecido até o momento, *Aktiogavialis puertoricencis*, em camadas do Oligoceno de Porto Rico, condiz com a hipótese de ao menos uma onda migratória atravessando o Oceano Atlântico Sul (VÉLEZ-JUARBE; BROCHU e SANTOS, 2007). A travessia transatlântica exigiria também dos gavialóideos a quebra de uma barreira biogeográfica marítima importante. Porém, diferente dos caimaníneos, a maioria dos fósseis das espécies mais antigas de gavialóides é encontrado em sedimentos de origem marinha ou, ao menos, costeira, o que sugere uma condição ancestral de maior tolerância osmótica aos ambientes de água salgada (BROCHU, 2004). SALAS-GISMONDI et al. (2016) sugerem, com base em sua hipótese de evolução do grupo, uma segunda onda de migração que teria dado origem aos gavialóides amazônicos ribeirinhos, que viveram ao longo do Mioceno. De qualquer forma, ao final do Oligoceno e início do Mioceno, os gavialóides já habitavam o nordeste e o norte da América do Sul, como mostram alguns restos fósseis encontrados na costa norte do Estado do Pará, Brasil (MORAES-SANTOS; VILLANUEVA e TOLEDO, 2011).

A história evolutiva inicial dos crocodilóideos acontece em grande parte no Hemisfério Norte, onde os mais antigos fósseis desse grupo foram encontrados, no final do Cretáceo (72,1-66 Ma), em estratos geológicos dos Estados Unidos e da Espanha (BROCHU, 2003; PUÉRTOLAS-PASCUAL; CANUDO e MORENO-AZANZA, 2014). Por outro lado, a chegada desses animais à Região Neotropical é a menos estudada das histórias biogeográficas dos grandes

clados de crocodilianos (LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; MORENO-BERNAL; HEAD e JARAMILLO, 2016), efeito que ocorre especialmente devido aos poucos fósseis conhecidos em comparação aos demais grupos de Crocodylia e que, em geral, têm apresentado pior estado de preservação. Os fósseis sul-americanos mais antigos que apresentam possíveis afinidades aos crocodilóides são os gêneros *Charactosuchus* e *Brasilosuchus*, que datam do Mioceno (entre 23 e 5 Ma) da Colômbia, Brasil e Venezuela (LANGSTON JR., 1965; LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; SCHEYER e MORENO-BERNAL, 2010). Esses animais representariam a primeira onda migratória de crocodilóides norte-americanos para a América do Sul, um grupo de tomistomíneos que de forma similar às hipóteses postuladas para os demais crocodilianos, possivelmente teria apresentado populações caribenhas intermediárias, como proposto para *Charactosuchus klugeri*, do Eoceno (de 56-33 Ma) da Jamaica (CIDADE; FORTIER e HSIOU, 2019). Porém, o *status* taxonômico da espécie jamaicana já foi contestado por alguns autores, enfraquecendo essa hipótese biogeográfica (DOMNING e CLARK, 1993).

Apesar de não serem conhecidos fósseis do gênero *Crocodylus* em camadas geológicas miocênicas, foi provavelmente durante o final dessa época que o gênero dos crocodilos verdadeiros chegou à América do Sul (CIDADE; FORTIER e HSIOU, 2019). *Crocodylus falconensis* é, até o momento, a única espécie de crocodilo fóssil sul-americana, presente no Plioceno da Venezuela, entre 5 e 2,6 Ma, sugerindo que uma segunda invasão da América do Sul seria responsável pela origem desse gênero recente (SCHEYER et al., 2013). No entanto, achados recentes apontam para uma nova espécie sul-americana de *Crocodylus*, proveniente do Pleistoceno (de 2,6 Ma até 11.000 anos atrás) no Estado de Rondônia, Brasil (FORTIER, 2011). A julgar pela relação de parentesco mais próxima entre *Crocodylus niloticus* e as espécies do Novo Mundo, como o crocodilo-do-Orinoco, *C. intermedius*, e o crocodilo-americano, *C. acutus*, a hipótese mais plausível é a de uma segunda migração, a partir do continente africano (SCHEYER et al., 2013; CIDADE; FORTIER e HSIOU, 2019).

## Espécies extintas de crocodilianos brasileiros e táxons afins

Os Crocodylia fósseis encontrados no Brasil representam, em sua maioria, táxons extintos, gêneros e espécies, que desapareceram ao longo dos últimos milhares de anos e, portanto, sem populações viventes no Holoceno. Até o momento, o registro fossilífero está representado por, pelo menos, oito gêneros extintos, sendo: Caimaninae (*Eocaiman*, *Mourasuchus*, *Purussaurus* e *Acrasuchus*); Crocodyloidea (*Charactosuchus* e *Brasilosuchus*); e Gavialoidea (*Gryposuchus* e *Hesperogavialis*) (CIDADE; FORTIER e HSIOU, 2019). Esse número pode ser ainda maior considerando-se que existem táxons que apresentam inconsistências em relação ao seu *status* taxonômico, sendo atribuídos tanto à gêneros viventes como *Caiman*, como é o caso de “*Caiman*” *tremembensis*, tanto à gêneros com validade incerta, como “*Brasilosuchus*” (CIDADE; FORTIER e HSIOU, 2019). Há ainda a única espécie extinta, mas que pertence a um gênero que possui representantes viventes hoje: *C. brevirostris* (FORTIER et al., 2014).

Essa diversidade de crocodilianos brasileiros extintos está concentrada em quatro unidades geológicas principais que apresentam registros fossilíferos de diferentes idades; a Bacia de Itaboraí, no Estado do Rio de Janeiro, com idade Paleocênica (66-56 Ma); a Bacia de Taubaté (Formação Tremembé), no Estado de São Paulo, com idade Oligocênica (33,9-23,03 Ma); e as bacias amazônicas do Acre e do Solimões (ambas contendo estratos da Formação Solimões), no Estado do Acre e com idade Miocênica (23,03-5,33 Ma).

A espécie mais antiga encontrada no Brasil é *Eocaiman itaboraiensis*, do Paleoceno da Bacia de Itaboraí (PINHEIRO et al., 2013). Os fósseis consistem em três fragmentos de dentário (MCT-1791-R, MCT-1792-R, MCT-1793-R), todos pertencentes ao lado esquerdo da mandíbula de animais de pequeno porte, além de um dente isolado (MCT-1794-R), mas associado aos demais espécimes (Figura 4). O holótipo da espécie (MCT-1791-R) mostra quatro alvéolos com dentes completamente preservados (elementos d3, d5, d9 e d10). *Eocaiman itaboraiensis* possui como principais características anatômicas: o posicionamento procumbente dos primeiros dentes, i.e., eles estão inclinados mesialmente em relação aos demais elementos da arcada dentária; apresentam uma margem alveolar côncava, curta e relativamente pouco desenvolvida entre os dentes d6 e d8; o dentário mostra uma região levemente elevada ao longo da sínfise mandibular; e é possível observar a presença de faces de articulação para o osso esplenial, na margem medial do dentário, que alcançam a sínfise mandibular, ventral e dorsalmente em relação ao sulco para a Cartilagem de Meckel<sup>2</sup> (PINHEIRO et al., 2013). A presença de feições morfológicas únicas de *E. itaboraiensis* permite diferenciá-la das demais espécies do gênero, como é o caso do ângulo bastante reduzido entre os eixos da sínfise e dos ramos mandibulares, da ordem de apenas 6°; a deflexão mesial dos dentes posteriores ao d5; além da presença de grandes dentes d10 e d11, que são aumentados significativamente em relação aos demais elementos da série (PINHEIRO et al., 2013).

O gênero *Eocaiman* foi descrito pelo paleontólogo norte-americano George Gaylord Simpson, a partir de um pequeno fóssil encontrado em camadas do Eoceno (56-33,9 Ma) da Patagônia Argentina (SIMPSON, 1933). Tal espécie foi nomeada *Eocaiman cavernensis* e representa uma das primeiras linhagens a chegar e a irradiar-se pela América do Sul (BROCHU, 1999; BONA, 2007). Essa hipótese foi reforçada posteriormente pela descoberta de uma segunda espécie argentina ainda mais antiga, *E. palaeocenicus*, do Paleoceno da Patagônia (BONA, 2007), e ainda pela própria espécie brasileira, *E. itaboraiensis* (PINHEIRO et al., 2013). Outros dois pequenos espécimes que compreendem fragmentos de mandíbulas encontrados na famosa Fauna de La Venta da Colômbia (LANGSTON JR., 1965), expandem consideravelmente o alcance geográfico para esse gênero, que inclui também a Região Amazônica e leva o registro

---

<sup>2</sup> A Cartilagem de Meckel é um precursor da mandíbula dos vertebrados, compondo originalmente o elemento ventral do primeiro arco branquial. Nos crocodilianos a Cartilagem de Meckel permanece não-ossificada, mas coberta por ossos dérmicos da mandíbula, o dentário e o esplenial cranialmente, e o supra-angular e o angular caudalmente (RIEPEL, 1993).

temporal até o Mioceno (23.03-5.33 Ma). Dessa forma, *Eocaiman* teria habitado a América do Sul por cerca de 60 Ma, sendo o táxon mais longevo dentre todos os crocodilianos conhecidos para o continente sul-americano. O registro fóssil do Paleogeno inclui ainda outras três espécies argentinas, *Necrosuchus ionensis* e *Protocaiman peligrensis* do Paleoceno (SIMPSON, 1937; BONA et al., 2018) e *Notocaiman stromeri* do Eoceno (FORTIER, 2011). A relativa abundância de espécies na América do Sul coincide com picos de médias anuais de temperatura global (BROCHU, 2011), porém, o evento climático conhecido como Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno (MTPE), responsável pelo aumento médio de 5°C em um intervalo de cerca de 10.000 anos (MCINERNEY e WING, 2011), não parece ter uma relação direta com esse aumento de diversidade (MANNION et al., 2015). A tendência de queda da temperatura global a partir do final do Eoceno e início do Oligoceno, está relacionada com baixa diversidade de crocodilianos na América do Norte e na Europa, um fenômeno que possivelmente se aplica à América do Sul, contudo, uma maior amostragem de localidades é necessária para se confirmar tal tendência (MANNION et al., 2015). De qualquer forma, o Oligoceno é a época em que se conhece o menor número de espécies de crocodilianos sul-americanos (CIDADE; FORTIER e HSIU, 2019).



Figura 4: Espécimes de *Eocaiman itaboraiensis*, provenientes da Bacia de Itaboraí, em vista dorsal. A: MCT-1791R; B: MCT-1792R; C: MCT-1793R. Escala igual a 10 mm. Fotos: André E. P. Pinheiro (FFP/UERJ).

A única espécie conhecida para o Oligoceno do Brasil é o pequeno “*Caiman*” *tremembensis*, descrita a partir de dois espécimes (DGM-1443-R, DGM-1444-R) provenientes do Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo (CHIAPPE, 1988). O holótipo (DGM-1444-R) é um pequeno fragmento da porção cranial do ramo esquerdo de um osso dentário (Figura 5),

enquanto o material referido inclui quatro vértebras, quatro osteodermos e a extremidade distal de um úmero esquerdo. Apesar de sua importância devido a raridade de fósseis de crocodilianos oligocênicos, esse material nunca foi ilustrado a partir de fotografias, apenas com desenhos, e nem incluído em análises filogenéticas. É possível observar feições anatômicas que são tipicamente associadas aos Caimaninae, como a exclusão do osso esplenial da sínfise mandibular e sua extensão cranial posicionada dorsalmente em relação ao sulco para a Cartilagem de Meckel.

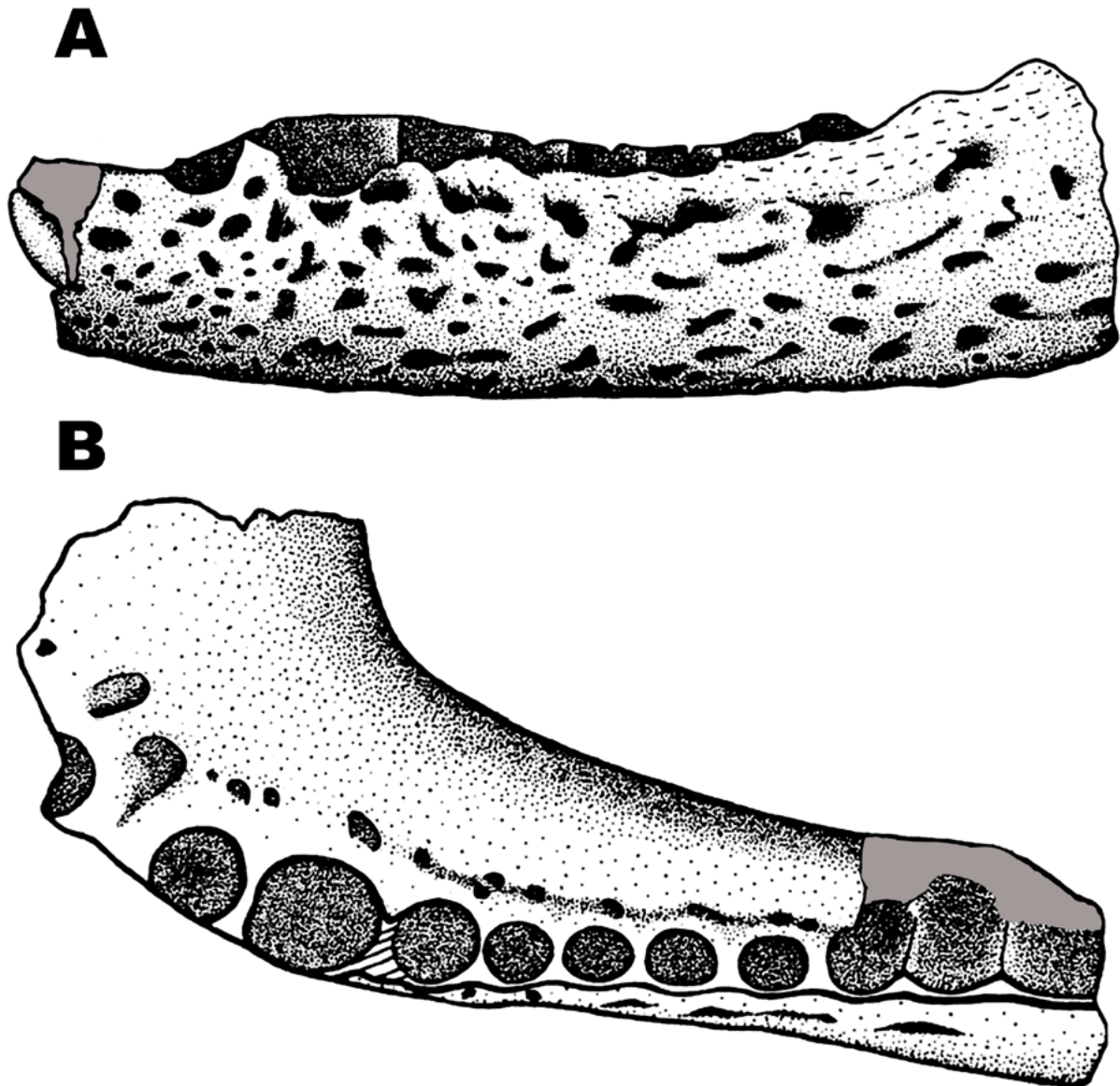


Figura 5: Ilustração do espécime-tipo (DGM-1444-R) de “*Caiman*” *tremembensis*, da Bacia de Tremembé. A: vista lateral; B: vista dorsal. Escala igual a 10 mm. Fonte: modificado de Chiappe (1988).

No entanto, FORTIER et al. (2014) consideram que esses fósseis não possuem características suficientes que possam diferenciá-los de outras espécies do grupo e, portanto, *C.*



*tremembensis* deveria ser tratado como *nomen dubium* (i.e., nome duvidoso). A validade desse táxon e uma possível inclusão no clado Jacarea, que inclui espécies de *Caiman* e *Melanosuchus*, implicaria diretamente nas estimativas sobre a idade da origem desses animais (FORTIER et al., 2014). Os dados moleculares sugerem uma origem no Mioceno Médio, i.e., entre 15,97 e 11,63 Ma (OAKS, 2011), que é consistente com a idade de alguns dos fósseis mais antigos de *Caiman* com *status* taxonômico confiável, encontrados no Mioceno Médio na Amazônia, Colômbia, Peru e Venezuela (LANGSTON JR., 1965; SCHEYER et al., 2013; SALAS-GISMONDI et al., 2015). No entanto, a descoberta recente de fósseis de *Caiman* sp., em estratos de cerca de 18 Ma, na Venezuela (Formação Castillo), recuam a origem de Jacarea para o Mioceno Inferior (SOLÓRZANO et al., 2019).

O pico de diversidade dos crocodilianos da América do Sul ocorreu na Proto-Amazônia, ao longo do Mioceno (RIFF et al., 2010; SCHEYER et al., 2013; SALAS-GISMONDI et al., 2015), quando essa região era ocupada por um mega-pantanal conhecido como Sistema Pebas (HOORN et al., 2010a). Além da grande riqueza de espécies, os habitats do mega-pantanal amazônico miocênico caracterizaram-se por sustentar uma fauna de notável disparidade morfológica (RIFF et al., 2010). Dentre as espécies de caimaníneos conhecidas (*Acresuchus pachytemporalis*, *Caiman brevirostris*, *Mourasuchus amazonensis*, *M. arendsi* e *Purussaurus brasiliensis*), todas apresentam peculiaridades na morfologia craniana ou no tamanho corporal (ex.: gigantismo). *Acresuchus pachytemporalis* foi conhecida a partir de um crânio bem preservado (Holótipo UFAC-2507), além de diversos outros espécimes (UFAC-1187, UFAC-1379, UFAC-1486, UFAC-3142, UFAC-4153-4154, UFAC-4183, UFAC-4678, UFAC-5256, UFAC-6384) representados por fósseis incompletos (SOUZA-FILHO et al., 2018). Esse conjunto de fósseis indica um animal de tamanho médio, ao menos para os padrões do Mioceno, uma vez que o crânio do holótipo apresenta cerca de 60 cm de comprimento total, estando dentro da variação de tamanho observada para a maior espécie a habitar a região nos dias de hoje, *Melanosuchus niger* (FOTH et al., 2018).

Dentre as principais características anatômicas estão as grandes órbitas, em comparação com as observadas em outros caimaníneos, narinas externas circulares, margens caudais do crânio retas ou levemente côncavas e dentes com coroas lisas (SOUZA-FILHO et al., 2018). Porém, a presença de projeções da margem caudolateral dos ossos esquamais, formando estruturas semelhantes a pequenos cornos, é a mais peculiar de suas características (Figura 6). Alguns crocodilianos vivos possuem proeminências esquamais semelhantes, como *Crocodylus rhombifer* e *C. siamensis*, que são usadas pelos machos em *displays* como atrativos para as fêmeas [(SOUZA-FILHO et al., 2018) *sensu* Vliet, K., comunicação pessoal].



Figura 6: Holótipo (UFAC-2507) de *Acresuchus pachytemporalis*, proveniente da Formação Solimões, em vista dorsal. Escala igual a 100 mm. Foto: Lucy G. de Souza (UFABC).

O gênero *Purussaurus* reúne formas generalistas e gigantescas, sendo conhecidas três espécies, todas da Proto-Amazônia miocênica, *P. neivensis*, na Colômbia, *P. mirandai*, na Venezuela, e *P. brasiliensis*, no Brasil (BARBOSA-RODRIGUES, 1892; LANGSTON JR., 1965; AGUILERA; RIFF e BOCQUENTIN-VILLANUEVA, 2006). A espécie brasileira foi descrita inicialmente como “*Dinosuchus terror*” pelo naturalista francês M. Paul Gervais (1876) através de uma única vértebra de grandes proporções, o primeiro fóssil de um réptil amazônico brasileiro (RIFF et al., 2010) (Figura 7). Alguns anos mais tarde, com a descrição de uma mandíbula parcialmente preservada encontrada na região do Rio Purus, Acre, o gênero e espécie são erigidos com seus nomes atuais (BARBOSA-RODRIGUES, 1892). O holótipo da espécie acabou perdido (AGUILERA; RIFF e BOCQUENTIN-VILLANUEVA, 2006), mas hoje são conhecidos diversos fósseis bem preservados dessa espécie, que correspondem crânios completos (UFAC-1773, Ufac-1403), crânios incompletos (UFAC-4770), mandíbulas isoladas (UFAC-1118, DGM-527-R), dentre outros. A anatomia de *P. brasiliensis* ainda carece de uma revisão completa, mas algumas feições podem ser usadas para caracterizar a espécie, tais como os crânios massivos com rostros arredondados e ornamentação conspícua, as narinas externas extremamente alargadas, que ocupam cerca de dois terços do rostro e são cercadas por uma fossa bem desenvolvida, os *canthi rostralis*<sup>3</sup> estão presentes e estendem-se caudalmente no rostro, as fenestras supratemporais são grandes, e a margem caudal do crânio é acentuadamente

<sup>3</sup> Nos crocodilianos, o *canthus rostralis* (pl. *canthi rostrali*) é uma feição anatômica caracterizada pela presença de uma crista óssea, que separa as laterais do focinho da porção dorsal da cabeça e estende-se cranialmente da região orbital até aproximadamente à altura do quarto dente maxilar (BROCHU, 1999).

côncava. Assim, *P. brasiliensis* é considerado o maior e mais pesado crocodiliano conhecido que já existiu, com tamanho estimado de 12,5 m de comprimento total, 8,2 m de comprimento rostro-cloacal e massa corporal de 8,5 toneladas (AURELIANO et al., 2015).

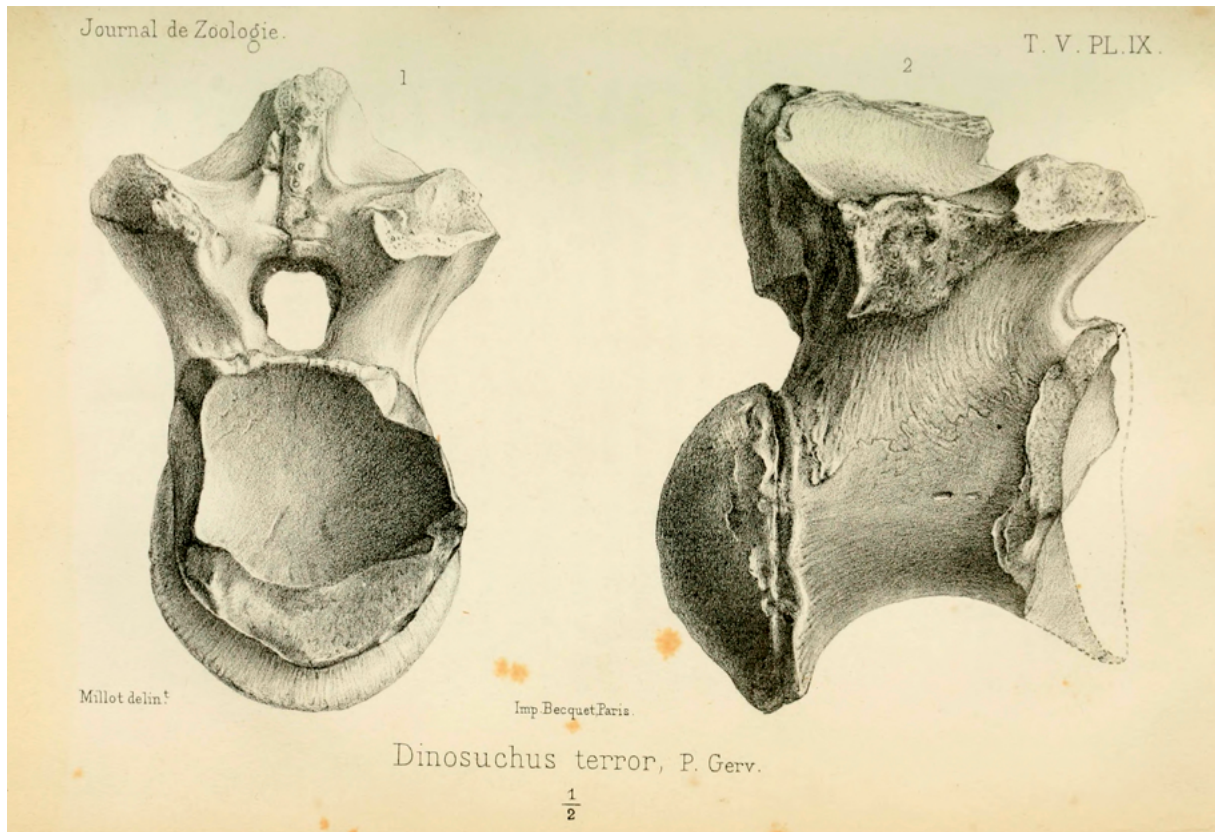


Figura 7: Reprodução da prancha original do naturalista M. Paul Gervais (1876), ilustrando a vértebra do crocodiliano gigantesco da Amazônia, “*Dinosuchus terror*” (atualmente considerado sinônimo júnior de *Purussaurus brasiliensis*). Fonte: M. Paul Gervais (1876).

Os animais que apresentam morfologia mais “aberrante” dentre os crocodilianos miocênicos sul-americanos possivelmente são do gênero *Mourasuchus*, com seus focinhos muito longos, largos e dorso-ventralmente achatados, informalmente chamados do tipo “bico-de-pato” (BONA; DEGRANGE e FERNÁNDEZ, 2013; CIDADE et al., 2017). A anatomia peculiar do rostro desses animais, associada à presença de dentes diminutos, levou alguns autores a proporem hábitos alimentares bastante especializados para o grupo, como possíveis filtradores de pequenos artrópodes e peixes (LANGSTON JR., 1965). No entanto, a impossibilidade de determinar se haveria ou não uma verdadeira seleção de alimentos durante o forrageio, levou outros autores sugerirem que esses animais apresentavam a capacidade de, ao menos, abocanhar grandes quantidades de alimentos junto com água, i.e., *gulp-feeding* (CIDADE et al., 2017). A espécie-tipo do gênero é *M. amazonensis*, que foi encontrada às margens do Rio Juruá, no

Acre, e descrita pelo proeminente paleontólogo brasileiro Llewellyn Ivor Price (1964), com base em um crânio de grandes proporções. O holótipo da espécie (DGM-526-R) apresenta um comprimento máximo preservado do crânio de cerca de 1,2 metros (Figura 8).

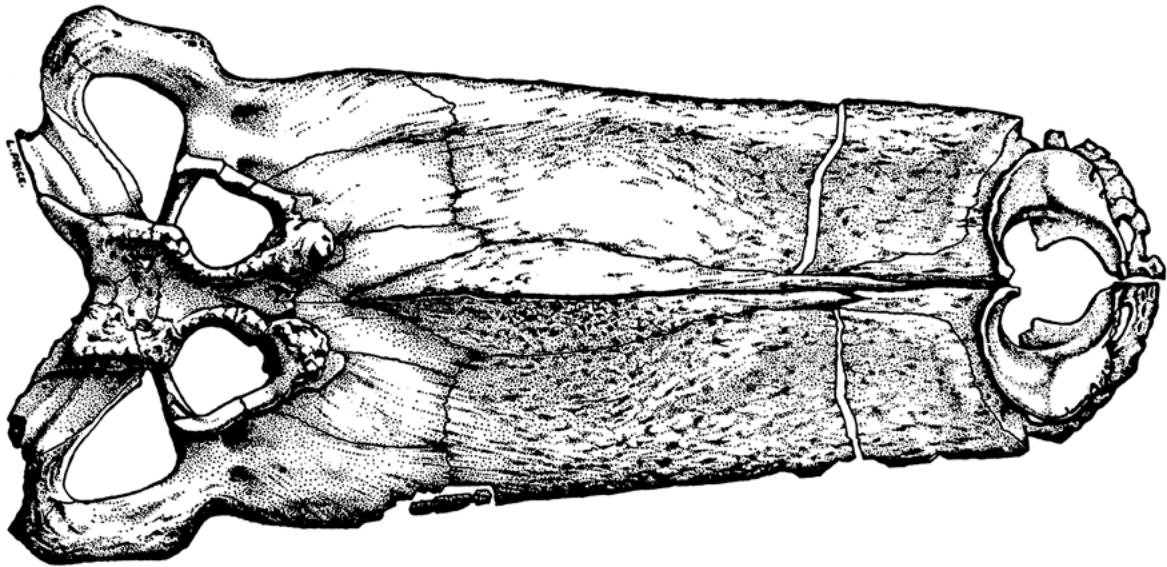


Figura 8: Ilustração do holótipo (DGM-526-R) de *Mourasuchus amazonensis*, proveniente da Formação Solimões, em vista dorsal. Escala igual a 100 mm. Fonte: modificado de Price (1964).

*Mourasuchus amazonensis* é a menos estudada das cinco espécies do gênero. Dentre as principais características anatômicas estão: a platirostría acentuada, a diminuição extrema do teto craniano, apresentando fenestras supratemporais vestigiais, presença de órbitas dorsais e levemente telescópicas, mandíbulas alongadas e esguias, e a redução do processo retroarticular (PRICE, 1964). Recentemente, diversos espécimes do Acre (UFAC-5716, UFAc-5883, UFAc-1818, UFAc-1799) foram identificados como pertencentes a uma segunda espécie proto-amazônica, *M. arendsi* (SOUZA-FILHO e GUILHERME, 2011), que havia sido originalmente descrita para o Mioceno da Venezuela (Urumaco) (BOCQUENTIN-VILLANUEVA, 1984). *Mourasuchus arendsi* diferencia-se de *M. amazonensis* pela presença de uma narina externa com formato circular e um osso jugal que é mais delgado e delicado (CIDADE et al., 2018). A diversidade de espécies amazônicas inclui ainda *M. atopus*, da Colômbia (LANGSTON JR., 1965) e *M. pattersoni*, da Venezuela (CIDADE et al., 2017), corroborando o *status* de *hotspot* do Sistema Pebas<sup>4</sup>. As presenças de espécimes de *Mourasuchus* sp., no Mioceno da Bolívia, e de *M. nativus*, no Mioceno da Argentina, mostram a existência de uma importante continuidade

<sup>4</sup> O Sistema Pebas é a associação dos registros fossilíferos do Cenozoico, de diversas formações geológicas do norte da América do Sul (Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela) que representam um mega-pantanal na região oeste da Proto-Amazônia (HOORN et al., 2010b).

geográfica entre as regiões norte da Pan-Amazônia e da Chacoparanaense, na América do Sul austral (BONA; DEGRANGE e FERNÁNDEZ, 2013; TINEO et al., 2015).

O gênero *Charactosuchus* e sua espécie-tipo *C. fieldsi* foram primeiramente reconhecidos e descritos a partir de fósseis provenientes dos estratos que abrigam a “Fauna de La Venta” (Grupo Honda), na Colômbia (LANGSTON JR., 1965). Esses animais são caracterizados pela longirostria, suas mandíbulas são muito alongadas e delgadas e os alvéolos são bastante espaçados e elevados, projetando-se lateralmente (LANGSTON JR., 1965). No Brasil, a primeira espécie de crocodiloíde descrita para o Mioceno foi *Brasilosuchus mendesi*, descrito com base num fragmento da porção mais cranial de um rostró (Holótipo UFAC-1664), incluindo parte de ambos os pré-maxilares do animal (SOUZA-FILHO e BOCQUENTIN-VILLANUEVA, 1989) (Figura 9). Esse espécime é reinterpretado e há a sugestão de sua sinonímia júnior em nível genérico com *Charactosuchus* sem, no entanto, haver uma formalização oficial para a nova proposição taxonômica (SOUZA-FILHO; BOCQUENTIN-VILLANUEVA e SILVA, 1993). Para CIDADE et al. (2019), portanto, o gênero *Brasilosuchus* segue válido, ainda que esse *status* possa mudar precocemente. Porém, é ainda mais relevante o fato de que não há partes comparáveis entre os holótipos de *B. mendesi* e *C. fieldsi* e que esses fósseis poderiam pertencer a um mesmo animal (AGUILERA, 2004). A presença de fósseis identificados como *C. fieldsi* em estratos da Formação Solimões (UFAC-3370) reforça essa hipótese (SOUZA-FILHO, 1993).

A situação da sistemática desses animais torna-se ainda mais confusa com a nomeação de “*C. sansaói*” (UFAC-1834), uma suposta espécie nova da Formação Solimões, a partir de uma mandíbula parcialmente preservada (SOUZA-FILHO, 1991). O material foi figurado a partir de fotografias [(RIFF et al., 2010) ver Figura 16.9], mas até o momento não há descrições anatômicas detalhadas sobre esse táxon. Contudo, o ato não foi validado de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, uma vez que a espécie foi nomeada em um resumo de congresso. Nenhuma espécie sul-americana associada à *Charactosuchus* ou *Brasilosuchus* foram incluídas em análises filogenéticas (BROCHU, 2003) e uma completa revisão sistemática desses táxons faz-se necessária para que possamos entender a origem do cenário evolutivo dos Crocodyloidea na América do Sul.

Os gavialóideos são um importante componente da fauna da Região Pan-Amazônica miocênica, destacando-se os Gryposuchinae, um clado formado majoritariamente por formas sul-americanas (VÉLEZ-JUARBE; BROCHU e SANTOS, 2007). A anatomia básica dos gavialóideos inclui um rostró alongado, dentição homodonte formada por elementos cônicos e coroas pontiagudas, feições tipicamente associadas à piscivoria (LANGSTON JR., 1973). O gênero *Gryposuchus*, endêmico da América do Sul, é o mais diversificado dentre todos os grupos de gavialóideos e conta com cinco espécies descritas: *Gryposuchus jessei*, *G. colombianus*, *G. croizati*, *G. pachakamue*, e *G. neogaeus* (LANGSTON JR., 1965; GASPARINI, 1968; RIFF e AGUILERA, 2008; SALAS-GISMONDI et al., 2016; SOUZA et al., 2018). Apenas a primeira

espécie possui registro para o Brasil, tanto de estratos geológicos do Estado do Amazonas (às margens do Rio Pauini), onde foi encontrado o holótipo da espécie, quanto do Estado do Acre (Sena Madureira), de onde é conhecido o material referido UFAC-1272 (LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; SOUZA et al., 2018). O material tipo de *G. jessei* (sem número de catálogo) possivelmente foi destruído durante a Segunda Guerra Mundial, quando o Museu de História Natural de Hamburgo foi atingido durante o bombardeamento da cidade (SOUZA et al., 2018). Hoje estão disponíveis apenas ilustrações do fóssil perdido, que mostram um fragmento de mandíbula com ossos pré-maxilares, maxilares e nasais, preservado até a altura do oitavo alvéolo maxilar (LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; SOUZA et al., 2018). As comparações a partir dessas ilustrações permitiram reconhecer o espécime UFAC-1272 como um novo exemplar de *G. jessei* (Figura 10), o que foi crucial para a manutenção do *status* taxonômico da espécie, baseado em uma combinação única de características da dentição pré-maxilar (LANGSTON JR. e GASPARINI, 1997; SOUZA et al., 2018).

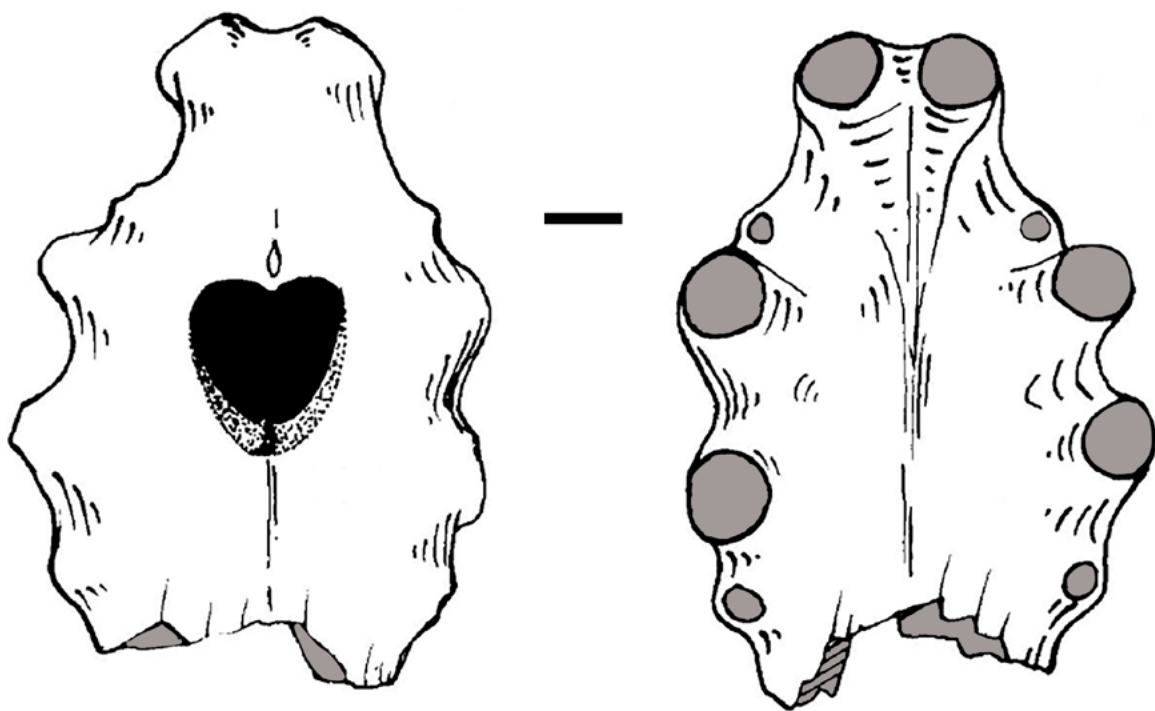


Figura 9: Ilustração do holótipo (UFAC-1664) de *Brasilosuchus mendesi*, proveniente da Formação Solimões, em vista dorsal (esquerda) e palatal (direita). Escala igual a 10 mm. Fonte: modificado de Souza-Filho e Bocquentin-Villanueva (1989).

Um segundo táxon gavialóideo reportado para o Mioceno brasileiro é *Hesperogavialis* sp., mas pouco se sabe sobre os espécimes atribuídos ao gênero, visto que nunca foram descritos (RIFF et al., 2010; FORTIER, 2011). A única espécie conhecida do gênero é *H. cruxenti* da Formação Urumaco, da Venezuela (VILLANUEVA e BUFFETAUT, 1981). Esse táxon

apresenta uma característica anatômica em comum às espécies de gaviais indianos, a retração dos ossos nasais que estão separados da abertura das narinas externas pelos ossos maxilares (RIFF et al., 2010). Mais estudos sobre esses gavialóides podem implicar em novas hipóteses sobre o parentesco entre os táxons pan-amazônicos e asiáticos.



Figura 10: Espécime referido (UFAC-1272) de *Gryposuchus jessei*, proveniente da Formação Solimões, em vista palatal. Escala igual a 50 mm. Foto: Lucy G. de Souza (UFABC).

## Os registros fósseis de crocodilianos recentes

O começo do desenvolvimento do Sistema Pebas, de mega-pantanaís, ainda durante o Mioceno Inferior da Região Pan-Amazônica, proporcionou uma diversidade de habitats lacustres, paludosos e pantanosos, sub influência marinha marginal, e cercados de florestas de palmeiras, sob um regime de altas taxas de precipitação pluviométrica (HOORN et al., 2010a). Essa região funcionou como um *hotspot* com diversas espécies de crocodilianos endêmicos (RIFF et al., 2010; SCHEYER et al., 2013; SALAS-GISMONDI et al., 2015). No entanto, foi nesse cenário que surgiu a maioria dos gêneros e espécies de crocodilianos recentes (FORTIER, 2011; CIDADE; FORTIER e HSIU, 2019). Os registros mais antigos das espécies viventes são encontrados no Mioceno Inferior da Formação Castillo, na Venezuela (*Caiman* sp.), no Mioceno Médio da Formação Pebas, no Peru (*C. wannlangstoni*, *Paleosuchus* sp.), da Formação Socorro, na Venezuela (*Caiman* sp.) e do Grupo Honda, na Colômbia (*Caiman* sp.) (LANGSTON JR., 1965; SCHEYER et al., 2013; SALAS-GISMONDI et al., 2015; SOLÓRZANO et al., 2019). Também, é reconhecida a presença de *C. crocodilus* para o Plio-Pleistoceno (2.6 Ma) da Venezuela, na localidade de El Breal de Orocuál (CIDADE et al., 2019).

No Brasil, todos os registros mais antigos foram encontrados no Mioceno Superior da Formação Solimões (CIDADE; FORTIER e HSIU, 2019), quando o Sistema Pebas já estava estabelecido. A espécie brasileira melhor conhecida é *Caiman brevirostris* cujo holótipo (UFAC-196) compreende um fragmento de rosto com um ramo mandibular direito associado (SOUZA-FILHO, 1987). Um novo espécime (UFAC-5388) foi descrito recentemente e compreende

um crânio fragmentado e desarticulado, mas com diversos ossos preservados que ainda não eram conhecidos a partir do material tipo (FORTIER et al., 2014). As principais características anatômicas associadas à *C. brevirostris* são: o rostró curto e largo, as narinas externas grandes, os ossos lacrimais curtos, a crista interorbital e os *canthi rostrali* bem desenvolvidos, os ossos pterigoides curtos e estreitos, a sínfise mandibular longa, a presença de dentes globosos com coroas baixas, dentre outras (FORTIER et al., 2014). Os novos dados permitiram uma nova compreensão sobre o posicionamento filogenético dessa espécie no clado Jacarea, que apresenta dois grupos menos inclusivos, um formado por *C. yacare* e *C. crocodilus* e o outro formado por *C. brevirostris* como espécie-irmã da politomia formada por *M. niger*, *C. latirostris* e um *Caiman* sp. fóssil (Fauna de La Venta) da Colômbia (FORTIER et al., 2014).

Descobertas recentes de diversos novos fósseis miocênicos foram reportados na literatura (FORTIER; BROCHU e SOUZA-FILHO, 2009; LACERDA; SOUZA e ROMANO, 2017; SOUZA-FILHO et al., 2017). Dentre esses achados está o registro mais antigo de *Caiman yacare*, representado por um crânio parcialmente preservado, que mostra características anatômicas similares às observadas em espécimes viventes, como as fenestras supratemporais pequenas, os ossos pós-orbitais expandidos lateralmente, além da presença de processos caudo-laterais dos ossos esqueléticos alongados e posicionados junto aos processos paroccipitais do osso exoccipital (FORTIER; BROCHU e SOUZA-FILHO, 2009). Registros anteriores associados a *C. cf. yacare* eram conhecidos para Argentina (BONA; RIFF e DE GASPARINI, 2013). O gênero *Melanosuchus* também aparece pela primeira vez no registro fóssil proto-amazônico do Brasil, com um fragmento de crânio (UFAC-2793) e um fragmento de tíbia (MZUFV-P-0016), sendo anteriormente conhecido apenas para Venezuela (LACERDA; SOUZA e ROMANO, 2017; SOUZA-FILHO et al., 2017). Além desses, fósseis do pós-crânio de espécimes associados à *Caiman* sp. (p. ex., MZUFV-P 0012; uma vértebra sacral) foram reportados (LACERDA; SOUZA e ROMANO, 2017).

Há um considerável registro de crocodilianos fósseis no Pleistoceno (2,58-0,01 Ma) do Brasil, porém, a maior parte desses espécimes têm sido apenas brevemente comentados em reuniões científicas, sem publicações detalhadas, como observaram alguns autores (FORTIER e RINCÓN, 2013). Fortier e Rincón (2013) fizeram o levantamento da presença de crocodilianos fósseis em, ao menos, oito estados brasileiros; Rondônia (*Melanosuchus* sp.), Mato Grosso (*Paleosuchus* sp.), Minas Gerais (*Caiman* sp.), Rio Grande do Sul (*Caiman* sp.), Bahia (Caimaninae spp.), Piauí (*Caiman* sp.), Rio Grande do Norte (*Caiman latirostris*), Ceará (Caimaninae spp.). Dentre as descobertas mais recentes, destacam-se os exemplares recuperados na Gruta do Ioiô (Palmeiras, Estado da Bahia), uma série de quatro indivíduos (LPRP/USP-0704, LPRP/USP-0705, LPRP/USP-0706 e LPRP/USP-0707), incluindo o material craniano e pós-craniano completo e bem preservado (CASTRO; MONTEFELTRO e LANGER, 2014). Identificados preliminarmente como *Caiman* sp., os espécimes mostram características anatômicas que sugerem afinidades com táxons de rostró muito largo e com *canthi rostrali* bem



desenvolvidos, como as espécies viventes *C. latirostris* e *M. niger* ou as extintas, *C. lutescens* ou *C. gasparinae* do Mioceno, da Argentina (CASTRO; MONTEFELTRO e LANGER, 2014).

Fortier (2011) descreve o primeiro fóssil de um crocodilo verdadeiro (*Crocodylus* sp.) do Brasil e o segundo da América do Sul, proveniente da Formação Rio Madeira, Pleistoceno Superior, do Estado de Rondônia. O espécime (MERO-PV-003) é composto por um crânio praticamente completo, faltando apenas parte dos ossos pterigóides e a dentição, que foi coletado na região do Município de Nova Mamoré, Estado de Rondônia, próximo à fronteira com a Bolívia (FORTIER, 2011). A anatomia craniana mostra características gerais dos crocodilos, como a presença de cinco dentes pré-maxilares, um entalhe na lateral do rostro para receber o quarto dente do dentário, e a expansão dos côndilos mediais dos ossos quadrados (FORTIER, 2011). Além disso, a espécie mostra feições comuns aos crocodilos neotropicais, tais como a presença de uma protuberância na superfície dorsal do crânio e elevação dorsal dos ossos nasais, acima da superfície do rostro (FORTIER, 2011). Ainda, há a similaridades com o crocodilo-do-Orinoco (*Crocodylus intermedius*), sendo ambos animais longirostros, porém, a espécie brasileira é mais robusta e apresenta sulcos mediais nos ossos parietais que não são observados em nenhuma outra espécie (FORTIER, 2011). A presença de um crocodilo verdadeiro durante o Pleistoceno do Brasil não fornece pistas para elucidar a origem desses animais no continente, mas aponta para a conexão entre as bacias dos rios Amazonas e do Orinoco, além da possibilidade de dispersão entre seus principais tributários, incluindo o Rio Madeira.

O estudo dos registros fósseis das espécies viventes de crocodilianos deve levar em consideração que grande parte da variação anatômica intra e interespecífica, especialmente em relação à osteologia, ainda é pouco conhecida para a maior parte das populações desses animais. Os avanços dos estudos moleculares nos últimos anos revelaram a presença de diversos complexos de linhagens crípticas (BITTENCOURT et al., 2019; ROBERTO et al., 2020), com algumas delas sendo elevadas à categoria de espécies (HEKKALA et al., 2011; SHIRLEY et al., 2018). Assim, é possível que variações atualmente consideradas intraespecíficas para uma determinada espécie, na verdade sejam variações interespecíficas entre linhagens evolutivas independentes e, portanto, impactando diretamente na capacidade de identificação de espécimes fossilizados de táxons recentes (BROCHU; SUMRALL, 2020). Apenas com mais estudos sobre a anatomia de linhagens crípticas recentes será possível entender as reais limitações para a identificação dos fósseis de crocodilianos viventes.

## Considerações Finais

Os crocodilianos viventes são apenas uma fração da diversidade taxonômica e morfológica que o grupo apresentou ao longo do Cenozoico, desde os primeiros registros no Paleoceno (Bacia de Itaboraí) e Oligoceno (Bacia de Taubaté), até o ápice de diversidade observado, no Mioceno do Acre e Amazonas (Formação Solimões), quando a Região Pan-Amazônia apresentou o

desenvolvimento do Sistema Pebas de mega-pantanaís, tornando-se um verdadeiro *hotspot*.

A descoberta do primeiro fóssil brasileiro de um crocodilo verdadeiro (*Crocodylus*), no Pleistoceno Superior (Formação Rio Madeira) do Estado de Rondônia, evidencia como mudanças faunísticas importantes ocorrem ao longo dos últimos milhares de anos no país. Ademais, são conhecidos oito gêneros extintos no registro fossilífero: os Caimaninae (Alligatorioidea) *Eocaiman*, *Mourasuchus*, *Purussaurus* e *Acrasuchus*; os Tomistominae (Crocodyloidea) *Charactosuchus* e *Brasilosuchus*; e os Gryposuchinae (Gavialoidea) *Gryposuchus* e *Hesperogavialis*. Os registros fósseis pertencentes às espécies recentes, viventes no Holoceno, são comparativamente menos estudados, em especial, os pós-Miocênicos.

Contudo, os registros de diversos fósseis em oito estados brasileiros, indicam o grande potencial que existe para novas descobertas paleontológicas, que, por sua vez, são importantes para o entendimento dos padrões e processos evolutivos que influenciaram a história natural dos crocodilianos. O futuro das pesquisas com crocodilianos fósseis no Brasil passa por uma significativa revolução que a paleontologia atravessa nos últimos anos. Nesse contexto, o uso de novas tecnologias, técnicas ou métodos, para aquisição de dados, têm permitido responder inúmeras questões sobre a paleobiologia de animais extintos (ver SAYÃO e BANTIM, 2015).

Dentre as novas técnicas destacam-se: a paleohistologia, que permite fazer inferências sobre a idade e o crescimento dos animais e as influências ambientais pelas quais eles passaram; a tomografia computadorizada, técnica de imagem não destrutiva que permite gerar imagens tridimensionais e realizar análise de cavidades internas ósseas; a microscopia eletrônica de varredura, que permite a análise microestrutural de tecidos moles fossilizados; e o uso de isótopos estáveis, que podem gerar dados sobre a composição da dieta de animais extintos e inferir sobre teias alimentares antigas de paleoecossistemas. Por fim, tudo indica que o cenário nos próximos anos será promissor à paleontologia brasileira, sobretudo, no que toca os estudos com crocodilianos fósseis.

## Agradecimentos

Agradeço aos colegas Yhuri C. Nóbrega (Projeto Caiman - IMD) pelo convite para escrever essa contribuição e André F. Barreto-Lima (INMA) em seus auxílios durante o processo de editoração e revisão do texto. Os amigos André E. P. Pinheiro (UERJ/FFP) e Lucy Gomes de Souza (Museu da Amazônia) forneceram gentilmente fotografias de diversos espécimes fósseis e viventes de seus acervos científicos pessoais, contribuindo para ilustração deste trabalho.

## Abreviações institucionais

**DGM:** Divisão de Geologia e Mineralogia, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, Brasil.

**LPRP/USP:** Laboratório de Paleontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.

**MCT:** Museu de Ciências da Terra, Rio de Janeiro, Brasil.

**MERO:** Museu Estadual de Rondônia, Porto Velho, Brasil.

**MZUFV:** Museu de Zoologia João Moojen, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

**UFAC:** Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Brasil.

## Referências

AGUILERA, O. A. **Tesoros Paleontológicos de Venezuela: Urumaco, patrimonio natural de la humanidad.** Caracas: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Editora Arte, 2004. 148 p.

AGUILERA, O. A.; RIFF, D.; BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. A new giant *Purussaurus* (Crocodyliformes, Alligatoridae) from the Upper Miocene Urumaco Formation, Venezuela. *Journal of Systematic Palaeontology*, v. 4, n. 3, p. 221-232, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1017/S147720190600188X>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

AURELIANO, T. et al. Morphometry, Bite-force, and Paleobiology of the Late Miocene Caiman *Purussaurus brasiliensis*. *PLOS ONE*, v. 10, n. 2, p. e0117944, 17 fev. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117944>>.

BARBOSA-RODRIGUES, J. Les Reptiles fossiles de la vallée de l' Amazone. *Vellosia*, v. 2, p. 41-56, 1892. Disponível em: <<http://biostor.org/reference/132141>>.

BITTENCOURT, P. S. et al. Evidence of cryptic lineages within a small South American crocodylian: the Schneider's Dwarf caiman *Paleosuchus trigonatus* (Alligatoridae: Caimaninae). *PeerJ*, v. 7, p. e6580, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.7717/peerj.6580>>.

BLANCO, A. et al. *Allodaposuchus palustris* sp. nov. from the Upper Cretaceous of Fumanya (South-Eastern Pyrenees, Iberian Peninsula): Systematics, palaeoecology and palaeobiogeography of the enigmatic Allodaposuchian Crocodylians. *PLoS ONE*, v. 9, n. 12, p. e115837, 31 dez. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115837>>.

BLANCO, A. et al. A new species of *Allodaposuchus* (*Eusuchia*, Crocodylia) from the Maastrichtian (Late Cretaceous) of Spain: phylogenetic and paleobiological implications. *PeerJ*, v. 3, p. e1171, 13 ago. 2015. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/1171>>.

BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. Un Nuevo Nettosuchidae (Crocodylia, *Eusuchia*) Proveniente De la formacion Urumaco (Mioceno Superior), Venezuela. *Ameghiniana*, v. 21, n. 1,

p. 3–8, 27 set. 1984. Disponible em: <<http://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/view/1723>>.

BONA, P. Una nueva especie de *Eocaiman* Simpson (Crocodylia, Alligatoridae) del Paleoceno inferior de Patagonia. *Ameghiniana*, v. 44, n. 2, p. 435-445, 2007. Disponible em: <<http://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/view/660>>.

BONA, P. et al. A new Palaeocene crocodylian from southern Argentina sheds light on the early history of caimanines. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 285, n. 1885, p. 20180843, 29 ago. 2018. Disponible em: <<https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0843>>.

BONA, P.; DEGRANGE, F. J.; FERNÁNDEZ, M. S. Skull Anatomy of the Bizarre Crocodylian *Mourasuchus nativus* (Alligatoridae, Caimaninae). *Anatomical Record*, v. 296, n. 2, p. 227-239, 1 fev. 2013. Disponible em: <<https://doi.org/10.1002/ar.22625>>.

BONA, P.; RIFF, D.; DE GASPARINI, Z. B. Late Miocene crocodylians from northeast Argentina: New approaches about the austral components of the Neogene South American crocodylian fauna. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 103, n. 34, p. 551-570, 2013. Disponible em: <<https://www.cambridge.org/core/article/late-miocene-crocodylians-from-northeast-argentina-new-approaches-about-the-austral-components-of-the-neogene-south-american-crocodylian-fauna/02FBDA8D8905DB21FE4583503B2235B4>>.

BROCHU, C. A. Phylogenetics, Taxonomy, and Historical Biogeography of Alligatoroidea. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 19, n. sup002, p. 9-100, 14 jun. 1999. Disponible em: <<https://doi.org/10.1080/02724634.1999.10011201>>.

BROCHU, C. A. Phylogenetic approaches toward crocodylian history. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 31, n. 1, p. 357-397, 2003. Disponible em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.earth.31.100901.141308>>.

BROCHU, C. A. A new Late Cretaceous gavialoid crocodylian from eastern North America and the phylogenetic relationships of thoracosaurids. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 24, n. 3, p. 610-633, 10 set. 2004. Disponible em: <[https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2004\)024\[0610:ANLCGC\]2.0.CO](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2004)024[0610:ANLCGC]2.0.CO)>.

BROCHU, C. A. A new alligatorid from the lower Eocene Green river Formation of Wyoming and the origin of caimans. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, n. 4, p. 1109-1126, 14 jul. 2010. Disponible em: <<https://doi.org/10.1080/02724634.2010.483569>>.

BROCHU, C. A. Phylogenetic relationships of *Necrosuchus ionensis* Simpson, 1937 and the early history of caimanines. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 163, n. s1, p. S228-S256, 1 dez. 2011. Disponible em: <<https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2011.00716.x>>.

BROCHU, C. A.; CARBOT-CHANONA, G. Biogeographic and systematic implications of a

Caimanine from the Late Miocene of Southern Mexico. *Journal of Herpetology*, v. 49, n. 1, p. 138–142, mar. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1670/13-134>>.

BROCHU, C. A.; SUMRALL, C. D. Modern cryptic species and crocodylian diversity in the fossil record. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 189, n. 2, p. 700-711, 13 maio 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlaa039>>.

BUFFETAUT, E. Systématique, origine et evolution des Gavialidae sud-américains. In: BUFFETAUT, E. (Ed.). **Phyllogenie et paléobiogeography: Livre jubilaire en l'honneur de Robert Hoffstetter**. Lyon: Mémoire Spécial no. 6. Géobios, 1982. p. 127-140.

BUSBEY, A. B. The structural consequences of skull flattening in crocodylians. In: THOMASON, J. J. (Ed.). **Functional Morphology in Vertebrate Paleontology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 173-192.

CASTRO, M. C.; MONTEFELTRO, F. C.; LANGER, M. C. The Quaternary vertebrate fauna of the limestone cave Gruta do Ioiô, northeastern Brazil. *Quaternary International*, v. 352, p. 164-175, 26 nov. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618214004121>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

CHIAPPE, L. Un nuevo *Caiman* (Crocodylia: Alligatoridae) de la Formación Tremembé (Oligoceno), Estado de São Paulo, Brasil, y su significado paleoclimático. *Paula-Coutiana*, v. 3, p. 49-66, 1988.

CIDADE, G. M. et al. A new *Mourasuchus* (Alligatoroidea, Caimaninae) from the late Miocene of Venezuela, the phylogeny of Caimaninae and considerations on the feeding habits of *Mourasuchus*. *PeerJ*, v. 5, p. e3056, 7 mar. 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/3056>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

CIDADE, G. M. et al. Redescription of the holotype of the Miocene crocodylian *Mourasuchus arendsi* (Alligatoroidea, Caimaninae) and perspectives on the taxonomy of the species. *Historical Biology*, p. 1-17, out. 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08912963.2018.1528246>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

CIDADE, G. M. et al. Taxonomic review of two fossil crocodylians from the Cenozoic of South America and its implications for the crocodylian fauna of the continent. *Zootaxa*; v. 4656, n. 3: 15 aug. 2019. Disponível em: <<https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4656.3.5>>.

CIDADE, G. M.; FORTIER, D.; HSIU, A. S. The crocodylomorph fauna of the Cenozoic of South America and its evolutionary history: a review. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 90, p. 392-411, 1 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981118303699>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

CLARAC, F. et al. Do the ornamented osteoderms influence the heat conduction through

- the skin? A finite element analysis in Crocodylomorpha. *Journal of Thermal Biology*, v. 69, p. 39-53, 1 out. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456517301213>>. Acesso em: 30 jul. 2019.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, v. 7, n. 1, p. 11-57, 2018.
- DACKE, C. G. et al. Alligator osteoderms as a source of labile calcium for eggshell formation. *Journal of Zoology*, v. 297, n. 4, p. 255-264, 1 dez. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jzo.12272>>.
- DELFINO, M. et al. A Complete Skull of *Allodaposuchus precedens* Nopcsa, 1928 (*Eusuchia*) and a reassessment of the morphology of the taxon based on the Romanian remains. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 28, n. 1, 2008.
- DOMNING, D. P.; CLARK, J. M. Jamaican Tertiary marine Vertebrata. In: WRIGHT, R. M.; ROBINSON, E. (Eds.). *Biostratigraphy of Jamaica*. Boulder: Geological Society of America Memoir 182, 1993. p. 413-415.
- ERICKSON, G. M. et al. Insights into the ecology and evolutionary success of crocodylians revealed through bite-force and tooth-pressure experimentation. *PLOS ONE*, v. 7, n. 3, p. e31781, 14 mar. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031781>>.
- ERICKSON, G. M. et al. A comparative analysis of ontogenetic bite-force scaling among Crocodylia. *Journal of Zoology*, v. 292, n. 1, p. 48-55, 2014.
- FIGUEIREDO, R. G. et al. Description of a new specimen of *Susisuchus anatoceps* (Crocodylomorpha: Mesoeucrocodylia) from the Crato Formation (Santana Group) with comments on Neosuchia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 163, n. 1, 2011.
- FIGUEIREDO, R. G.; PINHEIRO, A. E. P. Distribuição e considerações paleobiogeográficas sobre Crocodyliformes Cenozóicos do Gondwana Ocidental: *Eusuchia*. In: CARVALHO, ISMAR S.; SRIVASTAVA, NARENDRA K.; STROHSCHOEN JR., OSCAR; LANA, C. C. (Eds.). **Paleontologia Cenários de Vida, Volume 4**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 445-458.
- FISH, F. E. Kinematics of undulatory swimming in the American alligator. *Copeia*, v. 1984, n. 4, p. 839-845, 1984.
- FORTIER, D. C. O registro fóssil de crocodylianos na América do Sul: estado da arte, análise crítica e registro de novos materiais para o Cenozóico. 2011. (Tese). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 360 p., 2011.
- FORTIER, D. C. et al. A new specimen of *Caiman breviostris* (Crocodylia, Alligatoridae) from the late Miocene of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 34, n. 4, p. 820-834, 7 jun. 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02724634.2014.838173>>

. Acesso em: 29 jul. 2019.

FORTIER, D. C.; BROCHU, C. A.; SOUZA-FILHO, J. P. The oldest record of *Caiman yacare*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 29, n. 3, 2009.

FORTIER, D. C.; RINCÓN, A. D. Pleistocene crocodylians from Venezuela, and the description of a new species of *Caiman*. *Quaternary International*, v. 305, p. 141-148, 14 ago. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104061821200170X>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

FOTH, C. et al. Cranial shape variation in jacarean caimanines (Crocodylia, Alligatoroidea) and its implications in the taxonomic status of extinct species: The case of *Melanosuchus fisheri*. *Journal of Morphology*, v. 279, n. 2, p. 259-273, fev. 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jmor.20769>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

FREY, E.; SALISBURY, S. W. The kinematics of aquatic locomotion of *Osteolaemus tetraspis* Cope. In: GRIGG, G. C.; SEEBACHER, F.; FRANKLIN, C. E. (Eds.). **Crocodylian Biology and Evolution**. Chipping Norton: Surrey Beatty, 2001. p. 165-179.

GAD, S. D. Indian Gharial (*Gavialis gangeticus*) on the verge of extinction. *Current Science*, v. 94, n. 12, p. 1549, 2008.

GASPARINI, Z. Nuevos Restos De *Rhamphostomopsis neogaeus* (Burm.) Rusconi 1933, (Reptilia, Crocodylia) Del “Mesopotamiense” (Plioceno Medio - Superior) de Argentina. *Ameghiniana*, v. 5, n. 8, p. 299-311, 11 ago. 1968. Disponível em: <<http://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/view/1253>>.

GAUTHIER, J. Saurischian monophyly and the origin of birds. *Memoirs of the California Academy of sciences*, v. 8, p. 1-55, 1986.

GRIGG, G. C.; KIRSHNER, D. **Biology and Evolution of Crocodylians**. Clayton South: CSIRO Publishing, 2015. 649 p.

HASTINGS, A. K. et al. Systematics and biogeography of crocodylians from the miocene of Panama. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 33, n. 2, p. 239-263, 5 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02724634.2012.713814>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

HASTINGS, A. K.; REISSER, M.; SCHEYER, T. M. Character evolution and the origin of Caimaninae (Crocodylia) in the New World Tropics: New evidence from the Miocene of Panama and Venezuela. *Journal of Paleontology*, v. 90, n. 2, p. 317-332, 16 mar. 2016. Disponível em: <[https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0022336016000378/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0022336016000378/type/journal_article)>. Acessado em: 29 jul. 2019.

HEKKALA, E. et al. An ancient icon reveals new mysteries: mummy DNA resurrects a cryptic species within the Nile crocodile. *Molecular Ecology*, v. 20, n. 20, p. 4199-4215, 1 out. 2011.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05245.x>>.

HOLLIDAY, C. M.; GARDNER, N. M. A new eusuchian crocodyliform with novel cranial integument and its significance for the origin and evolution of crocodylia. *PLoS ONE*, v. 7, n. 1, 2012.

HOORN, C. et al. The development of the Amazonian mega-wetland (Miocene; Brazil, Colombia, Peru, Bolivia). In: HOORN, C.; WESSELINGH, F. P. (Eds.). **Amazonia, Landscape and Species Evolution: a Look into the Past**. London: Wiley-Blackwell, 2010a. p. 123-142.

HOORN, C. et al. Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape Evolution, and Biodiversity. *Science*, v. 330, n. 6006, p. 927–931, 12 nov. 2010b. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1194585>>.

HUA, S.; JOUVE, S. A primitive marine gavialoid from the Paleocene of Morocco. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 24, n. 2, p. 341-350, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1671/1104>>.

IJIMA, M.; KUBO, T.; KOBAYASHI, Y. Comparative limb proportions reveal differential locomotor morphofunctions of alligatoroids and crocodyloids. *Royal Society Open Science*, v. 5, n. 3, p. 171774, 30 jul. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rsos.171774>>.

ITURRALDE-VINENT, M.; MACPHEE, R. D. E. Paleogeography of the Caribbean region: implications for Cenozoic biogeography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 238, p. 1-95, 1999.

JACKSON, K.; BUTLER, D. G.; BROOKS, D. R. Habitat and phylogeny influence salinity discrimination in crocodylians: implications for osmoregulatory physiology and historical biogeography. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 58, n. 4, p. 371-383, 1 ago. 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1996.tb01441.x>>.

JOUVE, S. et al. New material of *Argochampsa krebsi* (Crocodylia: Gavialoidea) from the Lower Paleocene of the Oulad Abdoun Basin (Morocco): phylogenetic implications. *Geobios*, v. 39, n. 6, p. 817-832, 1 nov. 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016699506000842>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

LACERDA, M. B. S.; SOUZA, R. G.; ROMANO, P. S. Novos espécimes de Caimaninae (Crocodylia, Alligatoroidea) do município de Sena Madureira, Formação Solimões (Bacia do Acre). In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia**, Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2017.

LANGSTON JR., W. Fossil Crocodylians from Colombia and the Cenozoic History of the Crocodylia in South America. *University of California Publications in Geological Sciences*, v. 52, p. 1-168, 1965.

LANGSTON JR., W. The crocodylian skull in historical perspective. In: GANS, C.; PARSONS,



- T. S. (Eds.). *Biology of the Reptilia*, v. 4. London: London Academic Press, 1973. p. 263-284.
- LANGSTON JR., W.; GASPARINI, Z. Crocodylians, *Gryposuchus*, and the South American gavials. In: KAY, R. F. et al. (Eds.). **Vertebrate Paleontology in the Neotropics: The Miocene Fauna of La Venta, Colombia**. 1997. p. 113-154.
- LEE, M. S. Y.; YATES, A. M. Tip-dating and homoplasy: reconciling the shallow molecular divergences of modern gharials with their long fossil record. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 285, n. 1881, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1071>>.
- MANNION, P. D. et al. Climate constrains the evolutionary history and biodiversity of crocodylians. *Nature Communications*, v. 6, p. 8438, 24 set. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/ncomms9438>>.
- MATEUS, O.; PUÉRTOLAS-PASCUAL, E.; CALLAPEZ, P. M. A new eusuchian crocodylomorph from the Cenomanian (Late Cretaceous) of Portugal reveals novel implications on the origin of Crocodylia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 186, n. 2, p. 501-528, 6 dez. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zly064>>.
- MCINERNEY, F. A.; WING, S. L. The Paleocene-Eocene thermal maximum: A perturbation of Carbon cycle, climate, and biosphere with Implications for the Future. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 39, n. 1, p. 489-516, 25 abr. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040610-133431>>.
- MOLNAR, J. L. et al. Morphological and functional changes in the vertebral column with increasing aquatic adaptation in crocodylomorphs. *Royal Society Open Science*, v. 2, n. 11, 2015.
- MORAES-SANTOS, H.; VILLANUEVA, J. B.; TOLEDO, P. M. New remains of a gavialoid crocodylian from the late Oligocene–Early Miocene of the Pirabas Formation, Brazil. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 163, n. s1, p. S132-S139, 1 dez. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2011.00710.x>>.
- MORENO-BERNAL, J. W.; HEAD, J.; JARAMILLO, C. A. Fossil Crocodylians from the High Guajira Peninsula of Colombia: Neogene faunal change in northernmost South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 36, n. 3, p. e1110586, 3 maio 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02724634.2016.1110586>>.
- NARVÁEZ, I. et al. New crocodyliforms from southwestern Europe and definition of a diverse clade of European late cretaceous basal eusuchians. *PLoS ONE*, v. 10, n. 11, 2015.
- NARVÁEZ, I. et al. New Spanish Late Cretaceous eusuchian reveals the synchronic and sympatric presence of two allodaposuchids. *Cretaceous Research*, v. 65, p. 112-125, 1 out. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019566711630088X>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

OAKS, J. R. A time-calibrated species tree of Crocodylia reveals a recent radiation of the true crocodiles. *Evolution*, v. 65, n. 11, p. 3285-3297, nov. 2011. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1558-5646.2011.01373.x>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

ÓSI, A. The evolution of jaw mechanism and dental function in heterodont crocodyliforms. *Historical Biology*, v. 26, n. 3, p. 279-414, 4 maio 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/08912963.2013.777533>>.

PINCHEIRA-DONOSO, D. et al. Global taxonomic diversity of living reptiles. *PLOS ONE*, v. 8, n. 3, p. e59741, 27 mar. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059741>>.

PINHEIRO, A. E. P. et al. A new *Eocaiman* (Alligatoridae, Crocodylia) from the Itaboraí Basin, Paleogene of Rio de Janeiro, Brazil. *Historical Biology*, v. 25, n. 3, p. 327-337, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08912963.2012.705838>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

PUÉRTOLAS-PASCUAL, E.; CANUDO, J. I.; MORENO-AZANZA, M. The eusuchian crocodylomorph *Allodaposuchus subjuniperus* sp. nov., a new species from the latest Cretaceous (upper Maastrichtian) of Spain. *Historical Biology*, v. 26, n. 1, p. 91-109, 2 jan. 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08912963.2012.763034>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

RIEPPPEL, O. Studies on skeleton formation in reptiles. V. Patterns of ossification in the skeleton of *Alligator mississippiensis* Daudin (Reptilia, Crocodylia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 109, n. 3, p. 301-325, 1993.

RIFF, D. et al. Neogene crocodile and turtle fauna in northern south America. In: HOORN, C.; WESSELINGH, F. P. (Eds.). **Amazonia, Landscape and Species Evolution: a Look into the Past**. London: Wiley-Blackwell, 2010. p. 259-280.

RIFF, D. et al. Crocodylomorfos: a maior diversidade de répteis fósseis do Brasil. *Terrae*, v. 9, p. 12-40, 2012.

RIFF, D.; AGUILERA, O. A. The world's largest gharials *Gryposuchus*: description of *G. croizati* n. sp. (Crocodylia, Gavialidae) from the Upper Miocene Urumaco Formation, Venezuela. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 82, n. 2, p. 178, jun. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02988408>>.

ROBERTO, I. J. et al. Unexpected but unsurprising lineage diversity within the most widespread Neotropical crocodylian genus *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Systematics and Biodiversity*, v. 18, n. 4, p. 377-395, 18 maio 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/14772000.2020.1769222>>.

SALAS-GISMONDI, R. et al. A Miocene hyperdiverse crocodylian community reveals peculiar trophic dynamics in proto-Amazonian mega-wetlands. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 282, n. 1804, p. 20142490, 7 abr. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2490>>.

royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2014.2490>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SALAS-GISMONDI, R. et al. A new 13 million year old Gavialoid crocodylian from Proto-Amazonian mega-wetlands reveals parallel evolutionary Trends in Skull Shape Linked to Longirostry. *PLOS One*, v. 11, n. 4, p. e0152453, 20 abr. 2016. Disponível em: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0152453>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SALISBURY, S. W. et al. The origin of modern crocodyliforms: new evidence from the Cretaceous of Australia. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, n. 1600, p. 2439-2448, 2006. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.2006.3613>>.

SAYÃO, J. M.; BANTIM, R. A. M. A paleontologia no século XXI: novas técnicas e interpretações. *Ciência e Cultura*, v. 67, n. 4, p. 45-49, 2015.

SCHEYER, T. M. et al. Crocodylian diversity peak and extinction in the late Cenozoic of the northern Neotropics. *Nature Communications*, v. 4, p. 1907, 21 maio 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/ncomms2940>>.

SCHEYER, T. M.; MORENO-BERNAL, J. W. Fossil crocodylians from Venezuela in the context of South American faunas. In: SÁNCHEZ-VILLAGRA, M. R.; AGUILERA, O. A.; CARLINI, A. A. (Eds.). **Urumaco & Venezuelan Paleontology**. Bloomington: Indiana University Press, 2010. p. 192–213.

SHIRLEY, M. H. et al. Rigorous approaches to species delimitation have significant implications for African crocodylian systematics and conservation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 281, n. 1776, p. 20132483, 2014. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.2013.2483>>.

SHIRLEY, M. H. et al. Systematic revision of the living African slender-snouted crocodiles (*Mecistops* Gray, 1844). *Zootaxa*, v. 4504, n. 2, p. 151-193, 2018.

SIMPSON, G. G. A new crocodile from the *Notostylops* beds of Patagonia. *American Museum Novitates*, v. 623, p. 1-9, 1933.

SIMPSON, G. G. An ancient eusuchian crocodile from Patagonia. *American Museum Novitates*, v. 965, p. 1-25, 1937.

SOLÓRZANO, A. et al. Lower Miocene alligatoroids (Crocodylia) from the Castillo Formation, northwest of Venezuela. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, v. 99, n. 2, p. 241-259, 8 jun. 2019. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12549-018-0332-5>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SOUZA-FILHO, J. P. *Caiman brevirostris* sp. nov., um novo Alligatoridae da Formação Solimões (Pleistoceno) do Estado do Acre, Brasil. In: **Anais X Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987.

- SOUZA-FILHO, J. P. *Charactosuchus sansaoi*, uma nova espécie de Crocodylidae (Crocodylia) do Neógeno do Estado do Acre, Brasil. In: **Resumos do XII Congresso Brasileiro de Paleontologia**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1991.
- SOUZA-FILHO, J. P. Ocorrência de *Charactosuchus fieldsi* e *Charactosuchus* n. sp. (Crocodylia, Crocodylidae) no Neógeno da Amazônia brasileira. In: **IX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados (Resúmenes)**. Trelew: Ameghiniana 30 (1), 1993.
- SOUZA-FILHO, J. P. et al. On a new *Melanosuchus* (Crocodylomorpha, Alligatoridae) from the Neogene of the Solimões Formation, Brazilian Amazonia. In: **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2017.
- SOUZA-FILHO, J. P. et al. A new caimanine (Crocodylia, Alligatoroidea) species from the Solimões Formation of Brazil and the phylogeny of Caimaninae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 38, n. 5, p. e1528450, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02724634.2018.1528450>>.
- SOUZA-FILHO, J. P.; BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. *Brasilosuchus mendesi*, n. g., n. sp., novo representante da Família Gavialidae do Neógeno do Acre, Brasil. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1989.
- SOUZA-FILHO, J. P.; BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J.; SILVA, E. Novas interpretações do gênero *Brasilosuchus* (Crocodylia) do neógeno do estado do Acre, Brasil. In: **Resumos do XIII Congresso Brasileiro de Paleontologia e I Simpósio de Paleontologia do Cone Sul**. São Leopoldo: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1993.
- SOUZA-FILHO, J. P.; GUILHERME, E. Ampliação da diagnose e primeiro registro de *Mourasuchus arendsi* (Crocodylia-Nettosuchidae) no Neógeno da Formação Solimões, Amazônia Sul-Occidental. In: CARVALHO, I. S. et al. (Eds.). **Paleontologia Cenários de Vida**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, v. 4, 2011. p. 399-408.
- SOUZA, R. G. D. E. et al. Revisiting *Gryposuchus jessei* Gürich, 1912 (Crocodylia: Gavialoidea): specimen description and comments on the genus. *Zootaxa*, v. 4457, n. 1: 7 aug. 2018. Disponível em: <<https://biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4457.1.9>>.
- SUN, C.-Y.; CHEN, P.-Y. Structural design and mechanical behavior of alligator (*Alligator mississippiensis*) osteoderms. *Acta Biomaterialia*, v. 9, n. 11, p. 9049-9064, 1 nov. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706113003553>>. Acesso em: 31 jul. 2019.
- TAPLIN, L. E. et al. Lingual salt glands in *Crocodylus acutus* and *C. johnstoni* and their absence from *Alligator mississippiensis* and *Caiman crocodilus*. *Journal of comparative physiology*, v. 149, n. 1, p. 43-47, 1982.
- TAPLIN, L. E.; GRIGG, G. C. Historical zoogeography of the eusuchian crocodylians: A physiological perspective. *American Zoologist*, v. 29, n. 3, p. 885-901, 1 ago. 1989. Disponível em:

- <<https://academic.oup.com/icb/article-lookup/doi/10.1093/icb/29.3.885>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- TINEO, D. E. et al. Palaeoenvironmental implications of the giant crocodylian *Mourasuchus* (Alligatoridae, Caimaninae) in the Yecua Formation (Late Miocene) of Bolivia. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, v. 39, n. 2, p. 224-235, 3 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03115518.2015.967162>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- VÉLEZ-JUARBE, J.; BROCHU, C. A.; SANTOS, H. A gharial from the Oligocene of Puerto Rico: transoceanic dispersal in the history of a non-marine reptile. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, n. 1615, p. 1245-1254, 22 maio 2007. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2006.0455>>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- VILLANUEVA, J. B.; BUFFETAUT, E. *Hesperogavialis cruxenti* N. Gen., N. SP., nouveau Gavialide (Crocodylia, *Eusuchia*) du Miocene superieur (Huayquerien) d'Uruguay (Venezuela). *Geobios*, v. 14, n. 3, p. 415-419, 1981.
- WU, X.-C.; BRINKMAN, D. B. A new crocodylian (*Eusuchia*) from the uppermost Cretaceous of Alberta, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 52, n. 8, p. 590-607, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/cjes-2014-0133>>.



Fotos: Boris Marioni e Igor J. Roberto

## TAXONOMIA E BIOLOGIA GERAL DOS CROCODILIANOS DO BRASIL

Igor Joventino Roberto, Pedro Senna Bittencourt, Sandra Marcela Hernández-Rangel

## Introdução

O Brasil é um dos países com maior diversidade de crocodilianos na Região Neotropical. São encontradas seis espécies de três gêneros diferentes: *Caiman crocodilus*, *C. latirostris*, *C. yacare*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus* e *P. trigonatus*, pertencentes à Família Alligatoridae e Subfamília Caimaninae (MEDEM, 1983; COSTA e BÉRNILS, 2018). A maior espécie, *M. niger*, jacaré-açu, alcança tamanho maior do que 6,0 metros (MEDEM, 1981), enquanto que as espécies de *Paleosuchus* são as menores, sendo 2,1 m o tamanho máximo reportado para *P. palpebrosus* no Pantanal (CAMPOS et al., 2010) e 2,3 m para *P. trigonatus* na Amazônia (MEDEM, 1981). As espécies de *Caiman* possuem tamanhos intermediários, alcançando cerca de 3,5 m em *C. latirostris* (VERDADE e PIÑA, 2006).

Todas as espécies possuem uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo em uma vasta diversidade de habitats associados a rios, lagos, pântanos, charcos e corpos de água provisórios, além de ambientes urbanizados em grandes cidades (COUTINHO et al., 2013; FARIAS et al., 2013a, b; MARIONI et al., 2013a). Na Amazônia, Norte do Brasil, existe uma das maiores riquezas de crocodilianos, onde encontramos até cinco espécies de jacarés: *C. crocodilus*, *C. yacare*, *M. niger*, *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* (MEDEM, 1983; COSTA e BÉRNILS, 2018). Em algumas regiões amazônicas, como na Reserva Piagaçu-Purus, no Estado do Amazonas, é possível encontrar até quatro espécies na mesma área (MARIONI et al., 2013b) (Figura 1). Apenas *C. latirostris* não ocorre na Amazônia, possuindo distribuição na Mata Atlântica, Pantanal, Caatinga, Cerrado e nos Pampas Sulinos (VERDADE et al., 2010; COUTINHO et al., 2013).

No Pantanal ocorrem *C. latirostris*, *C. yacare* e *P. palpebrosus*, enquanto que no Cerrado e na Caatinga ocorrem *C. crocodilus*, *C. latirostris* e *P. palpebrosus*, e na Mata Atlântica, *C. latirostris* e *P. palpebrosus* (COUTINHO et al., 2013; FARIAS et al., 2013a, b; BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). Na região de transição Amazônia-Cerrado (ver MARQUES et al., 2019) podem ocorrer *Caiman crocodilus*, *C. yacare*, *M. niger*, *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* (FARIAS et al., 2013a, b; PEREIRA e MALVASIO, 2014; CAMPOS et al., 2017a; BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019). Esta região sofre com um alto nível de perda de habitat e possui poucas unidades de conservação, necessitando de estratégias de conservação e legislação adequada para preservar sua biodiversidade (MARQUES et al., 2019).

Todas as espécies de crocodilianos do Brasil estão classificadas como não ameaçadas de extinção, em nível internacional e nacional (BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019; CAMPOS et al., 2019; MAGNUSSON et al., 2019). Porém, *C. latirostris* figura “Em Perigo de Extinção” (EN) nas listas estaduais do Rio de Janeiro (BERGALLO et al., 2000) e do Espírito Santo (BÉRNILS et al., 2019). Por apresentarem uma morfologia externa bastante conservada, grande variação de coloração e carência de caracteres diagnósticos, a taxonomia dessas espécies se tornou bastante complexa, o que levou à descrição de vários táxons sinonimizados com

as espécies reconhecidas atualmente, além da descrição de várias subespécies, baseados em poucos exemplares e com diferenças mais relacionadas com o formato do crânio (ver COPE, 1868; BOCOURT, 1876; MEDEM, 1955; BALAGUERA-REINA et al., 2020).



Figura 1: Quatro espécies de crocodilianos simpátricas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas, Brasil. A - Vista lateral das cabeças das espécies (de cima para baixo): *Caiman crocodilus*, *Paleosuchus trigonatus*, *Melanosuchus niger* e *Paleosuchus palpebrosus*; B - Vista dorsal das cabeças das espécies (da esquerda para direita): *Paleosuchus palpebrosus*, *Melanosuchus niger*, *Caiman crocodilus*, *Paleosuchus trigonatus*. Fotos: Boris Marioni.

Com o avanço de técnicas moleculares, a descoberta de diversidade de linhagens crípticas dentro dessas espécies vem sugerindo que o número real de espécies estaria subestimado (ver VENEGAS-ANAYA et al., 2008; BORGES et al., 2018; MUNIZ et al., 2018; BITTENCOURT et al., 2019; ROBERTO et al., 2020). Entretanto, novas revisões taxonômicas desses complexos de espécies ainda são urgentemente necessárias para a tomada de decisões taxonômicas que são importantes para a conservação dessas linhagens evolutivas (ver BALAGUERA-REINA et al., 2020; ROBERTO et al., 2020).

Por fim, o objetivo principal no presente capítulo foi de elucidar a diversidade de espécies de crocodilianos que ocorrem no Brasil, apresentando a taxonomia, diagnose, o histórico taxonômico e os aspectos da história natural e das distribuições geográficas de cada espécie.



## Taxonomia e Biologia dos Jacarés do Brasil

**Ordem:** Crocodylia Gmelin, 1789 (*sensu* Benton e Clark, 1988)

**Superfamília:** Alligatoroidea Gray, 1844 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Família:** Alligatoridae Cuvier, 1807 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Subfamília:** Caimaninae Brochu, 1999

**Gênero:** *Caiman* Spix, 1825

**Espécie:** *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758)

*Caiman latirostris* (Daudin, 1802)

*Caiman yacare* (Daudin, 1802)

### *Caiman* Spix, 1825

Embora o gênero *Caiman* tenha sido descrito em 1825 por Spix, somente 100 anos depois foi designada uma espécie tipo para o gênero: *Caiman fissipes* (Schmidt, 1928) que atualmente é uma sinônimo de *Caiman latirostris* (Boulenger, 1889). Antes disso, as espécies que compõem o gênero *Caiman* haviam sido inseridas em vários outros gêneros (e.g., *Lacerta*, *Crocodylus*, *Alligator*, *Jacaretinga*, *Champsia*, *Jacare*) (MOOK, 1940). Atualmente, o gênero *Caiman* é composto por três espécies válidas: *C. crocodilus*, *C. latirostris* e *C. yacare* (MEDEM, 1983). Apesar do gênero ser um grupo monofilético, baseado nas filogenias moleculares (OAKS, 2011), não existem sinapomorfias morfológicas que separem todas as espécies de *Caiman* de *Melanosuchus*, ambos gêneros fazem parte do clado “Jacarea” (Gray, 1844), baseado em sinapomorfias osteológicas relacionadas ao formato e aos processos de suturas craniais (ver BROCHU, 1999). Isso levou alguns autores a considerarem *Melanosuchus niger* como *Caiman niger* (e.g., SPIX, 1825; GRAY, 1831; BOULENGER, 1889; SCHMIDT, 1928).

Nas filogenias baseadas em caracteres morfológicos, *Melanosuchus* é mais proximamente relacionado com *C. latirostris*, devido à presença de “cristas rostrais” proeminentes (Figura 2a, b). As demais espécies do gênero, *C. crocodilus* e *C. yacare*, são bastante similares e possuem sinapomorfias osteológicas (ver BROCHU, 1999). O gênero *Caiman* se diferencia de *Paleosuchus* pela presença de uma crista pré-orbital óssea (ausente em *Paleosuchus*), pálpebras não ossificadas (ossificadas em *Paleosuchus*) (Figura 2c) e escamas pós-occipitais pouco quilhadas (extremamente quilhadas em *Paleosuchus*).

## *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758)

Conhecida no Brasil como “jacaré-tinga”. Os machos adultos podem atingir 2,7 m de comprimento total e as fêmeas atingem a maturidade sexual em torno de 1,10 m, alcançando 1,73 m de comprimento total (MEDEM, 1983). A coloração da espécie é extremamente variável, alguns espécimes podem possuir coloração dorsal amarela olivácea, com padrão de manchas na região dorsal e da cauda extremamente variáveis (MEDEM, 1983). *Caiman crocodilus* possui de 2-3 fileiras de escamas pós-occipitais, compostas por 6-8 escamas; 4-5 fileiras de escamas cervicais, 18-19 fileiras de escamas dorsais, compostas por 8-10 escamas; 12-13 fileiras de escamas caudais duplas e 20-22 escamas caudais simples; 20-24 fileiras transversais de escamas ventrais (BRAZAITIS, 1973).

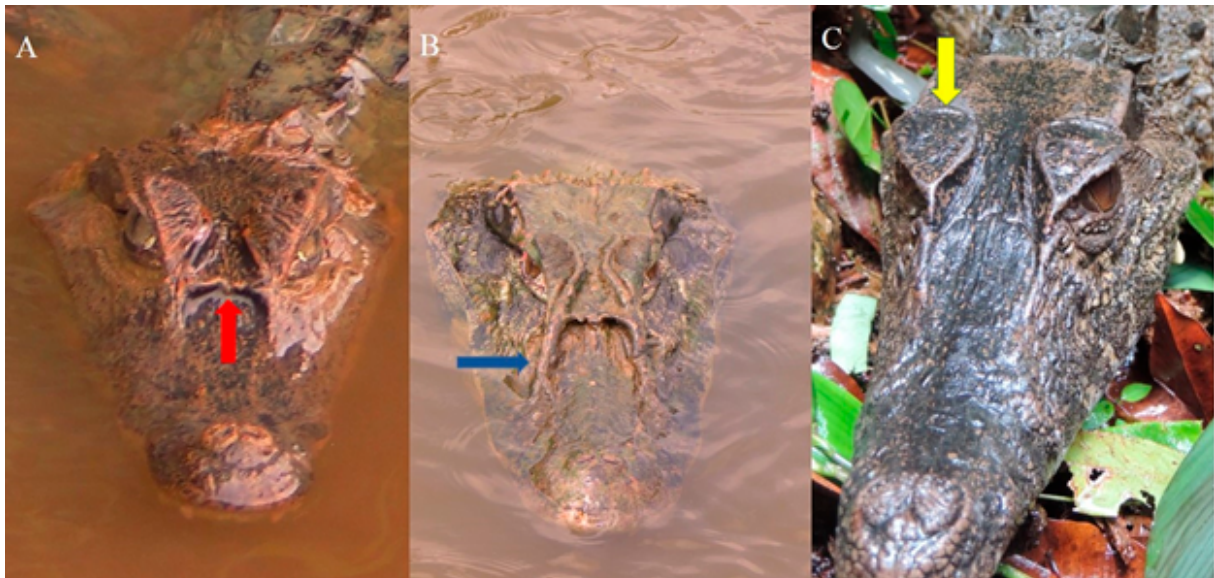


Figura 2: Caracteres diagnósticos nos gêneros de crocodilianos brasileiros. Presença de crista pré-orbital óssea (seta vermelha) em *Caiman crocodilus* (A) e *Melanosuchus niger* (B), ausência em *Paleosuchus trigonatus* (C). Presença de cristas rostrais proeminente em *Melanosuchus niger* (seta azul), ausentes em *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus trigonatus*; pálpebras completamente ossificadas em *Paleosuchus trigonatus* (seta amarela), não ossificadas em *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger*. Fotos: Igor J. Roberto (A, B) e Boris Marioni (C).

Os indivíduos adultos de *Caiman crocodilus* não possuem manchas escuras bem definidas nas mandíbulas, o que diferencia a espécie de *C. yacare* (BUSACK e PANDYA, 2001), além de possuir um formato de crânio mais *longirostris*. *Caiman crocodilus* se distingue de *C. latirostris* pela ausência de crista rostral proeminente e formato do focinho mais comprido e estreito (ver Figura 3). *Caiman crocodilus* é a espécie de crocodiliano neotropical com maior distribuição geográfica, ocorrendo no sul do México (em Chiapas), na Guatemala, em El Salvador, Honduras,

Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Peru, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e no Brasil, além de populações exóticas em Cuba, Porto Rico e nos Estados Unidos (VELASCO e AYARZAGUENA, 2010; BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). No Brasil, de forma geral, *C. crocodilus* é encontrado nas bacias do Rio Amazonas, no Escudo Brasileiro, no complexo das bacias costeiras do Atlântico (FARIAS et al., 2013a; ROBERTO et al., 2020).

### Histórico Taxonômico

Linnaeus (1758) descreveu *Lacerta crocodilus*, entretanto não designou nenhum holótipo para esta espécie, tratando-se de um “nome composto” por incluir na descrição indivíduos de outras espécies, incluindo *Crocodylus niloticus* e *C. acutus* o que levou alguns autores (SCHMIDT, 1928; MEDEM e MARX, 1955; MEDEM, 1955, 1960, 1981, 1983) a considerar *Caiman sclerops* (Schneider, 1801) como nome válido para *C. crocodilus*.

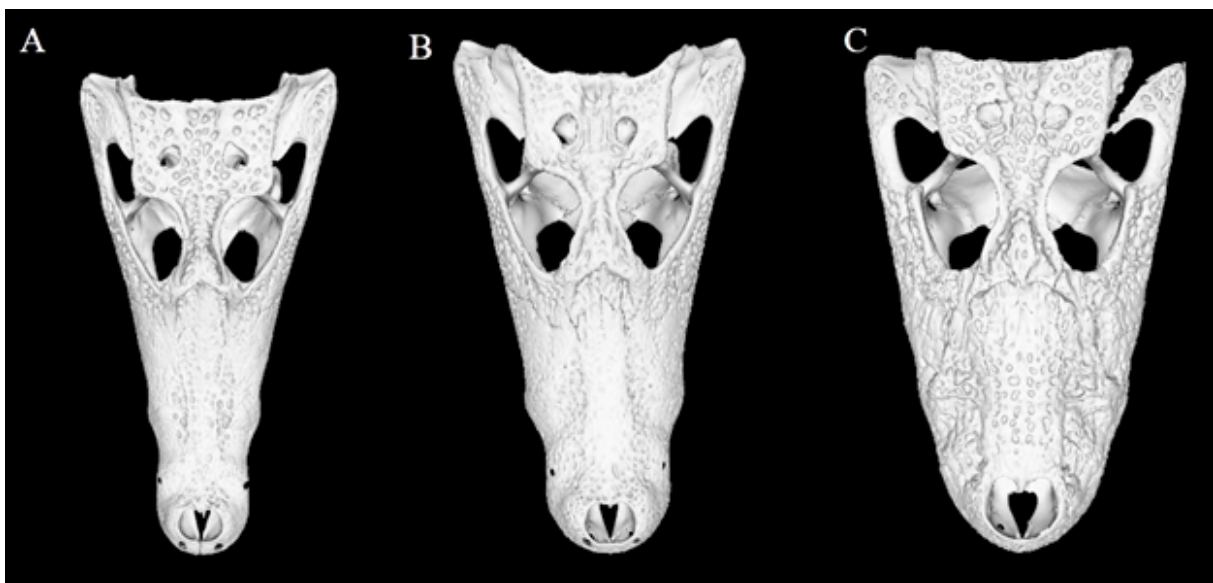


Figura 3: Modelo 3D de crânios escaneados do gênero *Caiman*. A - formato mais *longirostris* de macho adulto de *Caiman crocodilus* (INPA-H-40542); B: formato intermediário de macho adulto de *Caiman yacare* (FMNH-H-9150); e C: formato mais largo e curto de adulto de macho subadulto de *Caiman latirostris* (MCZ-H-42600). Fotos: Igor J. Roberto.

Lonnberg (1896) mencionou que os espécimes proveniente da descrição de Linnaeus (1749), na publicação “*Amoenitates academicae (Amphibia, Gyllenborgiana)*”, tratavam-se de *Caiman sclerops* e que dois destes espécimes estariam depositados na coleção do *Uppsala Natural History Museum of Evolution*, Suécia, designando ambos como da série tipo de *Lacerta crocodilus*. Entretanto, a descrição de Linnaeus (1749) não foi considerada válida pelo Código

Internacional de Nomenclatura Zoológica (ver HOOGMOED e GRUBER, 1983), prevalecendo então, a descrição de 1758. Posteriormente, Andersson (1901) opinou que o nome *Caiman crocodilus* deveria ser adotado em vez de *Caiman sclerops*, pelo princípio da prioridade do nome mais antigo. Hoogmoed e Gruber (1983) designaram o espécime (UPSZTY-75) considerado como tipo de *Caiman crocodilus*, por Lönnberg (1896), como sendo lectótipo de desta espécie, colocando *C. sclerops* novamente como um sinônimo do mesmo; tal taxonomia ainda é válida. A localidade tipo de *C. crocodilus* também é considerada bastante problemática, sendo considerada por alguns autores como não existente, e por outros, o Rio Demerara, Guiana (SCHMIDT, 1928; MEDEM, 1983).

Entretanto, Kischlat et al. (2016), revisando a história do lectótipo da espécie, designou Paramaribo, no Suriname, como a localidade tipo mais provável. Atualmente, *C. crocodilus* possui três subespécies consideradas válidas: *C. c. crocodilus* (Escobedo-Gálvan et al., 2011), *C. c. fuscus* (Cope, 1868) e *C. c. chiapasius* (Bocourt, 1876). *Caiman c. fuscus* foi descrita como *Perosuchus fuscus* (1868), baseado em um indivíduo da bacia do Rio Magdalena, Colômbia, sendo posteriormente inserida no gênero *Caiman*. Schmidt (1928) considerou *C. fuscus* como espécie válida, sendo diferenciada de *C. crocodilus* e *C. yacare* por apresentar uma entrada ampla do pterigóideo na fossa palatina, ao contrário das outras espécies. Contudo, posteriormente foi considerada (e.g., MEDEM, 1983; VENEGAS-ANAYA et al., 2008; BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019) como uma subespécie de *C. crocodilus*, apesar de estudos moleculares sugerirem o seu *status* como de espécie válida (GODSHALK, 2014; ROBERTO et al., 2020).

*Caiman c. chiapasius* foi descrito (BOCOURT, 1876) baseado apenas em um indivíduo de Chiapas, no sul do México, e devido à falta de caracteres diagnósticos, essa espécie foi considerada como subespécie de *C. crocodilus*. Medem (1955) descreveu a última subespécie do complexo *C. c. apaporiensis*, cujo táxon apresentava indivíduos com crânio extremamente alongado e estreito em comparação com outras populações de *C. crocodilus*. Quase 50 anos depois, foi realizada a última revisão taxonômica baseada na morfologia do complexo *Caiman crocodilus/yacare* (BUSACK e PANDYA, 2001). Os autores realizaram uma série de contagens de escamas, padrão de coloração da mandíbula e morfometria linear, mas não encontraram diferenças morfológicas que corroborassem com o arranjo taxonômico das subespécies de *C. crocodilus*, sinonimizando todas, com exceção de *C. c. apaporiensis* com *C. crocodilus*.

Apesar disso, as análises utilizadas não foram consideradas adequadas para a identificação dos grupos taxonômicos (ver ESCOBEDO-GALVÁN et al., 2011, 2015). Venegas-Anaya et al. (2008), através de análises filogenéticas com marcadores mitocondriais, encontrou linhagens evolutivas que corroboravam com as subespécies descritas previamente, levando ao reconhecimento das mesmas e delimitação da distribuição geográfica (ESCOBEDO-GALVÁN et al., 2011). Posteriormente, trabalhos utilizando morfometria geométrica também encontraram diferenças no formato do crânio entre as subespécies, sugerindo a presença de um complexo de espécies (OKAMOTO et al., 2015; ANGULO-BEDOYA et al., 2019) e

sugerindo que *Caiman crocodilus apaporiensis* seria a subespécie mais diferenciada das demais e deveria ser considerada como uma espécie (ESCOBEDO-GALVÁN et al., 2015). Entretanto, BALAGUERA-REINA et al. (2020) demonstraram que esse táxon não era válido, mas se tratava apenas de uma variação morfológica local de indivíduos com formato da cabeça mais *longirostris*. Estudos moleculares, usando métodos de descobrimento de espécies, também encontraram várias linhagens evolutivas que corroboram com a presença de várias espécies crípticas dentro de *C. crocodilus*, incluindo as subespécies *C. c. fuscus*, *C. c. chiapasius* e linhagens crípticas do Peru e Brasil, indicando a necessidade de uma revisão taxonômica nesse complexo (ROBERTO et al., 2020).

## História Natural

*Caiman crocodilus* é uma espécie generalista quanto ao seu uso de hábitat, ocorrendo em vários ecossistemas lacustres, rios, manguezais, em vários biomas como Amazônia, Caatinga, Cerrado e Llanos (BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). O período reprodutivo da espécie ocorre no período chuvoso do ano onde são depositadas ninhadas que variam de 17 a 38 ovos (MEDEM, 1983; THORBJARNARSON, 1994). O Sistema de acasalamento de *C. crocodilus* é considerado poliândrico, no qual as fêmeas acasalam com vários machos, ocasionando proles com múltipla paternidade (OLIVEIRA et al., 2014). Sua dieta é bastante generalista, com predomínio de invertebrados na fase juvenil e peixes na fase adulta (STATON e DIXON, 1975; MAGNUSSON et al., 1987; THORBJARNARSON, 1993; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999).

## *Caiman latirostris* (Daudin, 1802)

No Brasil, é conhecida popularmente como “jacaré-do-papo-amarelo”. *Caiman latirostris* possui duas fileiras de escamas pós-occipitais, compostas por 6-8 escamas, 3-4 fileiras de escamas cervicais separadas por uma curta camada de tecido, 17-18 fileiras de escamas dorsais, compostas por 6-8 escamas, 13-16 escamas caudais duplas e 22-23 escamas caudais simples, 26-30 fileiras transversais de escamas ventrais compostas por 12 escamas em cada (BRAZAITIS, 1973). Essa espécie é facilmente diferenciada de *C. crocodilus* e *C. yacare* pela presença de cristas rostrais bem evidentes, formato da cabeça mais largo e focinho mais curto do que as demais espécies, podendo alcançar até 3,5 m de comprimento sendo a maior espécie do gênero (VERDADE e PIÑA, 2006). *Caiman latirostris* ocorre na Região do Chaco, no Rio Pilcomayo, Bolívia, no Paraguai, Argentina, Uruguai e no Brasil, ocorrendo nas bacias costeiras do Atlântico, do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, nas bacias dos rios Paraná, São Francisco, Doce e Jequitinhonha (VERDADE e PIÑA, 2006; COUTINHO et al., 2013; ROBERTO et al., 2020).

## Histórico Taxonômico

*Caiman latirostris* foi descrita por Daudin (1802) como *Crocodylus latirostris*, baseado em um exemplar juvenil do *Museum Naturelle d'Histoire Naturelle*. Porém, não mencionou o número do espécime, nem indicou a localidade tipo do mesmo. Apenas no final do século foi que Vaillanti (1898) determinou o número do espécime como holótipo (MNHN-7769). Spix (1825) descreveu *Caiman fissipes* com a localidade tipo o Rio São Francisco, no Brasil, mas essa espécie foi sinonimizada com *Caiman latirostris*. O mesmo aconteceu para a espécie descrita por Duméril e Bibron (1839), *Alligator cyanocephalus*, que também foi posteriormente sinonimizada como *C. latirostris*. Freiberg e Carvalho (1965) descreveram uma nova subespécie, *Caiman latirostris chacoensis* (Holótipo-17.551, *Museo Argentino de Ciencias Naturales*) para Região do Chaco da Argentina, essa subespécie seria caracterizada por diferenças no formato da fossa palatina (mais curtas) e pelo estreito processo pterigóideo entrando na fossa palatina (entrada mais ampla em *C. l. latirostris*), além de possuir 24-27 fileiras de escamas ventrais, ao contrário de *C. l. latirostris* que possuiria menos, sendo de 22-24 fileiras.

Entretanto, King e Burk (1989) invalidaram as subespécies. Freiberg e Carvalho (1965) também designaram localidade tipo de *C. latirostris* para Joinville, Santa Catarina, Brasil. Os autores mencionam que a população de *C. latirostris* do Rio São Francisco possui diferenças no crânio e nas escamas, assim como mencionado por Schmidt (1928), sendo necessário um estudo taxonômico dessa população. Recentemente, Borges et al. (2018) encontrou três linhagens evolutivas de *C. latirostris*: uma ocorrendo na bacia do Rio São Francisco + Jequitinhonha, outra na bacia do Rio Paraná e outra na bacia do Rio Doce. Roberto et al. (2020) aumentaram a distribuição dessas linhagens e indicou que a linhagem do Rio Doce incluía topótipos de *C. latirostris*. Todas essas evidências sugerem que *C. latirostris* trata-se de um complexo de espécies que também necessita de revisão taxonômica.

## História Natural

*Caiman latirostris* ocupa vários habitats ao longo da sua distribuição, como lagos, calhas de rios, manguezais, pântanos e em corpos hídricos em ambientes urbanizados (VERDADE et al., 2010). Sua reprodução ocorre no período chuvoso do ano, no qual as fêmeas constroem ninhos com material orgânico vegetal e solo nas margens dos corpos de água (VERDADE et al., 2010; COUTINHO et al., 2013). A ninhada varia de 18 a 50 ovos (VERDADE et al., 2010) com evidência de múltipla paternidade detectada nas populações de *C. latirostris* na Argentina (AMAVET et al., 2008, 2012), resultados similares aos encontrados para *C. crocodylus* (OLIVEIRA et al., 2014). Sua dieta é generalista, incluindo presas pequenas como insetos aquáticos, crustáceos e moluscos, quando jovens e presas maiores como peixes, répteis, aves e mamíferos, quando adultos (VERDADE et al., 2010; COUTINHO et al., 2013).

## *Caiman yacare* (Daudin, 1802)

É conhecida popularmente no Brasil como “jacaré-do-pantanal”, por ocorrer, sobretudo, no Pantanal brasileiro. Essa espécie é caracterizada principalmente pela presença de manchas grandes pretas na mandíbula e maxila e pelo padrão de escamas na região lateral do corpo (MEDEM, 1959; BUSACK e PANDYA, 2001). *Caiman yacare* não possui diferenças relacionadas à conformação de escamas dorsais, ventrais, pós-occipitais e cervicais que a separe de *C. crocodilus* (BUSACK e PANDYA, 2001). As populações dos rios Beni (Bolívia) e do Madeira (Brasil), possuem uma variação clinal no padrão de coloração, com indivíduos apresentando manchas menos evidentes (BRAZAITIS et al., 1998) (Figura 4).

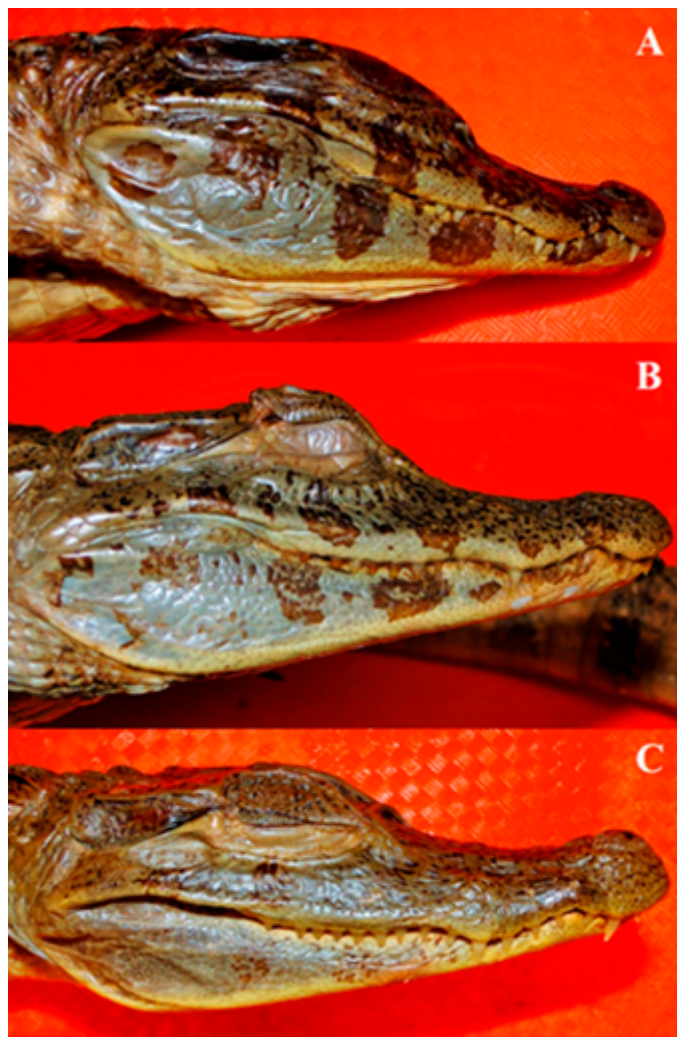


Figura 4: Variação do padrão de coloração da mandíbula de *Caiman yacare* conforme a distribuição. A: Misiones, Departamento do Alto Paraguay, Paraguai (UF-H-120252), B: Rio Beni, Bolívia (UF-H-98742); C- Rio Madeira, Município de Humaitá, Estado do Amazonas, Brasil (UF-H-98954; possível híbrido). Fotos: Igor J. Roberto.

Na Amazônia brasileira, ao longo do Rio Madeira, existe uma zona onde *C. crocodilus* e *C. yacare* ocorrem em simpatria, com possível hibridização nesta localidade (BRAZAITIS et al., 1998; HRBEK et al., 2008). Outra zona de contato seria entre os rios Madre de Dios e Beni, na Bolívia e no Peru (MEDEM, 1983). Essa variação da coloração ao longo desse gradiente levou alguns autores a considerar a espécie como uma subespécie de *C. crocodilus* (WERMUTH e MERTENS, 1977; MAGNUSSON, 2001; CAMPOS et al., 2014). *Caiman yacare* distribuiu-se pelo Rio Beni e pelas regiões alagadas do nordeste e leste da Bolívia, nos afluentes do Rio Madeira e nos sistemas do Rio Paraná, no Paraguai, no Pantanal mato-grossense e nos rios Madeira, Mamoré e Guaporé, no Brasil e no nordeste da Argentina (MEDEM, 1983; FARIAS et al., 2013b).

## Histórico Taxonômico

Em 1801, Félix de Azara descreveu uma espécie de crocodiliano proveniente do Rio Paraguai (Paraguai), incluindo detalhes da morfologia e aspectos do seu hábitat, todavia, ele não sugeriu nome para essa espécie nova. Daudin (1802), baseado no trabalho de Azara (1801), nomeou a espécie do Paraguai como *Crocodilus yacare*. Posteriormente, essa espécie foi considerada como sinonímia de *Caiman crocodilus* (e.g., NATTERER, 1840; BOULENGER, 1889). Em 1928, Karl Schmidt, analisando material proveniente da bacia do Rio Paraguai, elevou novamente o nome *Caiman yacare* para espécie, taxonomia essa que foi seguida por Mook (1940) e Medem (1959, 1983). Entretanto, outros autores continuaram adotando o *status* de subespécie (e.g., MERTENS, 1943; WERMUTH, 1953; WERMUTH e MERTENS, 1977).

Em 1974, Donoso-Barros descreveu uma nova subespécie de *Caiman yacare* do Rio Beni, Bolívia, homenageando o pesquisador Federico Medem, *C. y. medemi*, porém, essa denominação não foi aceita por Medem (1983), que mencionou a falta de caracteres diagnósticos para diferenciar essa subespécie de *C. yacare* da bacia do Paraguai. Busack e Pandya (2001), com base em caracteres merísticos e morfológicos, concluíram que *Caiman yacare* das bacias do Rio Paraguai e Rio Beni seria uma espécie válida, o que posteriormente foi adotado pelas listas internacionais e nacionais de espécies (i.e., IUCN e MMA), apesar de alguns pesquisadores ainda adotarem o *status* de subespécie (ver MAGNUSSON, 2001; CAMPOS et al., 2014, 2015).

Ainda, Godshalk (2008), através do uso de análises filogenéticas com marcadores mitocondriais e microssatélites, encontrou duas linhagens evolutivas dentro de *C. yacare*, uma na bacia do Rio Paraguai e outra no Rio Beni, as quais adotou a designação de *C. y. yacare* e *C. y. medemi*. Devido à similaridade morfológica com *C. crocodilus*, apresentando variação clinal da coloração da mandíbula nas populações ao longo do Rio Beni e Rio Madeira (BRAZAITIS et al., 1983), e por estar incluso em *C. crocodilus sensu lato*, sendo parafilético com o mesmo ao longo do Rio Madeira (HRBEK et al., 2008), essa espécie é considerada como parte do complexo *Caiman crocodilus/yacare* (OKAMOTO et al., 2015). ROBERTO et



al. (2020), utilizando métodos moleculares de delimitação de espécies, também encontraram as mesmas linhagens definidas por GODSHALK (2008), evidenciando que a espécie deveria ser considerada válida.

## História Natural

Os indivíduos de *C. yacare* no Pantanal brasileiro tendem a alcançar um tamanho maior do que os indivíduos de *C. crocodilus* da Amazônia (CAMPOS et al., 2008). O período de acasalamento da espécie no Pantanal ocorre entre o meio e o final do período seco do ano, entre agosto e dezembro (CRAWSHAW e SCHALLER, 1980). Cintra (1988) estimou que o período reprodutivo da espécie no Pantanal durava em torno de 100 dias, com oviposição em janeiro e nascimento dos filhotes ocorrendo no final de março até o meio de abril. As fêmeas registradas em idade reprodutiva são maiores do que as fêmeas de *C. crocodilus*, podendo superar 1,8 m de comprimento total e produzindo ninhadas que variam de 18 a 41 ovos (MEDEM, 1983; CINTRA, 1988; CAMPOS et al., 2008). Os ninhos da espécie são construídos com uma variedade de matéria orgânica vegetal e solo, em habitats de floresta semidecidual, floresta secundária e carandazal (CINTRA, 1988), sendo geralmente construídos na base de árvores, distando até 200 metros dos corpos de água (CAMPOS et al., 2014). A dieta da espécie é composta principalmente por invertebrados na fase juvenil e vertebrados durante a fase subadulta e adulta, com maior predominância de peixes (MEDEM, 1983; SANTOS et al., 1996).

**Ordem:** Crocodylia Gmelin, 1789 (*sensu* Benton e Clark, 1988)

**Superfamília:** Alligatoroidea Gray, 1844 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Família:** Alligatoridae Cuvier, 1807 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Subfamília:** Caimaninae Brochu, 1999

**Gênero:** *Melanosuchus* Gray, 1862

**Espécie:** *Melanosuchus niger* Spix, 1825

## *Melanosuchus* Gray, 1862

A espécie tipo do gênero é *Caiman niger* Spix, 1825 (*Jacare nigra* Gray, 1844) por monotipia (MOOK e MOOK, 1940; VASQUEZ, 1991). Porém, apenas em 1862 que Gray criou o subgênero *Melanosuchus*, o qual foi posteriormente elevado ao *status* de gênero por Werner (1933), ao usar pela primeira vez a combinação válida *Melanosuchus niger*, usada até o presente.

## *Melanosuchus niger* Spix, 1825

É conhecida popularmente no Brasil como “jacaré-açu”. Dentro da Família Alligatoridae, é a espécie com maior tamanho, tendo registros de indivíduos que ultrapassam 6,0 metros de comprimento total (MEDEM, 1983). Porém, os machos normalmente atingem um tamanho médio de 4,0 m (BRAZAITIS, 1973) e as fêmeas de 2,8 m de comprimento total (THORBJARNARSON, 1996). Os adultos possuem cor preta na maior parte do corpo (i.e., dorso, cauda e nos flancos ou regiões laterais) e uma coloração ventral branca ou amarelada; lateralmente, possuem pequenas áreas amarelas transversais, as quais são mais evidentes e alcançam a região dorsal nos jovens e subadultos. A cabeça é volumosa e sua cor varia de marrom amarelado a cinza esverdeado; apresenta manchas circulares escuras grandes, tanto na maxila (de duas a três) quanto na mandíbula (de três a quatro), e algumas manchas pequenas da mesma configuração (MEDEM, 1963; BRAZAITIS, 1973).

O focinho é largo, plano e relativamente longo. Apresenta cristas rostrais proeminentes, sendo que as longitudinais pré-orbitais são elevadas e ramificadas em dois ao longo dos maxilares (MEDEM, 1963). O vômer é visível externamente no palato em forma de diamante, em indivíduos juvenis, característica que o diferencia das outras espécies da família (MOOK, 1921; MEDEM, 1963; BROCHU, 1999) (Figura 5). As pálpebras superiores são planas, estriadas e levemente ossificadas (BRAZAITIS, 1973; VASQUEZ, 1991). Apresenta 4-5 fileiras de pequenas escamas pós-occipitais e de 4-5 fileiras de grandes escamas cervicais, 18-19 fileiras de escamas dorsais, 16-18 escamas duplas caudais, 21-24 escamas caudais simples, 25-29 fileiras transversais no ventre, compostas de 12-14 escamas (MEDEM, 1963; BRAZAITIS, 1973).

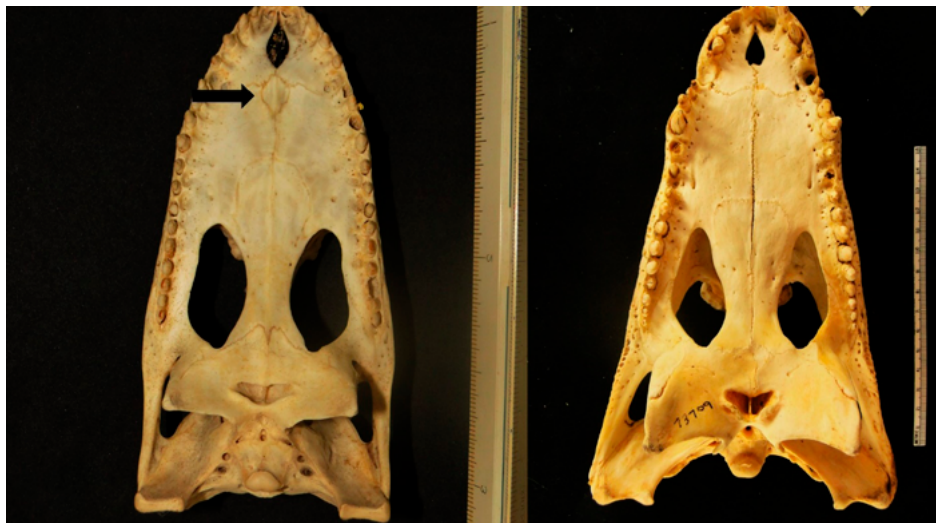


Figura 5: Crânios de juvenil de *Melanosuchus niger* (UFAM - sem número), à esquerda, evidenciando o vômer exposto na região palatal (seta preta) e espécime adulto de *Caiman yacare* (FMNH-73709), à direita, sem a presença do caractere. Fotos: Igor J. Roberto.

*Melanosuchus niger* é uma espécie que se distribui principalmente na Região Amazônica da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana e Peru (THORBJARNARSON, 2011; CAMPOS et al., 2018). Pode ser encontrada na bacia hidrográfica do Rio Amazonas, na bacia dos rios Tocantins-Araguaia, além de algumas bacias periféricas do escudo das Guianas que drenam para o litoral Atlântico (MEDEM, 1983; DE THOISY et al., 2006). A maior parte da sua área de distribuição encontra-se no Brasil (mais de 70%), estando presente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (Região Norte), Goiás e Mato-Grosso (Região Centro-Oeste) (MARIONI et al., 2013a; COSTA e BÉRNILS, 2018).

## Histórico Taxonômico

Apesar de ser uma espécie claramente distinta das demais do grupo, *M. niger* tem um histórico taxonômico confuso. Spix (1825) publicou seus estudos sobre répteis da América do Sul, onde descreveu pela primeira vez o “jacaré-açu”, sendo o primeiro a diferenciá-lo de *Caiman sclerops* e nomeando-o *Caiman niger* (VASQUEZ, 1991). Possivelmente foram coletados dois indivíduos adultos e alguns juvenis (HOOGMOED e GRUBER, 1983), mas na descrição de Spix (1825) não existe informação a respeito desses exemplares, nem foi designado o holótipo para a espécie. O autor só fez referência ao “*Fluminis Amazonum et Solimoëns*”, Brasil, como a possível localidade tipo. Mais de um século depois, Hoogmoed e Gruber (1983) designaram o lectótipo da espécie (ZSM 2480/0), a partir do material depositado na coleção *Zoologische Staatssammlung München* (ZSM), que consiste em quatro exemplares da espécie, pertencentes à coleção de Spix.

Subsequente à descrição original, o nome da espécie sofreu várias mudanças (MOOK e MOOK, 1940). Wagler (1830) colocou todas as espécies de aligatorídeos no gênero *Champsia*, assim *Caiman niger* passou a ser chamado *Champsia nigra*. Ainda, sem considerar a nova combinação proposta por Wagler (1830), Gray (1844) dividiu a Família Alligatoridae em três gêneros, *Alligator*, *Caiman* e *Jacare*, de modo que *Caiman niger* passou a ser considerado como *Jacare nigra*. Quase duas décadas depois, Gray (1862) criou o subgênero *Melanosuchus* para *J. nigra*. Boulenger (1889) em seu “Catálogo de quelônios, rincocéfalos e crocodilos do Museu Britânico”, listando a espécie como *Caiman niger*. Após quatro anos, Vaillant (1893) transferiu a espécie para o gênero *Jacaretinga*. Porém, Schmidt (1928) sugeriu que *Caiman niger* deveria ser colocado em um gênero distinto, devido as características peculiares que o diferenciavam do grupo. Cinco anos depois, Werner (1933) utilizou a combinação taxonômica *Melanosuchus niger* pela primeira vez, colocando a espécie em um gênero separado. Quase seis décadas após, Poe (1996) realizou um estudo sobre a filogenia dos crocodilianos e sugeriu que *M. niger* deveria ser atribuído ao gênero *Caiman* novamente, uma vez que seus resultados, baseados em morfologia e genética (gene mitocondrial 12S), recuperaram *M. niger* como espécie irmã de *Caiman latirostris*. Entretanto, Brochu (1999) sugeriu que tal mudança precisava ser

melhor estudada devido ao baixo suporte das análises, tanto levando em consideração apenas caracteres morfológicos, como quando combinados com dados moleculares. Estudos recentes, utilizando marcadores moleculares mitocondriais e nucleares, têm evidenciado que a espécie *M. niger* constitui o grupo irmão do gênero *Caiman* (HRBEK et al., 2008; OAKS, 2011; BITTENCOURT et al., 2019; ROBERTO et al., 2020).

## História Natural

O “jacaré-açu” ocorre em ambientes de águas tranquilas, sendo encontrado normalmente nas áreas de rios com menos correnteza, assim como em lagos, várzeas e igapós (MEDEM, 1963). São predadores generalistas oportunistas, apresentando uma dieta que consiste em invertebrados terrestres e aquáticos quando jovens, mudando para vertebrados, especialmente peixes, na fase adulta (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999). A espécie apresenta comportamento poliândrico, ou seja, as fêmeas podem copular com vários machos, o que se reflete na ocorrência de paternidade múltipla (MUNIZ et al., 2011). As fêmeas alcançam a maturidade sexual aos oito anos de idade (MEDEM, 1983), quando atingem cerca de 2,0 metros de comprimento total (THORBJARNARSON, 2011). Elas constroem os ninhos em forma de montículos, a partir de material vegetal, na beira de lagos ou sobre ilhas de vegetação (MEDEM, 1983; VILLAMARIN e SUÁREZ, 2007). Fêmeas maduras depositam entre 35 e 50 ovos brancos, de casca dura, rugosa e porosa, cujo período de incubação é de até três meses, quando os filhotes nascem com um tamanho total médio de 30 cm (MEDEM, 1963, 1983; HERRON et al., 1990). Normalmente, há o comportamento de cuidado parental, com a mãe vigiando o ninho até a eclosão dos ovos e permanecendo junto aos filhotes por determinado tempo (HERRON et al., 1990).

**Ordem:** Crocodylia Gmelin, 1789 (*sensu* Benton e Clark, 1988)

**Superfamília:** Alligatoroidea Gray, 1844 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Família:** Alligatoridae Cuvier, 1807 (*sensu* Norell et al., 1994)

**Subfamília:** Caimaninae Brochu, 1999

**Gênero:** *Paleosuchus* Gray, 1862

**Espécie:** *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807)

*Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801)

## *Paleosuchus* Gray, 1862

São crocodilianos de pequeno porte (geralmente com menos de 2,0 m de comprimento total) que ocorrem naturalmente na América do Sul (MEDEM, 1981, 1983; MAGNUSSON,

1992). São facilmente distinguíveis dos gêneros *Caiman* e *Melanosuchus* pela presença de pálpebras completamente ossificadas e lisas (versus não ou levemente ossificada; podendo ser parcialmente carnosa, estriada ou rugosa); ausência de crista pré-orbital óssea (vs. presente); fossas supratemporais ausentes (vs. presente); quatro dentes em cada pré-maxilar (vs. cinco); íris cor castanho-escuro (vs. amarelo esverdeado); escamas pós-occipitais extremamente quilhadas (vs. pouco ou levemente quilhadas).

O gênero *Paleosuchus* possui uma história nomenclatural complexa. Diversos nomes foram propostos para o gênero (*Crocodylus* Laurenti, *Crocodilus* Schneider, *Alligator* Cuvier, *Jacaretinga* Spix, *Champsia* Wagler, *Caiman* Gray, *Aromosuchus* Gray, *Crocodylus* Müller). Gray (1862) propôs duas espécies em dois subgêneros dentro do seu gênero *Caiman* (diferente de *Caiman* Spix): *Caiman (Paleosuchus) trigonatus* e *Caiman (Aromosuchus) palpebrosus*. Schmidt (1928) foi o primeiro a sugerir *Paleosuchus* como nome genérico válido, nomenclatura posteriormente mantida por Medem (1958) e outros autores (ver MAGNUSSON, 1992). Atualmente, o gênero é composto por duas espécies: *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (espécie-tipo para o gênero) e *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807).

### ***Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807)**

É conhecida popularmente no Brasil como “jacaré-paguá”, “jacaré-ferro”, “jacaré-pedra”, “jacaré-anão”, “tiritiri”, entre outros nomes, sendo o menor crocodiliano vivente do mundo (CAMPOS et al., 2013). O comprimento máximo da espécie pode exceder 2,0 m para machos e 1,4 m para as fêmeas (CAMPOS et al., 2010).

Apesar das duas espécies de *Paleosuchus* serem bastante similares entre si à primeira vista e frequentemente confundidas, *P. palpebrosus* difere de *P. trigonatus* em diversos aspectos cranianos e externos, como coloração e escutelação (ver MEDEM, 1958; MEDEM, 1981). O crânio de *P. palpebrosus* é visivelmente mais largo, curto e volumoso do que o de *P. trigonatus* (Figura 6, vista dorsal e lateral). Apresenta um focinho curto, com uma ponta larga e voltada para cima e com a abertura nasal mais estreita do que *P. trigonatus* em vista dorsal e lateral. Os ossos nasais geralmente fundem-se nos adultos, a região pré-orbital é mais inclinada, com a presença de proeminente *canthus rostralis* entre o osso lacrimal e o quarto dente maxilar (MEDEM, 1958). Fossas supratemporais não são evidentes mesmo em juvenis e o forame mandibular externo é estreito e com bordas irregulares (MEDEM, 1958, 1981).

Quanto aos aspectos externos, *P. palpebrosus* possui padrões de coloração e escutelação distintos de *P. trigonatus*, pois o teto craniano de *P. palpebrosus* adultos é de coloração marrom avermelhada brilhante, sendo em juvenis, amarelada. Dorsalmente, a coloração do corpo e cauda são marrom escura ou enegrecida, sendo menos evidente conforme a idade do jacaré, enquanto, ventralmente, em *P. palpebrosus* a coloração é preta brilhante, com áreas de cinza claro (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992). O número de fileiras de escamas pós-

occipitais de *P. palpebrosus* é praticamente invariável, com duas fileiras, sendo as escamas dorsais regulares, com quilhas se estendendo em todo o comprimento da escama (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992). A fileira de dorsais mais ampla em *P. palpebrosus* apresenta oito escamas, sendo seis em *P. trigonatus*, enquanto na região sacral, *P. palpebrosus* apresenta mais de uma fileira com quatro escamas dorsais largas (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992). Ainda, existem mais de duas fileiras de escamas duplas caudais de *P. palpebrosus* que alinham-se com as escamas simples caudais na linha média (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992).



Figura 6: Formato dos crânios de machos adultos: A - *Paleosuchus palpebrosus* (FMNH-H-69869) e B - *Paleosuchus trigonatus* (FMNH-H-69879), em visão dorsal e lateral. Escalas: 15 cm. Fotos: Mônica Ângulo-Bedoya.

*Paleosuchus palpebrosus* ocorre em dez países da América do Sul: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Paraguai, Peru e Venezuela (CAMPOS et al., 2019). Na América Central, *P. palpebrosus* ocorre na Ilha de Trinidad (ALI et al., 2016). No Brasil, a espécie ocupa os biomas da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e áreas no entorno do Pantanal (MAGNUSSON, 1992).

## Histórico Taxonômico

Cuvier (1807) descreveu uma série de crocodilianos, entre eles *Crocodilus palpebrosus* (= *Paleosuchus palpebrosus*). O holótipo (MNHN-RA-0.7530), cuja localidade-tipo é Cayenne, Guiana Francesa, encontra-se depositado no Museu Nacional de História Natural da França. Assim como *P. trigonatus*, *P. palpebrosus* possui história nomenclatural complexa, com vários nomes em sinonímia (ver MAGNUSSON, 1992). Schmidt (1928) foi o primeiro autor a utilizar a combinação do nome *Paleosuchus palpebrosus* para a espécie.

Contudo, estudo molecular recente (MUNIZ et al., 2018) sugere que *P. palpebrosus* pode ser, na verdade, um complexo de espécies crípticas a ser desvendado. Dados filogenéticos e genômicos suportam a existência de três unidades evolutivas significativas (*Evolutionarily Significant Units - ESU*) em *P. palpebrosus*: “Amazônia”, “Pantanal” e “Madeira-Bolívia” (MUNIZ et al., 2018; BITTENCOURT et al., 2019). As *ESU* são sugeridas como espécies candidatas que devem ser submetidas a estudos taxonômico-integrativos (*sensu* PADIAL et al., 2010), a fim de se ter o seu *status* taxonômico atual definido adequadamente. A *ESU* “Madeira-Bolívia” é composta por duas populações geneticamente estruturadas e com fluxo gênico restrito que, do ponto de vista da genética da conservação, devem ser tratadas como duas unidades de manejo (*Management Units - MU*): MU “Madeira” e MU “Bolívia” (MUNIZ et al., 2018). Nomes disponíveis incluem *Jacaretinga moschifer* Spix, 1825 e *Champsia gibbiceps* Natterer, 1841.

## História Natural

Considerado como um dos crocodilianos menos conhecidos, *P. palpebrosus* ocupa uma variedade de habitats ao longo da sua distribuição, nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas Paraná-Paraguai, São Francisco e da costa Atlântica (CAMPOS et al., 2019). Na Amazônia, ocupa áreas de floresta alagada próximas a grandes rios e lagos (MAGNUSSON, 1985), poças artificiais ao longo de rodovias (BOTERO-ARIAS, 2007) e veredas de buritizais (MUNIZ et al., 2015). Na bacia do Alto rio Paraguai, ocorre nas cabeceiras de rios e riachos de corredeiras com substrato rochoso no entorno do Pantanal (CAMPOS et al., 1995; CAMPOS e MOURÃO, 2006).

Nestes locais, *P. palpebrosus* estiva em buracos durante os meses frios e secos, mantendo baixa temperatura corporal (20 °C) (CAMPOS e MAGNUSSON, 2013). As fêmeas da espécie atingem idade reprodutiva com oito anos e em torno de 60 cm de comprimento rostro-cloacal (CRC) (CAMPOS et al., 2012, 2013). A dieta inclui peixes, crustáceos, moluscos e invertebrados terrestres (MAGNUSSON et al., 1987), vertebrados terrestres, como mamíferos, aves, répteis e anuros de pequeno porte (BOTERO-ARIAS, 2007).

## ***Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801)**

É conhecida popularmente no Brasil como “jacaré-coroa” e está entre os menores crocodilianos viventes (MAGNUSSON, 1989). O comprimento máximo reportado para a espécie é em torno de 2,3 m (MEDEM, 1952, 1981), porém os machos raramente excedem 1,7 m e a maioria das fêmeas têm menos de 1,4 m de comprimento total (MAGNUSSON, 1992). O crânio de *P. trigonatus* é visivelmente mais estreito, longo e raso do que o de *P. palpebrosus* (Figura 6) (MEDEM, 1958). O focinho é alongado e estreito, com projeções dos ossos nasais para dentro da abertura nasal. Diferente de *P. palpebrosus*, os ossos nasais não se fundem nos adultos, mantendo a sutura mediana (MEDEM, 1958). A região pré-orbital é menos inclinada e não há presença de *canthus rostralis* como em *P. palpebrosus*. As fossas supratemporais são distintamente evidentes em juvenis, subadultos e até mesmo nos adultos de *P. trigonatus*, condição não evidente nem mesmo nos juvenis de *P. palpebrosus* (MEDEM, 1958). O forame mandibular externo é mais largo em *P. trigonatus*, com bordas lisas. De modo geral, o crânio de *P. trigonatus* também é menos robusto e ossificado que de *P. palpebrosus* (MEDEM, 1958, 1981).

Quanto aos aspectos externos, o teto craniano de *P. trigonatus* é de coloração marrom escura, enquanto *P. palpebrosus* apresenta marrom avermelhado brilhante (MEDEM, 1958). Em juvenis, esta coloração é mais clara, onde *P. trigonatus* tem tons marrons, enquanto *P. palpebrosus*, coloração amarelada. Esta coloração torna-se menos evidente conforme a idade. Ventralmente, *P. trigonatus* apresenta coloração creme, com áreas de pigmentação escura menos extensiva, condição muitas vezes invertida em *P. palpebrosus*, onde existem indivíduos com pigmentação completamente escura do ventre (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992).

O número fileiras de escamas pós-occipitais em *P. trigonatus* varia de uma a duas (sempre duas em *P. palpebrosus*) e suas escamas dorsais mais externas possuem quilhas triangulares (MEDEM, 1958). Na região sacral, *P. trigonatus* apresenta uma fileira de escamas dorsais largas composta por duas escamas apenas, sendo mais de uma fileira com quatro escamas em *P. palpebrosus*. Apenas uma fileira de escamas duplas caudais em *P. trigonatus* alinha-se com as escamas simples caudais na linha média, sendo mais de duas em *P. palpebrosus* (MEDEM, 1958, 1981; MAGNUSSON, 1992).

*Paleosuchus trigonatus* ocorre em nove países da América do Sul: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Peru e Venezuela (CAMPOS et al., 2019). No Brasil, a espécie ocorre majoritariamente no bioma da Amazônia (MAGNUSSON, 1992) e em áreas de transição entre os biomas Amazônia-Cerrado, como por exemplo, nas cabeceiras da bacia do Rio Juruena, no rios Sangue, Claro, Marapi e Alegre, no Cerrado, Estado do Mato Grosso (CAMPOS et al., 2017a).



## Histórico Taxonômico

Schneider (1801) descreveu seis espécies de crocodilianos, entre elas *Crocodilus trigonatus* (= *Paleosuchus trigonatus*). O material tipo utilizado por Schneider incluía espécimes da coleção pessoal de Marcus Elieser Bloch, depositados atualmente no Museu de História Natural de Berlim (espécime ZMB-243), do Museu de *Göttingen* e espécimes ilustrados por Grovoniuss (1736, n° 38) e Seba (1734, tab. 105, fig. 3) (BAUER e GÜNTHER, 2006). Apesar de King e Burke (1989) e Magnusson (1992) se referirem ao espécime ZMB 243 como holótipo, Bauer e Günther (2006) apontam que esta referência seria incorreta e designaram ZMB-243, uma fêmea juvenil preservada em etanol 75% (adição de 1% metil-etil-cetona), como o lectótipo de *Crocodilus trigonatus*. A localidade-tipo da espécie é “*Süd America*” (= América do Sul).

Desde sua descrição, a espécie *P. trigonatus* passou por várias mudanças nomenclaturais. Descrições anteriores às de Schneider também foram baseadas em ilustrações realizadas por Albertus Seba, como as do gênero *Lacerta* Linnaeus (1758), as espécies de *Crocodylus* Laurenti (1768) e as espécies de *Lacerta* descritas por Blumenbach (1779). Laurenti (1768) indicou as mesmas figuras de Seba (1734) utilizadas por Schneider (1801), para descrever *Crocodylus niloticus*, o “crocodilo-do-nilo”. Assim, uma grande confusão nomenclatural instalou-se para a espécie, dado que pelas regras de nomenclatura zoológica internacional o nome mais antigo tem o direito de prioridade. As implicações nomenclaturais são tratadas em detalhe por diversos autores (ver SCHMIDT, 1928; MOOK e MOOK, 1940; MEDEM, 1958; MAGNUSSON, 1992).

Schmidt (1928) foi o primeiro autor a utilizar a combinação taxonômica *Paleosuchus trigonatus* para a espécie, nome que até hoje tem o consenso da comunidade científica. A combinação de análises filogeográficas e métodos de descoberta de espécies, utilizando o gene mitocondrial Citocromo b, indicaram a existência de duas linhagens divergentes em *P. trigonatus* - Guiana e Amazônia, cujos tempos de divergência datam de cerca de 7,5 milhões de anos atrás, no Mioceno Superior (BITTENCOURT et al., 2019).

## História Natural

*Paleosuchus trigonatus* ocupa rios e riachos em áreas densamente florestadas na Amazônia (MAGNUSSON, 1992), águas abertas ou áreas próximas de cachoeiras de grandes rios, como os rios Madeira, Mamoré, Guaporé e Abunã (VASCONCELOS e CAMPOS, 2007), floresta de igapó na Amazônia Central (SOUZA-MAZUREK, 2001), savanas do Rio Branco-Rupununi (MUNIZ et al., 2015) e áreas de transição entre os biomas da Amazônia e do Cerrado, nas cabeceiras da bacia do rio Juruena (CAMPOS et al., 2017). Devido ao comportamento críptico, é raramente observado na natureza e permanece a maior parte do tempo em abrigos terrestres, escondido em buracos, troncos ocos e cavidades debaixo de árvores caídas (MAGNUSSON e LIMA, 1991). Ocorre em baixas densidades (2,7 indivíduos/km<sup>2</sup>) e possui pequena área de vida (MAGNUSSON e LIMA, 1991). Baixas densidades também foram reportadas, como 0,66

indivíduo/km<sup>2</sup> no Estado de Roraima (MUNIZ et al., 2015) e de até 0,28 indivíduo/km<sup>2</sup> em tributários do Rio Juruena (CAMPOS et al., 2017).

A espécie alcança a idade adulta entre 10 a 20 anos, sendo a idade mínima reprodutiva da espécie entre aproximadamente 11 anos para fêmeas e 20 anos para machos (MAGNUSSON e LIMA, 1991). As fêmeas constroem seus ninhos juntando folhas caídas no chão e formando montes (MAGNUSSON et al., 1985) e apresentam o comportamento de defesa dos ninhos contra predadores (CAMPOS et al., 2016).

Na Amazônia Central, as fêmeas realizam a postura dos ovos no fim da estação seca, entre agosto e setembro, de modo que os ovos eclodem entre novembro e janeiro (MAGNUSSON et al., 1985). O período de incubação dos ovos é um dos mais longos entre os crocodilianos, podendo exceder os 100 dias, e o número de ovos por ninho é baixo, variando de 10 a 20 (MAGNUSSON et al., 1985; MAGNUSSON, 1989). Os filhotes recém-eclodidos dispersam dos ninhos dias após o nascimento, percorrendo grandes distâncias, enquanto os adultos apresentam comportamento sedentário, de modo que os machos adultos são territorialistas (MAGNUSSON e LIMA, 1991).

Por fim, a dieta da espécie é composta principalmente por vertebrados terrestres, como cobras, pequenos mamíferos, aves e peixes (MAGNUSSON et al., 1987). Apesar da dieta incluir vários itens alimentares ao longo da vida, a ingestão de cobras e mamíferos aumenta consideravelmente nos adultos (CRC > 65 cm), sendo significativa a correlação entre o tamanho da presa e o comprimento rostro-cloacal de *P. trigonatus* (MEDEM et al., 1987).

## Chave de Identificação para Espécies de Crocodilianos do Brasil

Adaptada de MEDEM e MARX (1955). Ver Figura 7, abaixo.

1	Ausência de crista pré-orbital óssea e presença de pálpebras completamente ossificadas e lisas.....	2
	Presença de crista pré-orbital óssea e ausência de pálpebras completamente ossificadas e lisas.....	4
2	Crânio largo, curto e profundo, presença de uma quatro fileiras de escamas na região sacral.....	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>
	Crânio mais estreito e acuminado, presença de duas fileiras de escamas na região sacral.....	<i>Paleosuchus trigonatus</i>
4	Machos adultos com tamanho acima de 4,0 m de comprimento total, coloração dorsal e lateral predominante preta, vômer exposto no palato em indivíduos juvenis.....	<i>Melanosuchus niger</i>
	Machos adultos com tamanho abaixo de 4,0 m de comprimento total, coloração dorsal predominantemente olivácea, vômer não exposto no palato em indivíduos juvenis.....	5
5	Presença de cristas rostrais proeminentes.....	<i>Caiman latirostris</i>

	Ausência de cristas rostrais proeminentes.....	6
6	Presença de manchas escuras bem definidas na região mandibular em adultos.....	<i>Caiman yacare</i>
	Ausência de manchas escuras bem definidas na região mandibular em adultos.....	<i>Caiman crocodilus</i>



Figura 7: Espécies de crocodilianos que ocorrem no Brasil. Acima, da esquerda para a direita: *Caiman latirostris* (Foto: Paulo B. Mascarenhas), *Caiman crocodilus* e *Caiman yacare* (Fotos: Igor J. Roberto). Abaixo, da esquerda para a direita: *Paleosuchus palpebrosus* (Foto: Boris Marioni), *Paleosuchus trigonatus* (Foto: Pedro S. Bittencourt) e *Melanosuchus niger* (Foto: Igor J. Roberto).

## Considerações Finais

Nas última década, a taxonomia de crocodilianos está passando por uma nova fase de descobertas, com a utilização de novas análises moleculares e morfológicas (e.g., morfometria geométrica), o número de espécies de crocodilianos estão aumentando nos últimos anos, evidenciados pela descoberta de novas espécies nos gêneros *Mecistops* (SHIRLEY et al., 2014, 2018), *Osteolaemus* (SHIRLEY et al., 2014, 2018) e *Crocodylus* (HEKKALA et al., 2011; MURRAY et al., 2019).

No caso dos jacarés aligatorídeos, várias linhagens evolutivas foram descobertas nos gêneros *Paleosuchus* (BITTENCOURT et al., 2019) e *Caiman* (ROBERTO et al., 2020), indicando que a riqueza de jacarés no Brasil tende a ser maior do que a taxonomia atual tem considerado. A elucidação desses complexos de espécies é fundamental para a conservação das mesmas, tendo em vista que várias dessas linhagens estão sofrendo com impactos ambientais que ameaçam a manutenção das mesmas em médio e longo prazos (ver ROBERTO et al., 2020).

O reconhecimento dessas espécies é um passo essencial para a avaliação correta do seu *status* de conservação e adoção de estratégias de manejo e conservação adequadas, especialmente por se tratar de um grupo explorado economicamente no comércio de carne e couro.

## Agradecimentos

Agradecemos a Izeni P. Farias e Fábio L. Muniz pela revisão e considerações no texto. A Boris Marioni e Monica Ângulo-Bedoya pela disponibilização das fotos de algumas espécies. A Ronis Da Silveira por disponibilizar espécimes para serem analisados e fotografados. Igor J. Roberto agradece ao CAPES (88882.156872/2016-01) e ao CNPq (SWE 22/2018) pelas bolsas de doutorado e a David C. Blackburn e à Universidade da Flórida pelo suporte para a realização do escaneamento dos crânios dos espécimes de *Caiman*. Agradecemos aos organizadores pelo convite para a participação deste capítulo, bem como a revisão e sugestões propostas por André F. Barreto-Lima.

## Glossário

***canthus rostralis***: crista óssea da borda anterior da região orbital até o focinho.

**carandazal**: formação vegetal nativa do Pantanal brasileiro, constituída principalmente por palmeiras carandá.

**crista rostral**: *canthus rostralis*.

**escutelação**: número, disposição e arranjo do conjunto de escamas e placas que cobrem o corpo de um organismo.

**espécies simpátricas**: espécies que ocorrem na mesma área geográfica.

**forame**: abertura anatômica nos animais vertebrados, especificamente entre dois ou mais ossos, pela qual passam veias, artérias, nervos e outras estruturas.

**fossa palatina**: espaço ósseo no interior do crânio, na região inferior do palato.

**holótipo**: espécime físico único designado ou indicado como espécime tipo de um táxon nominal (espécie ou subespécie) no momento da descrição original, no qual esta foi baseada. O holótipo fixa o nome da espécie.

**lectótipo**: espécime designado posteriormente à descrição original, quando seu autor não designou o holótipo, e sendo parte do material original utilizado pelo autor da publicação.

**localidade tipo**: descrição geográfica do local onde foi coletado o holótipo.

**monofilético**: grupo constituído por o ancestral comum mais recente e todos seus descendentes.

**parafilético**: grupo constituído por o ancestral comum mais recente e alguns do seus descendentes.

**processo pterigóideo:** extensão da superfície basal do corpo do osso esfenóide.

**sinapomorfia:** característica derivada compartilhada por dois ou mais táxons que possuem um ancestral comum.

**topótipo:** qualquer exemplar oriundo da localidade-tipo de uma espécie que não faz parte da série tipo.

**variação clinal:** mudança espacial gradual de uma característica ao longo da distribuição de uma espécie ou população.

**vômer:** osso central do crânio dos cordados que forma a cavidade nasal.

## Referências

ALI, S. H.; RAMPERSAD-ALI, N.; MURPHY, J. C. The discovery of Cuvier's Dwarf caiman *Paleosuchus palpebrosus* (Reptilia: Alligatoridae) in Trinidad. Living World, Journal of the Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club, p. 41-42, 2016.

AMAVET, P. S.; ROSSO, E.; MARKARIANI, R.; PIÑA, C. I. Microsatellite DNA markers applied to detection of multiple paternity in *Caiman latirostris* in Santa Fe, Argentina. Journal of Experimental Zoology, Part A: Ecological Genetics and Physiology, v. 309, p. 637-642, 2008.

AMAVET, P. S.; VILARDI, J. C.; RUEDA, E. C.; LARRIERA, A.; SAIDMAN, B. O. Mating system and population analysis of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) using microsatellite markers. Amphibia-Reptilia, v. 33, p. 83-93, 2012.

ANDERSSON, L. G. Catalogue of Linnean type-specimens of Linnaeus' Reptilia in the Royal Museum in Stockholm. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, v. 26, n. 4, p. 1-29, 1901.

ANGULO-BEDOYA, M.; CORREA, S.; BENÍTEZ, H. A. Unveiling the cryptic morphology of the Colombian *Caiman crocodilus*: a geometric morphometric approach. Zoomorphology, v. 138, p. 387-397, 2019.

AZARA, F. de. Essais sur l'histoire naturelle des quadrupèdes de la Province du Paraguay. Paris, Charles Pougens, quai Voltaire, n. 10, An IX, p. 1-328, 1801.

BALAGUERA-REINA, S. A.; VARGAS-RAMÍREZ, M.; ORDÓÑEZ-GARZA, N.; HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; DENSMORE, L. D. Unveiling the mystery: assessing the evolutionary trajectory of the Apaporis caiman population (*Caiman crocodilus apaporiensis*, Medem 1955) via mitochondrial molecular makers. Biological Journal of Linnean Society, 2020. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blaa096>, 2020.

BALAGUERA-REINA, S. A.; VELASCO, A. *Caiman crocodilus*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2019. e.T46584A3009688, <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46584A3009688.en>.

- BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Org.). **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. Ed. Nova York, Nova Science Publishers, 2019. p. 67-110.
- BAUER, A. M.; GÜNTHER, R. An annotated catalogue of the types of crocodylians (Reptilia: Crocodylia) in the collection of the Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin (ZMB). *Zoologische Reihe*, v. 82, p. 243-247, 2006.
- BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. A. **Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Ed. UERJ, Rio de Janeiro, 2000. 166 p.
- BÉRNILS, R. S.; CASTRO, T. M.; ALMEIDA, P. A.; ARGOLO, J. A. S.; OLIVEIRA, J.; SILVA-SOARES, T.; NOBREGA, Y. C. Répteis ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: **Fauna e Flora ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo**. Santa Teresa: Instituto Nacional da Mata Atlântica, 2019. p. 270-293.
- BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte, v. 2, 2007. 40 p. Disponível em <<http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg>>.
- BITTENCOURT, P. S.; CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. L.; MARIONI, B.; SOUZA, B. C.; DA SILVEIRA, R.; DE THOISY, B.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Evidence of cryptic lineages within a small South American crocodylian: the Schneider's Dwarf caiman *Paleosuchus trigonatus* (Alligatoridae: Caimaninae). *PeerJ*, v. 7, e6580, 2019. Disponível em <https://doi.org/10.7717/peerj.6580>.
- BOCOURT, M. F. Note sur quelques reptiles de L'isthme de Tehuantepec (Mexique) donnés par M. Sumichrast au Muséum. *Journal de Zoologie, Paris*, v. 5, p. 386-411, 1876.
- BORGES, V. S.; SANTIAGO, P. C.; LIMA, N. G. S.; COUTINHO, M. E.; ETEROVICK, P. C.; CARVALHO, D. C. Evolutionary significant units within populations of Neotropical Broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*, Daudin, 1802). *Journal of Herpetology*, v. 52, n. 3, p. 382-388, 2018.
- BOTERO-ARIAS, R. Padrões de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma Floresta de Paleovárzea ao sul do Rio Solimões, Amazônia Central, Brasil. (Dissertação). Manaus: INPA/UFAM, 2007.
- BOULENGER, G. A. **Catalogue of the Chelonians, Rhynchocephalians and Crocodiles in the British Museum** (Natural History). New Edition: London, 1889. 311 p.
- BRAZAITIS, P. The identification of living crocodylians. *Zoologica, New York*, v. 58, n. 3-4, p. 59-101, 1973.
- BRAZAITIS, P.; RÊBELO, G. H.; YAMASHITA, C. The distribution of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman yacare* populations in Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, p. 193-201, 1998.

- BROCHU, C. A. Phylogenetics, taxonomy and historical biogeography of Alligatoroidea. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 6, p. 9-100, 1999.
- BUSACK, S. D.; PANDYA, S. Geographic variation in *Caiman crocodilus* and *Caiman yacare* (Crocodylia: Alligatoridae): systematic and legal implications. *Herpetologica*, v. 57, p. 294-312, 2001.
- CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. Size structure and sex ratio of Dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. *Herpetological Journal*, v. 5, p. 321-322, 1995.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Thermal relations of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in a hillside stream: Evidence for an unusual thermal niche among crocodylians. *Journal of Thermal Biology*, v. 38, n. 1, p. 20-23, 2013.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Density and biomass estimates by removal for an Amazonian crocodylian, *Paleosuchus palpebrosus*. *PLoS One*, v. 5, n. 11, p. 1-7, 2016.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MARQUEZ, V. Growth rates of *Paleosuchus palpebrosus* at the Southern limit of its range. *Herpetologica*, v. 69, n. 4, p. 405-410, 2013.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MUNIZ, F. *Paleosuchus trigonatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. e.T46588A3010035, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46588A3010035.en>, 2019.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; SANAIOTTI, T.; COUTINHO, M. E. Reproductive trade-offs in *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman crocodilus yacare*: implications for size-related management quotas. *Herpetological Journal*, v. 18, p. 91-96, 2008.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2013a.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; DE MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 48-53, 2013b.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; COUTINHO, M. E.; MAGNUSSON, W. E. Growth *Caiman crocodilus yacare* in the Brazilian Pantanal. *PLoS One*, v. 9, p. 1-53, 2014.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; COUTINHO, M.; MAGNUSSON, W. E.; SORIANO, B. M. A. Spatial and temporal variation in reproduction of a generalist crocodylian, *Caiman crocodilus yacare*, in a seasonally flooded wetland. *PLoS One*, v. 10, e0129368, 2015.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; DESBIEZ, A. L. J.; MAGNUSSON, W. E. Predation on eggs of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1807) by armadillos and other

- predators. *Journal of Natural History*, v. 50, n. 25-26, p. 1543-1548, 2016.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. 2012. Dead *Paleosuchus* on roads in Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 31, n. 4, p. 12-14, 2012.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Extension of the geographical distribution of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Crocodylia: Alligatoridae), in the Amazon-Cerrado transition, Brazil. *Check List*, v. 13, n. 4. p. 91-94, 2017a.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Where are the Black caimans, *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae), in the Xingu river basin, Brazil? *Herpetology Notes*, v. 11, p. 1021-1024, 2018.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. Conservation status of the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in the region surrounding Pantanal. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 25, n. 4, p. 9-10, 2006.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; MAGNUSSON, W. E. The effect of dam construction on the movement of Dwarf caimans, *Paleosuchus trigonatus* and *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazilian Amazonia. *PLoS One*, v. 12, n. 11, e0188508, 2017b.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. L.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T. Conservation status of the Dwarf caiman *Paleosuchus palpebrosus* in the region of the Araguaia-Tocantins basin, Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 34, n. 3, p. 4-8, 2015.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E. Maximum size of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the Amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 31, n. 3, p. 439-442, 2010.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MARQUES, V.; MAGNUSSON, W. E. Geographic variation in clutch size and reproductive season of the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 49, n. 1, p. 95-98, 2015.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MUNIZ, F. L.; FARIAS, I. P.; MAGNUSSON, W. E. Parental care in the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). *Journal of Natural History*, v. 46, p. 47-48, 2012.
- CINTRA, R. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology*, v. 22, p. 219-222, 1988.
- COPE, E. D. On the crocodylian genus *Perosuchus*. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 1, p. 203, 1868.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, v. 7, p. 11-57, 2018.
- COUTINHO, M. E.; FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação



do risco de extinção do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.

CRAWSHAW, P. G.; SCHALLER, G. B. Nesting of Paraguayan caiman, *Caiman yacare*, in Brazil. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 33, p. 283-292, 1980.

CUVIER, G. L. Sur les différents espèces de Crocodiles vivantes et sur leur caractères distinctifs. Annales du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, v. 10, p. 8-66, 1807.

DAUDIN, F. M. *Histoire naturelle, générale et particulière des reptiles*, v. 2, p. 1-326, 1802.

DE THOISY, B.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; VASCONCELOS, W. R.; LAVERGNE, L. Genetic structure, population dynamics, and conservation of Black caiman (*Melanosuchus niger*). Biological Conservation, v. 133, p. 474-482, 2006.

DONOSO-BARROS, R. Contribución al conocimiento de los Cocodrilos en Bolivia, *Caiman yacare medemi*, nuevo Alligatórido. Bol. Soc. Biol. Concepción, v. 47, p. 131-147, 1974.

DUMERIL, A. M. C.; G. BIBRON. Erpetologie generale ou Histoire naturelle complete des Reptiles, p. 1-854, 1839.

ESCOBEDO-GALVÁN, A. H.; CUPUL-MAGAÑA, F. G.; VELASCO, J. A. Misconceptions about the taxonomy and distribution of *Caiman crocodilus chiapasius* and *C. crocodilus fuscus*. (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). Zootaxa, v. 3015, p. 66-68, 2011.

ESCOBEDO-GALVÁN, A. H.; VELASCO, J. A.; MAYA, J. F. G.; RESETAR, A. Morphometric analysis of the Rio Apaporis caiman (Reptilia, Crocodylia, Alligatoridae). Zootaxa, v. 4059, p. 541-554, 2015.

FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 4-12, 2013a.

FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2013b.

FREIBERG, M. A.; CARVALHO, A. L. El yacare sudamericano *Caiman latirostris* (Daudin). Physis, v. 25, p. 351-360, 1965.

GODSHALK, R. The phylogeography of the Yacare caiman, *Caiman yacare*, of Central South America. In: **Proceedings of the 19th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group**, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK, p. 137-152, 2008.

GODSHALK, R. Rivers, mountains, deserts: The fractured Neotropics – How many caimans are there? In: **Proceedings of the 23rd Working Meeting of the Crocodile Specialist Group**

of the Species Survival Commission of IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge UK, p. 348-361, 2014.

GRAY, J. E. A synopsis of the species of the Class Reptilia. In: GRIFFITH, E.; PIDGEON, E. **The Class Reptilia arranged by the Baron Cuvier, with specific descriptions.** London, v. 9, 1831. 110 p.

GRAY, J. E. **Catalogue of the Tortoises, Crocodiles and Amphisbaenians in the collection of the British Museum.** London, v. I-VIII, 1844, 80 p.

GRAY, J. E. A synopsis of the species of Alligators. *The Annals and Magazine of Natural History* London, v. 10, p. 327-331, 1862.

HEKKALA, E.; SHIRLEY, M. H.; AMATO, G.; AUSTIN, J. D.; CHARTER, S.; THORBJARNARSON, J.; VLIET, K. A.; HOUCK, M. L.; DESALLE, R.; BLUM, M. J. An ancient icon reveals new mysteries: Mummy DNA resurrects a cryptic species within the Nile crocodile. *Molecular Ecology*, v. 20, p. 4199-4215, 2011.

HOOGMOED, M. S.; GRUBER, U. Spix and Wagler type specimens of reptiles and amphibians in the Natural History Museum in Munich (Germany) and Leiden (The Netherlands). *Spixiana*, v. 9, p. 319-415, 1983.

HRBEK, T.; VASCONCELOS, W. R.; REBÊLO, G. H.; FARIAS, I. P. Phylogenetic relationships of South American alligatorids and the caiman of Madeira River. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, v. 309A, n. 10, p. 588-599, 2008.

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019.1, [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), 2019.

KING, F. W.; BURKE, R. L. **Crocodylian, tuatara, and turtle species of the world: a taxonomic and geographic reference.** Association of Systematics Collections, Washington, 1989. 216 p.

KISCHLAT, E. E.; ROSS, F. D.; VAN TOMME, M. Paramaribo's most historic common Spectacled caimans. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 35, 33-35, 2016.

LINNAEUS, C. *Amoenitates Academicæ; Seu dissertationes variae Physicæ, Medicæ, Botanice antehac seorsim editæ nunc collectæ et auctæ cum tabulis æneis.* Lugduni Batavorum: Apud Cornelium Haak, *Volumen Primum*, 1749. 563 p.

LINNAEUS, C. *Systema Naturæ per Regna tria Naturæ, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I, Editio Decima Reformata, Holmiæ Laurentii Salvii.* Estocolmo, 1758. 824 p.

LÖNNBERG, E. Linnean type-specimens of birds, reptiles, batrachians and fishes in the zoological museum of the R. University in Upsala. *Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, v. 22 (IV, I), p. 1-45, 1896.

MAGNUSSON, W. E. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodylians.

Amazoniana, v. 9, n. 2, p. 193-204, 1985.

MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus*. In: HALL, P.; BRYANT, R. (Eds.). **Crocodiles: their ecology, management and conservation. A special publication of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. Gland: Switzerland, 1989. p. 101-109. <https://portals.iucn.org/library/node/5873>.

MAGNUSSON W. E. *Paleosuchus trigonatus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, p. 5551-5553, 1992.

MAGNUSSON, W. E. Science or politics: the case of *Caiman yacare*. Crocodile Specialist Group Newsletter, Gainesville, v. 20, n. 4, p. 72-75, 2001.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's Smooth-fronted caiman *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Orgs.). **Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan**. Crocodile Specialist Group: Darwin, Australia, 3a. ed., 2010. p. 40-42.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. *Paleosuchus palpebrosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. e.T46587A3009946, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46587A3009946.en>, 2019.

MAGNUSSON, W. E.; DA SILVA, E. V.; LIMA, A. L. Diets of Amazonian crocodylians. Journal of Herpetology, v. 21, p. 85-95. 1987.

MAGNUSSON, W. E.; DA SILVA, E. V.; SAMPAIO, R. M. Sources of heat for nests of *Paleosuchus trigonatus* and a review of crocodylian nest temperatures. Journal of Herpetology, v. 19, n. 2, p. 199-207, 1985.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. Journal of Herpetology, v. 25, n. 1, p. 41-48, 1991.

MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L.; BASSETI, L.; COUTINHO, M. E.; DE MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013a.

MARIONI, B.; ARAÚJO, D. D.; VILLAMARIN, F.; DA SILVEIRA, R. Amazonian encounters with four crocodylian species in one single night! Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 32, n. 4, p. 10-13, 2013b.

MARQUES, E. Q.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; MARIMON, B. S.; MATRICARDI, E. A. T.; MEWS, H. A.; COLLI, G. R. Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. Biodiversity and Conservation, v. 29, p. 1501-1517, 2019.

MEDEM, F. A new subspecies of *Caiman sclerops* from Colombia. Fieldiana Zoology, v. 37, p. 339-343, 1955.

- MEDEM, F. The crocodilian genus *Paleosuchus*. Fieldiana Zoology, v. 39, n. 21, p. 227-247, 1958.
- MEDEM, F. Notes on the Paraguay caiman, *Caiman yacare* (Daudin). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, v. 36, p. 129-142, 1960.
- MEDEM, F. Osteología craneal, distribución geográfica y ecología de *Melanosuchus niger* (Spix), Crocodylia: Alligatoridae. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 12, p. 5-19, 1963.
- MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América: Los Crocodylia de Colombia**. Editorial Carrera: Bogotá, v. 1, 1981. 354 p.
- MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América: Venezuela - Trinidad Tobago - Guyana - Suriname - Guayana Francesa - Ecuador - Perú - Bolivia - Brasil - Paraguay - Argentina - Uruguay**. Editorial Carrera: Bogotá, v. 2, 1983. 270 p.
- MEDEM, F.; MARX, H. An artificial key to the New World species of crocodilians. Copeia, v. 1, p. 1-2, 1955.
- MERTENS, R. Die rezenten krokodile des Natur - Museums Senckenberg. Senckenbegiana, v. 26, p. 252-312, 1954.
- MOOK, C. C. Skull characters of recent Crocodylia: with notes on the affinities of the recent genera. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 44, p. 123-268, 1921.
- MOOK, C. C.; MOOK, G. E. Some problems in crocodilian nomenclature. American Museum of Novitates, v. 1098, p. 1-10, 1940.
- MUNIZ, F.; DA SILVEIRA, R.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Multiple paternity in the Black caiman (*Melanosuchus niger*) population in the Anavilhanas National Park, Brazilian Amazonia. Amphibia-Reptilia v. 32, p. 428-434, 2011.
- MUNIZ, F.; BITTENCOURT, P. S.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T.; CAMPOS, Z. New records on occurrence of *Paleosuchus* in the Branco river basin, Roraima state, Brazil. Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 4, p. 8-11, 2015.
- MUNIZ, F. L.; CAMPOS, Z.; HERNÁNDEZ RANGEL; S. M.; MARTÍNEZ, J. G.; SOUZA, B. C.; DE THOISY, B.; BOTERO-ARIAS, R.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Delimitation of evolutionary units in Cuvier's Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807): insights from conservation of a broadly distributed species. Conservation Genetics, v. 19, n. 3, p. 599-610, 2018.
- MURRAY, C. M.; RUSSO, P.; ZORILLA, A.; McMAHAN, C. D. Divergent Morphology among populations of the New Guinea Crocodile, *Crocodylus novaeguineae* (Schmidt, 1928): Diagnosis of an independent lineage and description of a New Species. Copeia, v. 3, p. 517-523, 2019.
- NATTERER, J. Beitrag zur näheren Kenntnis der südamekanischen Alligatoren, nach

gemeinschaftlichen Untersuchungen mit L. J. Fitzinger. *Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte*, Wien, v. 2, p. 313-324, 1841.

PADIAL, J. M.; MIRALLES, A.; DE LA RIVA, I.; VENCES, M. The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology*, v. 7, p. 1-16, 2010.

PEREIRA, A. C.; MALVASIO, A. Síntese das características da Ordem Crocodylia, fatores de influência em estudos populacionais e aspectos de seleção e uso de habitat para *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger* no Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Amazônia Open Journal System*, v. 4, p. 111-118, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v4n1p111-118>.

POE, S. Data set incongruence and the phylogeny of Crocodylians. *Systematic Biology*, v. 45, p. 393-414, 1996.

OAKS, J. R. A time-calibrated species tree of Crocodylia reveals a recent radiation of the true crocodiles. *Evolution*, v. 65, n. 11, p. 3285-3297, 2011.

OKAMOTO, K. W.; LANGERHANS, R. B.; RASHID, R.; AMARASEKARE, P. Microevolutionary patterns in the common caiman predict macroevolutionary trends across extant crocodylians. *Biological Journal of Linnean Society*, v. 116, p. 834-846, 2015.

OLIVEIRA, D. P.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T. Genetic Evidence for Polygamy as a Mating Strategy in *Caiman crocodilus*. *Journal of Heredity*, v. 105, p. 485-492, 2014.

ROBERTO, I. J.; BITTENCOURT, P. S.; MUNIZ, F. L.; HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M.; NÓBREGA, Y. C.; ÁVILA, R. W.; SOUZA, B. C.; ALVAREZ, G.; MIRANDA-CHUMACERO, G.; CAMPOS, Z.; FARIAS, I. P.; HRBEK T. Unexpected but unsurprising lineage diversity within the most widespread Neotropical crocodylian genus *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Systematics and Biodiversity*, v. 18, n. 4, p. 377-395, 2020.

SANTOS, S. A.; NOGUEIRA, S. M.; PINHEIRO, M. S.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, E. W.; MOURÃO, G. Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats in the Brazilian Pantanal. *Herpetological Journal*, v. 6, p. 111-117, 1996.

SCHNEIDER, J. G. *Historia Amphiborum naturalis et literariae*. v. 2, 1801. 368 p.

SCHMIDT, K. P. Notes on South American Caimans. *Field Museum of Natural History, Publication 252, Zoological Series*, v. 12, n. 17, p. 205-231, 1928.

SHIRLEY, M. H.; CARR, A. N.; NESTLER, J. H.; VLIET, K. A.; BROCHU, C. A. Systematic revision of the living African slender-snouted crocodiles (*Mecistops* Gray, 1844). *Zootaxa*, v. 4504, p. 151-193, 2018.

SHIRLEY, M. H.; VLIET, K. A.; CARR, A. N.; AUSTIN, J. D. Rigorous approaches to species delimitation have significant implications for African crocodylian systematics and conservation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 281, 20132483, 2014.

- SEBA, A. *Locupletissimi rerum naturalium thesauri accurata descriptio et iconobis artificiosissimis expressio, per universam physices historiam*, v. 1, p. 1-178, 1734.
- SOUZA-MAZUREK, R. R. Habitat. *Paleosuchus trigonatus*. *Herpetological Review*, v. 32, n. 4, p. 252, 2001.
- SPIX, J. B. *Animalia Nova sive species novae Lacertarum, quas in itinere per Brasiliam annis MDCCCXVII-MDCCCXX jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I Bavariae regis. Monachii: Typis Franc. Seraph. Hübschmanni*, 1825. 26 p.
- STATON, M. A.; DIXON, J. R. Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from the Venezuelan llanos. *Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, v. 35, p. 237-266, 1975.
- THORBJARNARSON, J. Diet of the Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the central Venezuelan Llanos. *Herpetologica*, v. 19, p. 108-117, 1993.
- THORBJARNARSON, J. Reproductive ecology of the Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan Llanos, *Copeia*, p. 907-919, 1994.
- THORBJARNARSON, J. B. Reproductive characteristics for the order Crocodylia. *Herpetologica*, v. 52, p. 8-24, 1996.
- THORBJARNARSON, J. B. Black caiman (*Melanosuchus niger*). In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Crocodile Specialist Group: Darwin, 3a ed., 2010, p. 29-39.
- VAILLANT, L. Contribution à l'étude des Emydosauriens. Catalogue raisonné des Jacaretinga et Alligator de la collection du Muséum. *Nouv. Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris, v. 3, p. 143-211, 1898.
- VASQUEZ, P. G. *Melanosuchus* Gray. Black caiman. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, v. 530, p. 1-4, 1991.
- VASCONCELOS, W. R.; CAMPOS, Z. Geographic variation between Pantanal caiman (*Caiman crocodilus yacare*) and Amazonian caiman (*Caiman crocodilus crocodilus*): First phase, *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 26, n. 4, 6-7, 2007.
- VENEGAS-AYANA, M.; CRAWFORD, A. J.; GALVAN, A. H. E.; SANJUR, O. I.; DENSMORE, L. D.; BERMINGHAM, E. Mitochondrial DNA Phylogeography of *Caiman crocodilus* in Mesoamerica and South America. *Journal of Experimental Zoology*, v. 309A, p. 614-627, 2008.
- VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Broad-snouted caiman *Caiman latirostris*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Crocodile Specialist Group: Darwin, 3a. ed., 2010, p. 18-22.
- VERDADE, L. M.; PIÑA, C. *Caiman latirostris*. *Catalogue of American amphibians and reptiles*, v. 833, p. 1-21, 2006.

VILLAMARÍN, F.; JARDINE, T. D.; BUNN, S. E.; MARIONI, B.; MAGNUSSON, W. E. Opportunistic top predators partition food resources in a tropical freshwater ecosystem. *Freshwater Biology*, v. 62, n. 8, p. 1389-1400, 2017.

VILLAMARIN, F. E.; SUAREZ, E. Nesting of the Black caiman (*Melanosuchus niger*) in northeastern Ecuador. *Journal of Herpetology*, v. 41, p. 164-167, 2007.

VILLELA, P. M. S.; COUTINHO, L. L.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Macrogeographic variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Journal of Experimental Zoology*, v. 309, p. 628-636, 2008.

WAGLER, J. G. **Natürliches System der Amphibien: Mit Vorangehender Klassifikation der Säugethiere Und Vögel: Ein Beitrag Zur Vergleichenden Zoologie.** German Edition, German: München, 1830. 370 p.

WERMUTH, H. Systematik der rezenten Krokodile. *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Zoologisches Museum und Institut für Spezielle Zoologie*, Berlin, v. 29, p. 375-511, 1953.

WERMUTH, H.; MERTENS, R. **Liste der rezenten Amphibien und Reptilien. Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. Das Tierreich.** Berlin, v. 100, I-XXVII, 1977. 174 p.

WERNER, F. **Reptilia, Loricata. Das Tierreich.** Berlin, v. 62, 1933. 40 p.

## TEMA 2

# Métodos de Estudo, Ecologia e Comportamento

Capítulo 3 - Introdução a métodos de campo para estudos com crocodilianos brasileiros	pág. 95
Capítulo 4 - Modelagem de distribuição de espécies: Importância, ferramentas e aplicabilidade para conservação	pág. 120
Capítulo 5 - Ecologia alimentar dos crocodilianos brasileiros: Hábitos, métodos e perspectivas de estudos	pág. 152
Capítulo 6 - Ecologia reprodutiva de crocodilianos da Amazônia	pág. 172



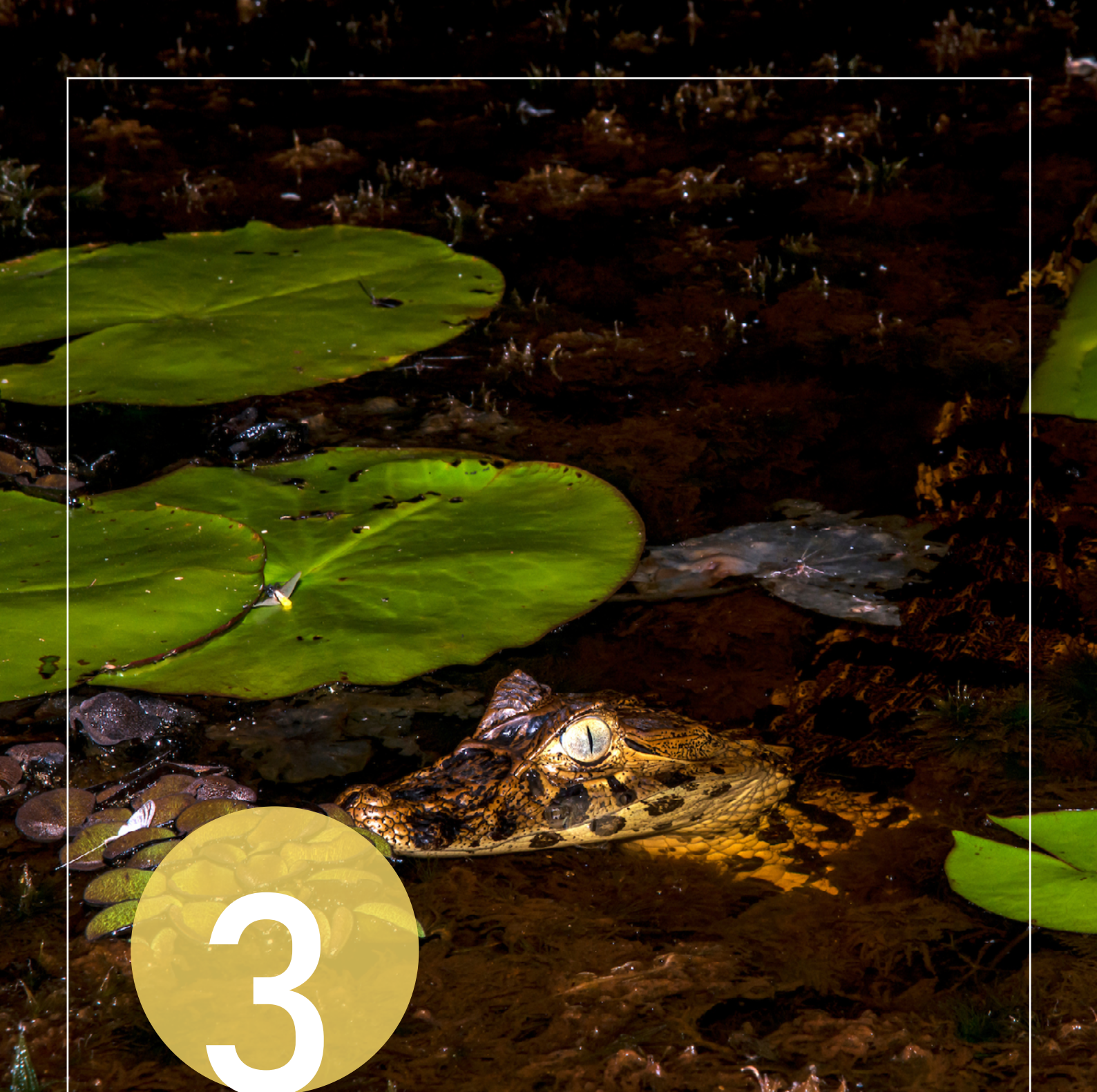


Foto: Leonardo Merçon

# **INTRODUÇÃO A MÉTODOS DE CAMPO PARA ESTUDOS COM CROCODILIANOS BRASILEIROS**

Paulo Roberto de Jesus Filho, Ricardo Francisco Freitas-Filho, Yhuri Cardoso Nóbrega,  
André Felipe Barreto-Lima

## Introdução

Os estudos de campo, técnicos e/ou científicos, são essenciais para o levantamento de informações que visam auxiliar na compreensão da biologia, comportamento e ecologia de grupos, visando, sobretudo, ações de conservação à proteção das espécies. Porém, a capacidade de execução das técnicas, com eficiência e segurança, pode representar o sucesso ou o fracasso de todo um estudo, fazendo-se necessário uma equipe multifuncional, adequadamente treinada, já que qualquer descuido pode causar prejuízos.

Aproveitando o ensejo, é necessário ressaltar importância do “guia local”, também conhecido como “ribeirinho” ou “auxiliar de campo”; neste capítulo ele será tratado como pesquisador, assim como todos os componentes da equipe. Este pesquisador possui o conhecimento empírico, sabe onde andar na floresta e por muitas vezes tem mais a ensinar do que aprender. Portanto, devemos escolher bem esse colega de trabalho, com o máximo respeito, ouvindo os seus conselhos, uma vez que, dentro da floresta, a sua vida poderá, muitas vezes, depender dele.

Este capítulo foi destinado especialmente a jovens pesquisadores ou iniciantes que pretendem trabalhar em campo com crocodilianos, auxiliando-os nos primeiros passos com algumas das principais técnicas utilizadas para este antigo e fascinante grupo de répteis. Em linhas gerais, no que diz respeito às técnicas de campo, o avistamento noturno (*spotlight surveys*), a captura, marcação e recaptura (CMR), a soltura dos animais e a quantificação de ninhos são as principais técnicas de amostragem utilizadas para o levantamento populacional de crocodilianos no Brasil. Contudo, essas informações estão dispersas em publicações científicas ou, sobretudo, no conhecimento empírico de pesquisadores, tratadores de animais de cativeiro e guias ou auxiliares de campo.

Portanto, nesta revisão, abordaremos os métodos de amostragem populacional mais utilizados, detalhando o básico das técnicas de localização, captura e marcação, bem como a soltura de crocodilianos. Em poucas palavras, a nossa intenção é que, ao final da nossa “conversa”, você, pesquisador(a) interessado(a), compreenda com maior segurança como são realizadas as pesquisas com crocodilianos nas regiões do Brasil.

## Técnicas de amostragem populacional de crocodilianos

Amostragens populacionais são extremamente úteis para o conhecimento e o monitoramento das características biológicas da população, como por exemplo, para se saber sobre os dados morfológicos, a condição corporal, *fitness*, dados ecológicos em geral, reprodutivos, comportamentais ou dados da saúde dos animais (contaminação por poluição, parasitismos, desnutrição, doenças etc), entre outras áreas de interesse científico. Ademais, quanto mais se conhece sobre uma população, maior é a chance de conservá-la e propor ações para sua proteção ou manejo.

Entretanto, como é inviável tentar capturar todos os indivíduos na natureza, então, uma alternativa é realizar amostragens pontuais e periódicas da população, observando as características dos indivíduos, e a partir de projeções matemáticas, avaliar as características biológicas da população (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; PLATT e THORBJARNARSON, 2000; BORTEIRO et al., 2006, 2008; FREITAS-FILHO, 2008, 2013; CHARRUAU et al., 2010).

### Amostragem por avistamento noturno (*spotlight surveys*)

Levantamentos populacionais com estimativas de abundância relativa, utilizando a técnica de avistamento noturno, são bem consolidados para trabalho com crocodilianos (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; PLATT e THORBJARNARSON, 2000; MAGNUSSON, 1984; BAYLISS, 1987; DA SILVEIRA et al., 1997, 2008; CHERKISS et al., 2004, 2006; BORTEIRO et al., 2006, 2008; FREITAS-FILHO, 2013; STRICKLAND et al., 2018). Esta técnica consiste em utilizar um feixe de luz proveniente de um holofote manual (*silibim*) sobre a superfície d'água, e no momento em que a luz encontra os olhos dos jacarés, ela é refletida na cor vermelha (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Amostragem por avistamento noturno, com alguns pontos de reflexo da luz nos olhos dos jacarés, na superfície da água (centro da imagem, abaixo). Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios.

Desta forma, o pesquisador pode estimar o número de indivíduos no local. Apesar de ser uma técnica comumente utilizada, alguns pesquisadores relatam sobre as variáveis que podem influenciar negativamente no resultado da pesquisa, como a fase lunar, neblina, o nível da água e o tipo e a quantidade de vegetação (WOODWARD e MARION, 1978; GORZULA, 1984; MAGNUSSON, 1984; BAYLISS, 1987; CHERKISS et al., 2006; DA SILVEIRA et al., 2008; STRICKLAND et al., 2018).



Figura 2: Detalhe do jacaré imóvel ao ser ofuscado pela luz projetada do holofote. Observe que ao se aproximar, é possível estimar o comprimento do animal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios.

A técnica amostragem por avistamento noturno pode sofrer adaptações mediante à realidade encontrada e/ou o objetivo da pesquisa, mas basicamente consiste em percorrer a margem do corpo d'água, em velocidade constante de no máximo 15 km/h, utilizando um holofote para quantificar o número de jacarés. Se no local possuir mais de uma espécie de crocodiliano e/ou centenas de animais, o pesquisador pode estipular que a cada quantidade “x” de animais registrados, será necessário realizar a identificação da espécie e estimar o tamanho do indivíduo ou qualquer outra pergunta que seja de interesse do pesquisador (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; PLATT e THORBJARNARSON, 2000; MAGNUSSON, 1983, 1984; BAYLISS, 1987; DA SILVEIRA et al., 1997, 2008; CHERKISS et al., 2006).

## Amostragem por quantificação de ninhos

A confecção dos ninhos dos jacarés brasileiros varia de acordo com o ambiente e espécie, geralmente a fêmea seleciona o local próximo ao corpo d'água, reúne basicamente folhas, gravetos e galhos que estiverem disponíveis, formando um montículo, onde os ovos ficam acondicionados no interior da pilha de matéria orgânica vegetal (Figura 3), que ao se decompor, mantém a temperatura necessária para o desenvolvimento embrionário (CAMPOS, 2003; MOURÃO et al., 2004; BARÃO-NOBREGA et al., 2014, 2016).



Figura 3: À esquerda, uma fêmea de *Melanosuchus niger* realizando guarda ao lado do seu ninho (à direita), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – AM. Foto: Paulo R. J. Filho (2013).

Antes de iniciar a pesquisa, contrate um experiente auxiliar de campo, que conheça o local e as características dos ninhos da região, isso irá facilitar a pesquisa e economizar tempo. Basicamente, para encontrar um ninho é necessário realizar o monitoramento ao redor dos corpos d'água (ex.: a pé, a cavalo, navegando próximo as margens etc) (Figura 4), ou por monitoramento aéreo (ex.: avião, helicóptero, ultra-leve, *drone* etc) (CAMPOS, 2003; MOURÃO et al. 2004; CAMPOS et al., 2005; BARÃO-NOBREGA et al., 2014; 2016).



Figura 4: Monitoramento em busca de ninhos de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), em Sooretama - ES. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2016).

Desta forma, com a quantificação dos ninhos de uma região, é possível sugerir o tamanho da população e propor possíveis técnicas de conservação ou manejo da espécie (CAMPOS, 2003; MARQUES et al., 2016). Para isso faz-se necessário avaliar a ecologia reprodutiva, bem como as características de cada espécie. Nos demais capítulos deste livro são abordados, em detalhes, tais assuntos.

### **Amostragem por captura, marcação e recaptura - CMR**

A amostragem através da técnica de captura, marcação e recaptura (CMR) é utilizada para diversos táxons, e inicialmente a técnica teve como objetivo estimar o tamanho da população, mas já está sendo utilizada para responder outras perguntas, como a taxa de movimentação dos indivíduos ou controle de epidemias (BAYLISS, 1987; CHARRUAU et al., 2010; FREITAS-FILHO, 2013; EVERSOLE et al., 2014, MARQUES et al., 2016). Basicamente, o CMR consiste em monitorar a área de estudo, realizando capturas regulares e marcando individualmente os animais. A cada campanha de monitoramento, novos indivíduos são capturados e marcados e quanto maior o número de campanhas, maior é a confiança nos resultados coletados para uma estimativa robusta do tamanho populacional da espécie avaliada.

## Técnicas de captura

Quando se trata de crocodilianos, podemos encontrar indivíduos em diversas situações, no ambiente natural, na área rural ou ainda, na cidade entre carros e pessoas. A captura sempre visa utilizar o método mais seguro, tanto para equipe como para os animais, tratando-se de uma das etapas que representa maior risco. Sendo assim, a equipe deve discutir qual a melhor proposta de contenção em cada situação, levando em consideração todas as possibilidades de falhas, a fim de minimizar quaisquer risco ou prejuízo.

### *Armadilhas*

No mundo, vários modelos de armadilhas são utilizados principalmente para animais maiores que quatro metros (ou que não permitem a aproximação do homem,) tais armadilhas possuem a vantagem de não serem seletivas na captura e a desvantagem de poderem trazer injúrias para o animal ou até mesmo a morte (WALSH, 1987; WEBB e MESSEL, 1977; CHERKISS et al., 2004).

No Brasil, não é comum ver um animal maior que quatro metros, apenas o jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) pode alcançar este porte (ou mais), talvez por isso o uso de armadilhas não é comum no país. Porém, alguns pesquisadores relatam capturas de jacarés juvenis com armadilhas do tipo covó (Figuras 5 e 6). Esta técnica foi utilizada por Marques et al. (2016) para aumentar as chances de captura, já que estava utilizando, simultaneamente, as outras duas técnicas mais comuns nas coletas de jacarés brasileiros (i.e., a captura manual e o uso do laço), que são descritas, a seguir.



Figura 5: Armadilha do tipo covó instalada, SP. Foto: Luís A. B. Bassetti.



Figura 6: Indivíduo jovem capturado na armadilha do tipo covo, instalada para captura de quelônios, Parque Estadual do Rio Doce, MG. Foto: Maria Elaine C. Campinhos (2018).

### *Captura manual*

A captura manual é indicada para pesquisadores com mais experiência. Contudo, para se adquirir experiência é recomendado iniciar com os filhotes, o tamanho máximo para uma captura manual é algo pessoal, varia da experiência e responsabilidade do pesquisador (PLATT et al., 2011; FREITAS-FILHO, 2013; MARQUES et al., 2016).

É importante frisar, que não existe “a melhor técnica” de captura manual, visto que cada pesquisador possui ajustes ou posições de preferência e modos de ações. Para ilustrar, imagine uma campanha de captura noturna em uma grande lagoa com vegetação nas margens, uma equipe composta por três pessoas, deslocando-se com um barco a motor (Figura 7). O objetivo da campanha foi de capturar pequenos juvenis e filhotes para se avaliar a saúde destes animais.

Equipamentos:

- Barco de alumínio (4 metros)
- Motor de popa e tanque (15 hp)
- Remos
- Holofote de mão (*silibim*)
- Lanternas de cabeça
- Fita isolante
- Lanterna de cabeça
- Caixa de transporte



Equipe:

- 1°. Pesquisador responsável pela captura manual
- 2°. Pesquisador responsável pelo holofote (*silibim*)
- 3°. Pesquisador responsável por pilotar o barco.



Figura 7: Equipe preparando-se para uma campanha de avistamento noturno e captura de jacarés filhotes e juvenis, em Sooretama - ES. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2016).

Em uma campanha de captura, a experiência dos membros da equipe influencia diretamente no resultado. O piloto da embarcação deve guiar o barco em velocidade controlável e se aproximar de forma que possibilite o 1° pesquisador alcançar o animal. Tudo isso previamente combinado, já que o barulho do motor pode prejudicar a comunicação entre os dois no momento da captura. Geralmente, no momento da captura, utiliza-se uma comunicação gestual ou com o feixe de luz do holofote.

O holofote pode ser utilizado pelo 1° ou 2° pesquisador para avistar os indivíduos a grandes distâncias (fato a ser pré-definido pela equipe) e a lanterna de cabeça ao se aproximar. Ao detectar o animal, o feixe de luz deverá ser mantido nos olhos do mesmo, com o barco aproximando-se lentamente. O 1° pesquisador acomoda-se em uma boa posição na proa (frente) da embarcação, coloca o braço para fora do barco, mantendo um ângulo de 90° com o cotovelo, permitindo que ato da captura seja rápido (Figura 8).

Quando o pesquisador se aproximar, ele conseguirá ver o corpo do animal, mas a captura, por segurança, deve ser realizada almejando a cabeça, assim, ao envolver a cabeça do jacaré, o pesquisador irá fechar a boca do animal.



Figura 8: Momento da captura manual de um filhote de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), em Vitória - ES. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2018).

Após a captura, o animal deve ser contido com uma fita adesiva (tipo isolante), fechando a boca e os olhos e, posteriormente, acondicionado em uma caixa de transporte, junto com os demais filhotes capturados. O reflexo dos olhos dos jacarés pode ser avistado de longa distância, muitas vezes o animal parece pequeno, mas ao se aproximar ele pode ser um pouco maior do que o esperado. Neste caso, tente captura manual apenas se tiver confiante, fora isso não é aconselhável. Então, comece com os indivíduos menores e aos poucos a confiança irá aparecer, mas lembre-se sempre que o bom senso e a responsabilidade devem prevalecer.

### *Laço*

A utilização da técnica do laço destaca-se devido a viabilidade de uso dentro ou fora da água, a possibilidade de usar em animais juvenis ou adultos, seja com machos no meio de uma lagoa ou fêmeas protegendo os ninhos na margem, e ainda por possuir maior agilidade para o transporte dos equipamentos. O objetivo do laço é envolver o pescoço do jacaré para segurá-lo no local, não deixando que o animal escape dos pesquisadores.

Os equipamentos necessários para uma captura por laço estão descritos abaixo, mas vale ressaltar que a espessura e o comprimento dos equipamentos dependem do local da pesquisa, tamanho do indivíduo e da espécie a ser capturada:

- Vara telescópica de 2 a 3 metros para guiar o laço
- Laço (Figura 9)
  - Corda trançada de 3 a 4 metros (6 a 8 mm)
  - Cabo de aço de aproximadamente 1 metro
  - Presilhas
  - Grampo do laço
  - Destorcedor para o cabo de aço
- Fita adesiva de fraca aderência (tipo fita-crepe)
- Cambão para contenção animal
- Toalha
- Fita adesiva de forte aderência (tipo isolante ou *silver-tape*) ou borrachas (tiras de elástico ou câmara de ar)
- Corda trançada 3 metros (5 ou 10 mm) para contenção física dos membros anteriores e posteriores.

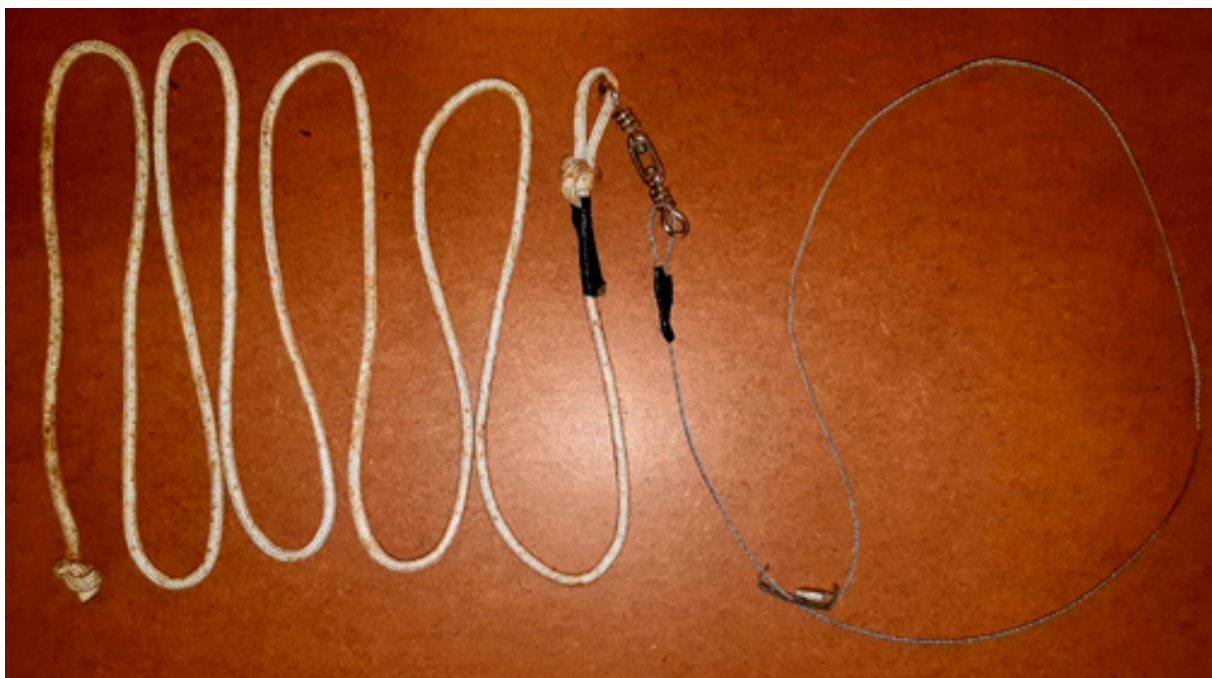


Figura 9: Laço utilizado para captura de jacarés. Foto: Projeto Caiman (2019).

Para facilitar a compreensão, imagine uma equipe composta por quatro pessoas, treinadas e habilitadas para uma captura de crocodilianos:

- 1º. Pesquisador será responsável pela captura com o laço;
- 2º. Pesquisador será responsável segundo laço (se houver necessidade);
- 3º. Pesquisador será responsável pela contenção com cambão;
- 4º. Pesquisador será responsável pelo pano e contenção da mandíbula do animal.

De forma geral, um procedimento de captura começa com o 1º e/ou o 2º pesquisador usando a fita adesiva de fraca aderência (fita-crepe), para segurar o laço na extremidade da vara guia (Figuras 10, 11 e 12). Na ausência da vara guia, o laço poderá ser lançado por uma pessoa experiente.

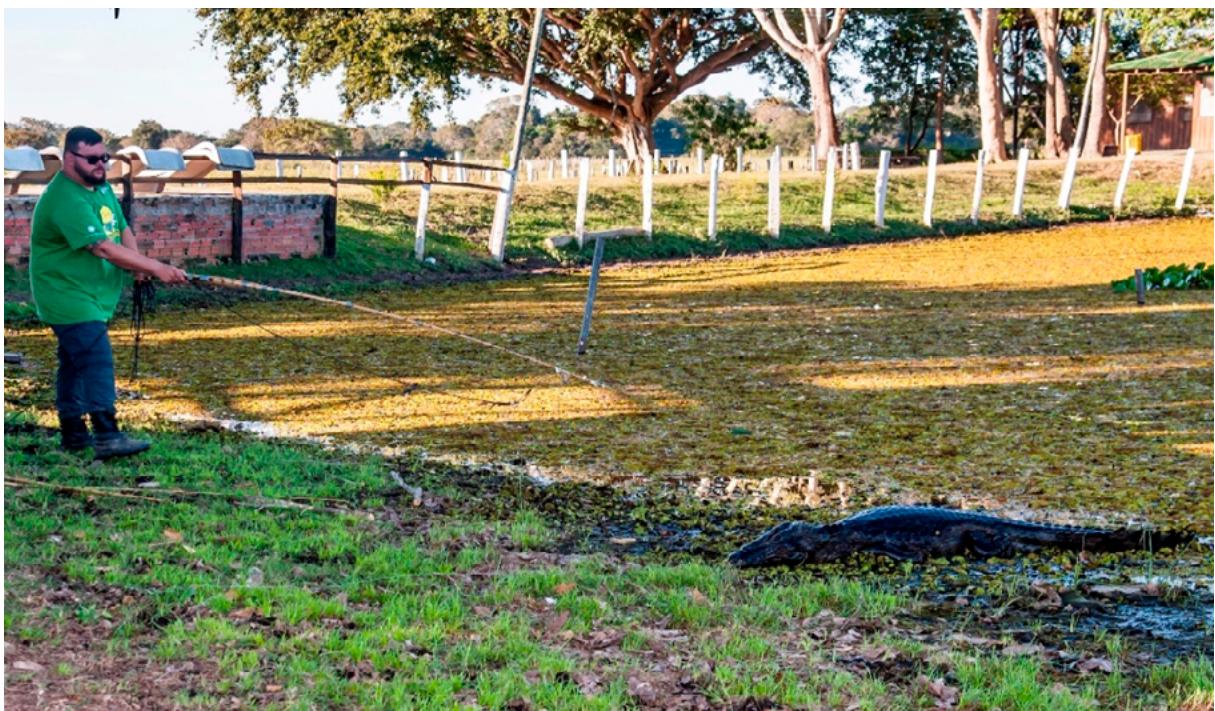


Figura 10: O pesquisador aproximando de um jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) com o laço e a vara guia, no Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).



Figura 11: O pesquisador consegue envolver o pescoço do jacaré com o laço para realizar a captura, no Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).



Figura 12: Após perceber que foi capturado, o jacaré do pantanal se debate e gira, a fim de se soltar, gerando uma briga de força de alguns minutos com o pesquisador. Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).

A tendência natural é que o jacaré fique bastante agitado e estressado logo após ser laçado, o que vai gerar uma competição de força de alguns minutos entre o animal e o 1º pesquisador, que estará segurando a corda (Figura 12). Dependendo da situação, o 2º pesquisador poderá realizar a segunda laçada no pescoço do animal e posicionar-se ao lado oposto da 1ª. pessoa, a fim de neutralizar qualquer reação ou defesa do animal.

Após perceber o cansaço físico do animal, o 3º pesquisador aproxima-se com o cambão de contenção, envolvendo o pescoço e fixando o animal no chão, dando mais segurança para o 4º pesquisador colocar uma toalha, de preferência molhada, sobre a cabeça do animal, posicionando-se sempre com rapidez e precisão. É importante que este deve segurá-lo com força, procurando conter a cabeça e fechar a mandíbula do jacaré (Figuras 13 e 14). Logo após essa manobra, a equipe deve finalizar a contenção física, com o uso de uma fita adesiva de forte aderência ou borrachas, para manter a boca do jacaré fechada, e usar cordas para conter os membros anteriores e posteriores do animal (Figuras 15 e 16). Mesmo após a contenção, o animal deve ser vigiado, pois o mesmo pode se debater a qualquer momento durante a manipulação e ainda ocasionar acidentes.



Figura 13: Outro pesquisador aproxima-se e utiliza o cambão de contenção, envolvendo o pescoço do animal e fixando-o no chão, a fim de evitar uma reação do animal. Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).



Figura 14: Manobra de contenção da mandíbula do animal, realizada com as mãos, após a contenção com o cambão. Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).



Figura 15: Utilização de uma fita adesiva de forte aderência, a fim de manter a boca do jacaré seguramente fechada. Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).



Figura 16: Para evitar o risco com acidentes, só após contenção da mandíbula e dos membros posteriores e anteriores (e da cauda), os procedimentos da pesquisa podem ser iniciados. no Passo do Lontra - MS, Pantanal. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2017).

## Situações em Campo

Pedimos para você imaginar uma equipe com quatro pessoas, certo? Porém, nem sempre a equipe disponível é de tamanho ideal. Sendo assim, alguém terá que acumular funções, e a equipe irá avaliar a melhor pessoa (mais experiente e segura) para tais atividades.

Quando se trabalha com animais de vida livre, é interessante estar preparado para diversas situações inusitadas de captura, observe as fotos, a seguir (Figuras 17 e 18). Na Figura 17, o animal é de médio porte e está na margem de um corpo d'água, em um ambiente aberto e, aparentemente, sem risco para ele ou para equipe

Já na Figura 18, o jacaré é de grande porte, está em um centro urbano, próximo de carros e de pessoas que observam à sua captura. Comparando-se os dois casos, seria interessante usar o mesmo procedimento de captura para ambos? Provavelmente não, mesmo utilizando a mesma técnica do laço, é possível usar procedimentos diferentes dependendo da situação que encontrada, por exemplo: a sugestão do uso da toalha a ser colocada sobre na cabeça do animal não é uma regra para captura, mas ajuda a reduzir o estresse do animal e o desnoiteia quanto a direção do resto da equipe ou de curiosos (esta é uma boa dica, por sinal!).





Figura 17: Jacaré de pequeno porte (*Caiman latirostris*), laçado à beira de um corpo d'água, RJ. Foto: R. Freitas-Filho/Instituto Jacaré.



Figura 18: Resgate de um jacaré adulto (*Caiman latirostris*), encontrado ao lado de uma estrada e próximo de veículos e pessoas, em Vitória - ES. Foto: L. Merçon/Instituto Últimos Refúgios (2019).

Outra situação está caracterizada na Figura 14, onde observamos um pesquisador levantando a porção posterior do animal no momento em que o 4º pesquisador faz a contenção, sem a toalha. Este procedimento é utilizado por alguns grupos de pesquisa que se sentem mais seguros para tal atuação. Mas preste atenção: este procedimento só pode ser realizado se o cambão estiver no pescoço do animal, cuja atividade é executada pelo 3º pesquisador.

## Marcação e identificação de crocodilianos

Estudos com marcação e identificação de crocodilianos (CMR) necessitam individualizar os animais capturados para conseguir identificá-los em uma possível recaptura, então, visando diminuir a chance de perder a marcação, alguns pesquisadores preferem marcar os indivíduos com um ou mais tipos de marcas, porém, isso dependerá dos objetivos do estudo, como da espécie em questão (BAYLISS, 1987; CHARRUAU et al., 2010; FREITAS-FILHO, 2013; EVERSOLE et al., 2014; MARQUES et al., 2016; LEIVA et al., 2019).

A individualização, ou melhor, o reconhecimento dos espécimes identificados, através de técnicas de marcação, justifica-se por viabilizar estudos de longa duração, fornecendo informações valiosas sobre muitos aspectos, morfológicos, ecológicos, reprodutivos e de conservação, ou mesmo, na identificação do animal nos resgates em meios urbanos (FREITAS-FILHO, 2013; EVERSOLE et al., 2014; MARQUES et al., 2016; LEIVA et al., 2019). Em estudo com *Alligator mississippiensis*, JENNINGS et al. (1991) mostraram que as marcações não influenciaram no crescimento e sobrevivência de filhotes em cativeiro, sugerindo que o mesmo deva acontecer com os juvenis e adultos das demais espécies de crocodilianos.

### *Corte de escamas caudais*

O corte de escamas caudais é uma metodologia de baixo custo, amplamente utilizada em estudos com crocodilianos (JENNINGS et al., 1991; CHARRUAU et al., 2010; FREITAS-FILHO, 2013; MARQUES et al., 2016; LEIVA et al., 2019). O procedimento consiste em retirar diferentes escamas da cauda, utilizando uma lâmina (bisturi ou canivete), de forma a combinar séries numéricas individuais e que permitam a fácil identificação de cada jacaré quando recapturado (Figura 19). O corte de escamas possibilita a identificação do espécime a longa distância e ainda, pode-se aproveitar o tecido animal para estudos (genéticos, análises isotópicas, microbiologia, entre outros).



Figura 19: Jacaré marcado com a técnica de corte das escamas, RJ. Foto: R. Freitas-Filho/Instituto Jacaré (2007).

### *Etiquetas, brincos e “tags”*

Vários tipos de etiquetas podem ser utilizadas, *PIT Tag* (*Passive Integrated Transponder*), brincos de metal, etiquetas de plástico, dentre modelos (BAYLISS, 1987; FREITAS-FILHO, 2013; EVERSOLE et al., 2014; MARQUES et al., 2016). A escolha fica a critério do pesquisador, que deve ter como pré-requisitos importantes, por exemplo, a espécie e o local do estudo. Por exemplo, no Brasil o Projeto Caiman escolheu o modelo *PIT tag* para avaliar a população de *Caiman latirostris* da Grande Vitória, ES (Figura 20).

Os pesquisadores do referido projeto definiram que o *PIT tag* sempre será inserido subcutâneo da região da escápula anterior direita. Desta forma, este tipo de padronização com o *PIT tag* é fundamental para que não ocorra o risco de um mesmo animal ser marcado duas vezes. Além disso, quando utilizam outros tipos de marcação, como etiquetas de plástico, o Projeto Caiman padroniza a inserção na região caudal dos jacarés.

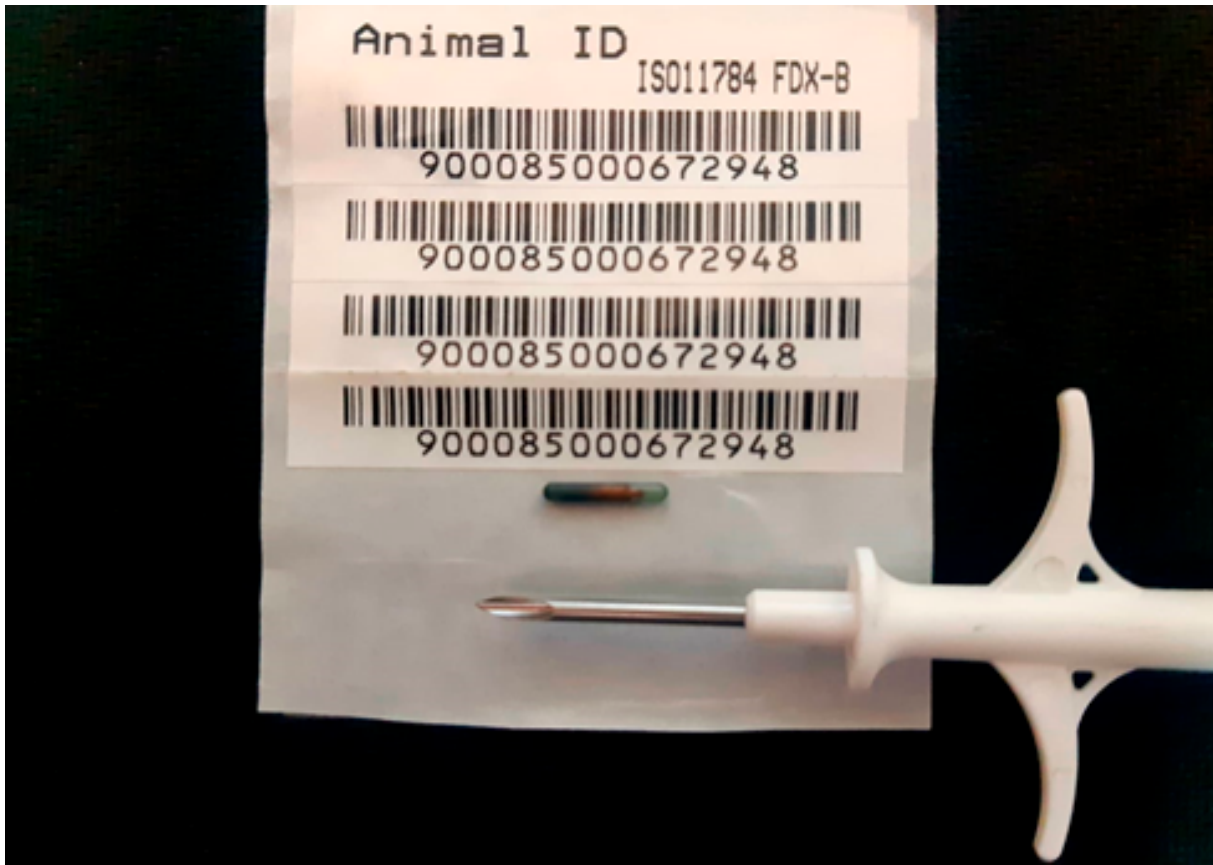


Figura 20: Em detalhe, um *PIT tag* de aproximadamente um cm, com o número e o aplicador, abaixo. Foto: Projeto Caiman (2019).

### *Soltura*

Assim como na captura manual, não existe “a melhor técnica” para a soltura dos animais, visto que cada pesquisador possui suas preferências com base em suas experiências. Contudo, existe o resultado que consideramos “perfeito”, ou seja, quando a soltura não oferece riscos de acidentes, tanto para o pesquisador, quanto para o animal.

Importantes fatores devem ser levados em consideração, como uma boa avaliação do local de soltura (ex.: espaço adequado), bem como o nível de estresse, o comportamento (ex.: agitado ou não) e o porte do animal, visto que quanto maior o animal, mais arriscado também poderá ser este procedimento. Contudo, trabalhar com os crocodilianos é uma atividade potencialmente perigosa, por isso devemos sempre respeitar o animal, independente do seu tamanho. Por exemplo, animais de médio porte quando estressados, oferecem riscos semelhantes como os maiores.

Além disso, um fato pouco avaliado em solturas, e que acelera o metabolismo do animal, tornando-o potencialmente perigoso, é a temperatura ambiente – quanto mais quente, mais rápido poderá ser a atividade e a velocidade do animal durante a soltura. Desta forma, sugerimos que o local seja de preferência próximo a um corpo d’água, isso aumenta a possibilidade de

animal mergulhar após a soltura e outro ponto importante, é a avaliação da área de fuga para o pesquisador, caso o animal vire em sua direção.

Então, imagine que você capturou um animal de médio porte numa campanha noturna e por algum motivo este animal deverá ser realocado para outra lagoa no dia seguinte. Você resolve transportar este animal em um carro, às 11:00h, de um dia ensolarado. Ao chegar no local, você deixa o animal no carro e vai até a lagoa para avaliar o ambiente, depois de 20 minutos você retorna ao carro, retira o animal para realizar a soltura. Neste momento, você pode estar correndo um risco, pois o animal apesar de não aparentar, deve estar com o metabolismo acelerado e pronto para uma reação explosiva com bastante força muscular. Para melhor entendimento, os procedimentos básicos para uma soltura, desde a retirada das amarras nos membros, cauda, fita da boca, até a saída livre do animal ao ambiente natural, podem ser observados, passo a passo, resumidamente na Figura 21. Cada pesquisador possui suas técnicas de manejo dos crocodilianos, voltadas às realidades enfrentadas no momento. Deste modo, é interessante que você sempre ouça a voz da experiência e apesar de agora entender algumas técnicas, busque as instituições ou os pesquisadores experientes, a fim de colocar as técnicas adequadas em prática, pois alertamos que uma prática mal sucedida pode sair bem cara.



Figura 21: Soltura de fêmea adulta de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) em um córrego urbano do município de Cuiabá, MT, Brasil. A) Liberação de membros traseiros e dianteiros; B) Imobilização da cabeça para C) Liberação da mandíbula e olhos; D) Imobilização da cabeça antes da soltura total; E) Indivíduo solto apenas com cambão (*Ketch all Pole*); F) Indivíduo livre em seu hábitat. Fotos: Jessica R. Mudrek (2016).

## Considerações Finais

O presente capítulo foi direcionado aos jovens pesquisadores(as) que pretendem começar os seus estudos com os crocodilianos. Contudo, ressaltamos que para qualquer atividade inicial é sempre importante, e de bom tom, a supervisão de pesquisadores(as) com boa experiência e prática no assunto. Afinal, domínio e segurança nas técnicas usadas contam muito quando estamos nos arriscando em atividades de campo.

Ainda, frisamos que os métodos de amostragem populacional aqui apresentados são básicos, porém, essenciais para estudos com crocodilianos. Vale destacar a importância do guia local (i.e., o auxiliar de campo), que possui bastante conhecimento empírico, visto que conhece e sabe transitar seguramente pela floresta ou pelo campo, e que nesses ambientes, muitas das vezes têm mais a nos ensinar do que aprender.

Em síntese, no que concerne ao fundamental em campo, o avistamento noturno (*spotlight surveys*), a captura, marcação e recaptura (CMR), a soltura, bem como a quantificação de ninhos são as principais técnicas de amostragem utilizadas por diferentes grupos de pesquisas, que objetivam o levantamento populacional das espécies de jacarés no Brasil.

Por fim, entendemos que divulgando essas informações importantes ao nosso público alvo, você, pesquisador(a) iniciante, estamos auxiliando e incentivando também que mais pessoas possam estudar e se interessar por pesquisas com os crocodilianos brasileiros. Desejamos ótimas experiências de campo a vocês!

## Agradecimentos

Agradecemos a todos os profissionais que fizeram parte da nossa formação, que compartilharam um pouco de sua experiência para os então jovens e entusiasmados estagiários, bolsistas e/ou voluntários. Se no presente capítulo apresentamos um pouco de nossa experiência, é porque no passado muitos nos receberam de braços abertos (auxiliares de campo, cientistas, coordenadores de equipes, guias, monitores, pesquisadores, professores e pilotos de embarcações), para hoje sermos colegas de profissão. Dessa forma, registramos o nosso muito obrigado.

## Referências

BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; VILLAMARÍN, F.; SOARES, A. M. V. M.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Researcher disturbance has minimal impact on natural predation of caiman nests in Central Amazonia. *Journal of Herpetology*, v. 48, n. 3, p. 338-342, 2014.

BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; DUTRA-ARAÚJO, D.; BOTERO-ARIAS, R.; NOGUEIRA, A. J. A.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Nest attendance influences

the diet of nesting female Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in Central Amazonia, Brazil. Herpetological Journal, v. 26, p. 65-71, 2016.

BAYLISS, P. Survey methods and monitoring within Crocodiles management programmers. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J. (Eds.). **Wildlife management: crocodiles and alligators**. Cap. 16, Sydney: Surrey Beatty & Sons, 1987. p. 157-175.

BORTEIRO, C.; GUTIÉRREZ, F.; TEDROS, M.; KOLENC, F. Conservation status of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) in disturbed landscapes of Northwestern Uruguay. South American Journal of Herpetology, v. 3, n. 3, p. 244-250, 2008.

BORTEIRO, C.; PRIGIONI, C.; GARCÍA, J. E.; TEDROS, M.; GUTIÉRREZ, F.; KOLENC, F. Geographic distribution and conservation status of *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae) in Uruguay. Phyllomedusa, v. 5, n. 2, p. 97-108, 2006.

CAMPOS, Z. Observações sobre a biologia reprodutiva de três espécies de jacarés na Amazônia Central. Corumbá: Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa 58, 2003. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br>>.

CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; MOURÃO, G. Metodologia para contagem e avaliação de ninhos de jacaré-do-Pantanal usando o ultraleve. Corumbá: Embrapa Pantanal, Boletim de Pesquisa 58, 2005. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br>>.

CHARRUAU, P.; CEDEÑO-VÁZQUEZ, J. R.; VILLEGAS, A.; GONZÁLEZ-CORTÉS, H. Tasas de crecimiento del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en estado silvestre en la Península de Yucatán, México. Revista Latinoamericana de Conservación, v. 1, n. 2, p. 63-72, 2010.

CHERKISS, M. S.; FLING, H. E.; MAZZOTTI, F. J.; RICE, K. G. Counting and capturing crocodylians. Circular 1451, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2004. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/uw198>>.

CHERKISS, M. S.; MAZZOTTI, F. J.; RICE, K. G. Effects of shoreline vegetation on visibility of American crocodiles (*Crocodylus acutus*) during spotlight surveys. Herpetological Review, v. 37, p. 37-40, 2006.

DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. Journal of Herpetology, v. 31, p. 514-520, 1997.

DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; THORBJARNARSON, J. B. Factors affecting the number of caimans seen during spotlight surveys in the Mamirauá Reserve, Brazilian Amazonia. Copeia, v. 2, p. 425-430, 2008.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. B. Conservation implications of commercial hunting of Black and Spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. Biological Conservation, v. 88, p. 103-109, 1999.

- EVERSOLE, C. B.; HENKE, S. E.; BALLARD, B. M.; POWELL, R. L. Duration of marking tags on American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Herpetological Review*, v. 45, n. 2, p. 223-226, 2014.
- FREITAS-FILHO, R. F. Dieta e avaliação de contaminação mercurial no jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802, (Crocodylia, Alligatoridae) em dois parques naturais no Município do Rio de Janeiro. (Dissertação). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 89 p., 2008.
- FREITAS-FILHO, R. F. Ecologia urbano do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ. (Tese). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 123 p., 2013.
- JENNINGS, M. L.; DAVID, D. N.; PORTIER, K. M. Effect of marking techniques on growth and survivorship of hatchling alligator. *Wildlife Society Bulletin*, v. 19, p. 204-207, 1991.
- LEIVA, P. M. L.; SIMONCINI, M. S.; PORTELINHA, T. C. G.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Size of nesting female Broad-snouted caimans (*Caiman latirostris* Daudin 1802). *Brazilian Journal of Biology*, v. 79, n. 1, p. 139-143, 2019.
- MAGNUSSON, W. E. Size estimates of crocodylians. *Journal of Herpetology*, v. 17, n. 1, p. 86-88, 1983.
- MAGNUSSON, W. E. Response to request for exchange of ideas on standardization of terminology on crocodylian densities. *Crocodyle Specialist Group Newsletter -IUCN/SSC*, v. 3, p. 14-15, 1984.
- MARQUES, T. S.; BASSETTI, L. A. B.; LARA, N. R. F.; MILLAN, C. H.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Population structure of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in natural and man-made water bodies associated with a silvicultural landscape. *Salamandra*, v. 52, n. 1, p. 1-10, 2016.
- MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.; COUTINHO, M. Levantamento de ninhos de jacarés em savanas inundáveis, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal. *Boletim de Pesquisa* 47, 2004. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br>>.
- PLATT, S. G.; RAINWATER, T. R.; THORBJARNARSON, J. B.; MARTIN, D. Size Estimation, morphometrics, sex ratio, sexual size dimorphism and biomass of *Crocodylus acutus* in the coastal zone of Belize. *Salamandra*, v. 47, n. 4, p. 179-192, 2011.
- PLATT, S. G.; THORBJARNARSON, J. B. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation*, v. 96, p. 13-20, 2000.
- STRICKLAND, B. A.; VILELLA, F. J.; FLYNT, R. D. Long-term spotlight surveys of American alligators in Mississippi, USA. *Herpetological Conservation and Biology*, v. 13, n. 2, p. 331-340, 2018.



TORRALVO, K.; BOTERO-ARIAS, R.; MAGNUSSON, W. E. Temporal variation in Black caiman nest predation in central Amazonian várzea. PLOS One, v. 12, n. 8, p. e0183476, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183476>, 2017.

WALSH, B. Crocodile capture methods used in the Northern Territory of Australia. pp. 249-252. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J. (Eds.). **Wildlife Management: Crocodiles and Alligators**. Surrey Beatty & Sons Pty Lim. Chipping Norton, Australia. 1987. 442 p.

WEBB, G. J. W.; MESSEL, H. Crocodile Capture Techniques. Journal Wildlife Management, v. 41, n.3, p. 571-575, 1977.

WOODWARD, A. R.; MARION, W. R. An evaluation of factors affecting night-light counts of alligators. **Proceedings of the Annual Conference of the Southeast Association Fish and Wildlife Agencies**, v. 32, p. 291-302, 1978.

Registros de ocorrência

Adequabilidade ambiental

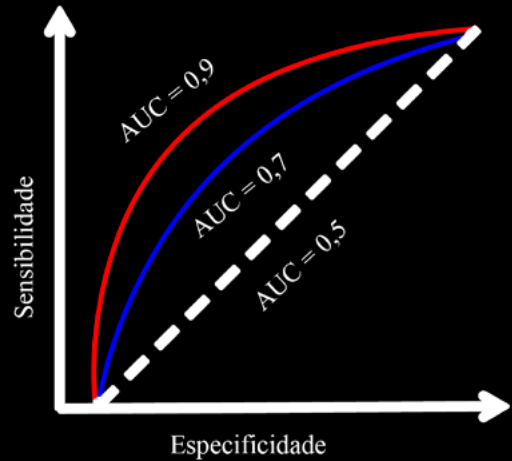
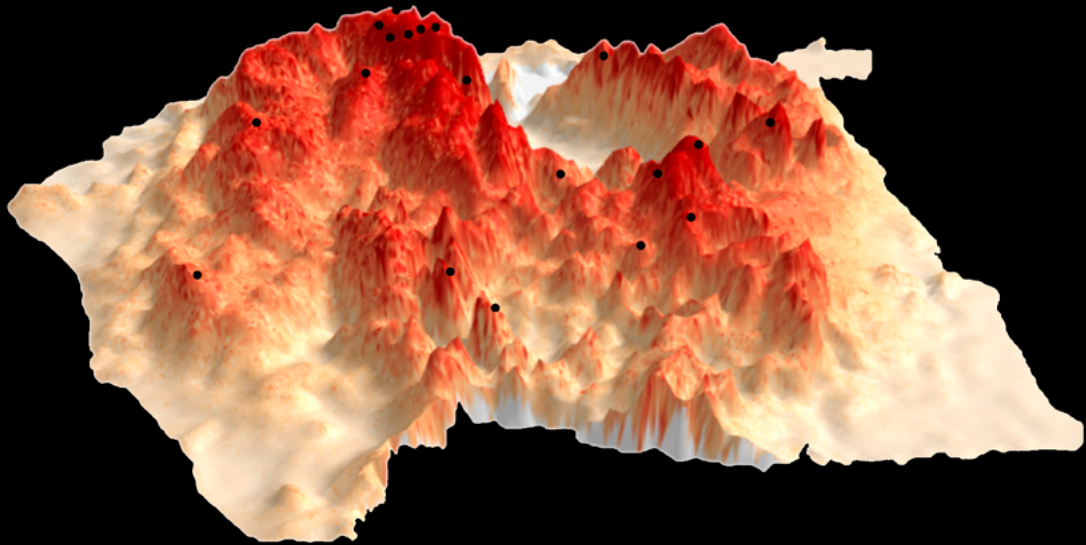


Foto: Carolina Ortiz Rocha da Costa

# MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES: IMPORTÂNCIA, FERRAMENTAS E APLICABILIDADE PARA CONSERVAÇÃO

Katia Maria Paschoaletto Micchi de Barros Ferraz, Carolina Ortiz Rocha da Costa, Alex Augusto Abreu Bovo, Yuri Geraldo Gomes Ribeiro

## Introdução

Conhecer a distribuição geográfica das espécies é primordial para o planejamento da conservação (FRANKLIN, 2009). Diversos fatores como história evolutiva, comportamento, condições abióticas, interações bióticas e as características de dispersão podem explicar a distribuição geográfica de uma espécie (GASTON, 2003; WARREN et al., 2008; SAUPE et al., 2012; GUI SAN et al., 2017), sendo fundamental para compreender o padrão de distribuição espaço-temporal da espécie.

Os fatores ecológicos que afetam os padrões de distribuição de uma espécie podem ser resumidos matematicamente e organizados em uma estrutura heurística simples, conhecida como diagrama BAM (SOBERÓN e PETERSON, 2005), a qual relaciona três classes de fatores: 1) as interações **bióticas** (B), que são as condições ligadas à dinâmica populacional das espécies, como recursos alimentares limitados, competição, predação, mutualismo, etc; 2) as condições **abióticas** (A) como o clima, a topografia, radiação solar, etc; e 3) a região acessível à espécie através da **movimentação** (M) (ou dispersão), durante um período de tempo. Conforme a Teoria de Nicho Ecológico, a intersecção dessas três classes ( $B \cap A \cap M$ ) determina a região em que se pode encontrar uma espécie (PETERSON et al., 2011). Desta forma, é possível prever a distribuição potencial de uma espécie a partir do entendimento das relações entre a sua ocorrência e os fatores que a explicam, o que pode ser realizado através da Modelagem de Distribuição de Espécies (MDE) ou *Species Distribution Modeling* (SDM) (PETERSON e SOBERÓN, 2012).

A MDE utiliza pontos de ocorrência conhecidos e variáveis ambientais (preditoras) para prever a distribuição potencial de uma espécie, contribuindo para o entendimento das condições geográficas e ecológicas que explicam o padrão de distribuição observado (GUI SAN e THUILLER, 2005; SOBERÓN e PETERSON, 2005) (Figura 1). Permite ainda prever mudanças nos padrões esperados (ex.: retração ou expansão da área de distribuição) em decorrência das intervenções humanas nos ecossistemas, como desmatamento, expansão urbana, mudanças no uso do solo, mudanças climáticas, etc (SMOLIK et al., 2010; RIBEIRO et al., 2017). Quanto às suas aplicações, pode prever áreas de expansão para espécies invasoras (KRAMER et al., 2017), auxiliar na busca por novas populações (WILLIAMS et al., 2009), identificar áreas prioritárias para a conservação (VAN ANDEL et al., 2015), indicar áreas adequadas para a reintrodução de indivíduos (HENDRICKS et al., 2016) e utilizar cenários passados e futuros para se investigar os requerimentos ecológicos das espécies, projetando o *status* futuro da espécie (PORFIRIO et al., 2014), entre outros, demonstrando como a MDE é importante e pode ser amplamente utilizada.

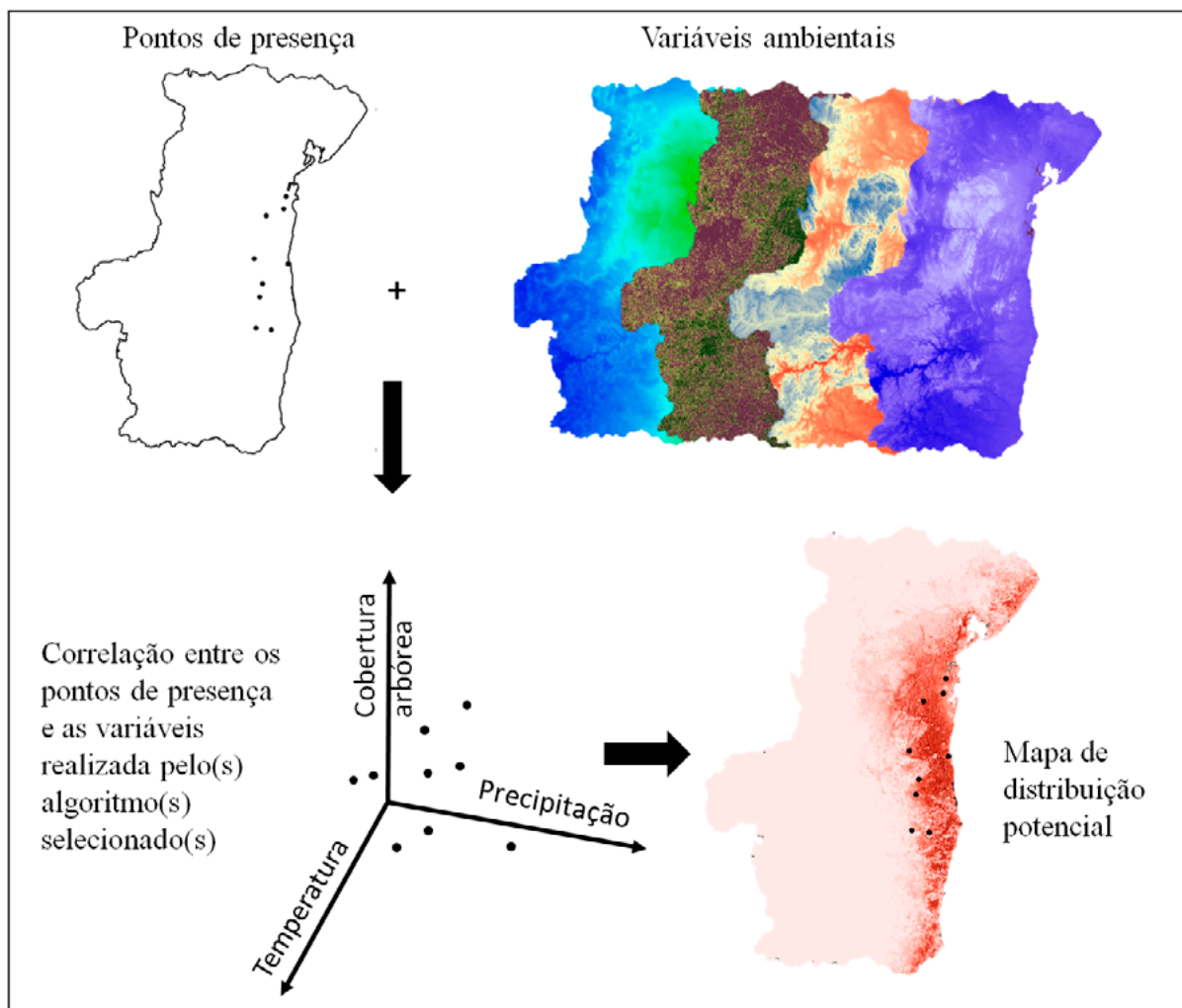


Figura 1: Fluxo do processo de Modelagem de Distribuição de Espécies (MDE), apresentando os dados de entrada, a representação gráfica da correlação feita por um algoritmo e o mapa de distribuição potencial como resultado final do processo (modelo).

## Modelagem de Distribuição de Espécies (MDE)

A elaboração de um modelo passa por diversos passos, que devem ser respeitados e cumpridos, para que o resultado do modelo seja de qualidade. Então, para se construir um MDE devemos seguir a: 1) conceituação do modelo; 2) preparação dos dados; 3) construção do modelo; 4) avaliação do modelo; 5) aplicação e uso (Figura 2).

### 1) Conceituação do modelo

A conceituação do modelo é o primeiro passo dentro do processo de modelagem. É extremamente importante que aquele que deseja modelar saiba responder quatro perguntas principais: 1) o que modelar (qual organismo?); 2) onde modelar (espaço geográfico?); 3) porque modelar (propósito/finalidade de uso do modelo?); e, 4) como modelar (preparação, construção e avaliação do modelo) (PETERSON et al., 2011). Portanto, respostas claras e objetivas a essas perguntas evitam desperdício de tempo, de recursos e usos inadequados e sem propósito da

ferramenta. Além disso, facilitam a escolha dos algoritmos e ajustes de parâmetros do modelo, garantindo que todos os requisitos ecológicos que definem a distribuição da espécie de interesse estejam presentes no processo de modelagem.

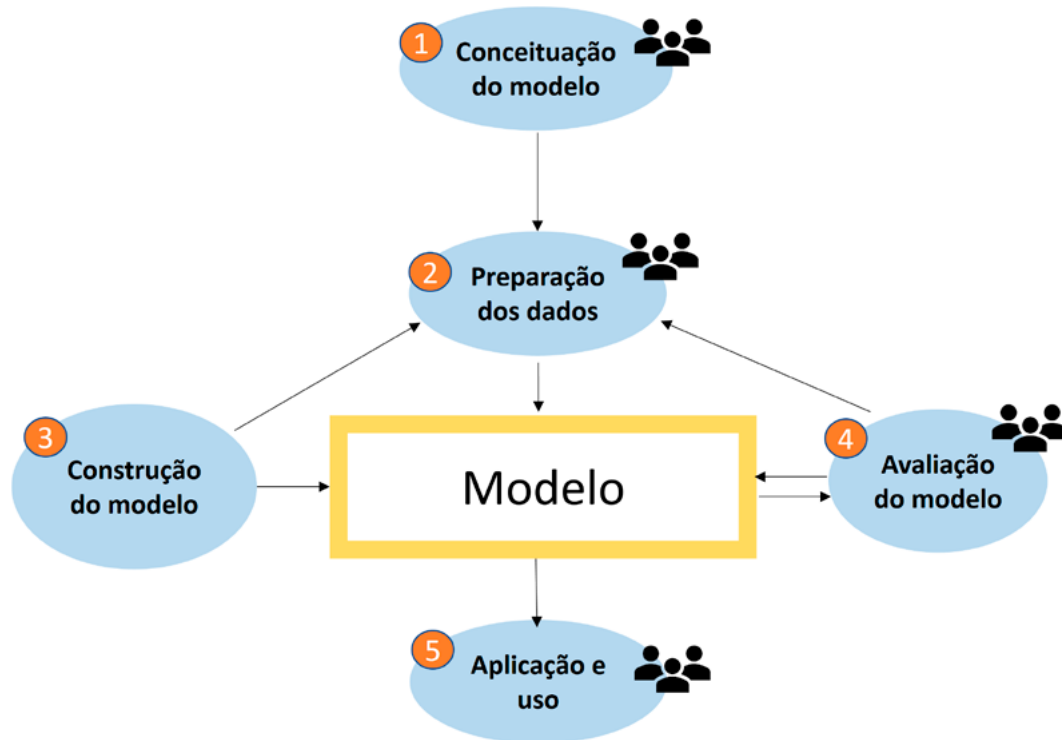


Figura 2: Passos para a construção de um modelo de distribuição potencial de espécies. As pessoas indicadas nos passos 1, 2, 4 e 5 representam a interação entre modeladores e especialistas. Fonte: adaptado de Guisan et al. (2017).

### *O que modelar?*

A definição do organismo (animal ou vegetal) a ser modelado dependerá da questão e do interesse de quem está modelando (ex.: ampliar o conhecimento da espécie, selecionar áreas prioritárias para sua conservação, avaliar mudanças no padrão de distribuição, etc). Comumente são escolhidas espécies ameaçadas, com ausência de informações atuais quanto à sua distribuição, ausência de dados, como as espécies classificadas como Deficiente em Dados (*DD*), nas listas de ameaças da *International Union for Conservation of Nature (IUCN)* ou ainda, que ocorrem em ambientes que sofrem transformações intensas pela ação humana.

Outra questão a ser considerada, é a abordagem teórica utilizada para alcançar os objetivos com a modelagem. Existem duas abordagens teóricas: “Modelo de Nicho Ecológico” (MNE) e “Modelo de Distribuição de Espécie” (MDE). Ambas utilizam o mesmo conjunto de algoritmos e a mesma conceitualização de nicho ecológico (PETERSON e SOBERÓN, 2012). Contudo, diferenciam-se em seus objetivos, sendo os MNEs interessados em identificar o nicho fundamental da espécie, mais aplicado a estudos sobre a ecologia e a biogeografia das

espécies, enquanto os MDEs visam identificar o nicho realizado, mais aplicado a estudos sobre a distribuição das espécies (PETERSON e SOBERÓN, 2012).

#### *Onde modelar?*

O espaço geográfico é a extensão geográfica a ser modelada, representada por um sistema de coordenadas de dois eixos (x,y). Na prática, o espaço geográfico é definido a partir de limites biogeográficos (ex.: biomas, ecorregiões, continentes), administrativos ou geopolíticos (ex.: países, municípios, estados, etc). Entretanto, não recomendamos utilizar como espaço geográfico, limites injustificáveis como um polígono qualquer ou um limite administrativo-político, visto que não possuem um significado ecológico real à espécie. A definição do espaço geográfico depende da questão (por quê?) e do interesse (pra quê?) de uso do modelo. O espaço geográfico no processo de modelagem deve incluir a área a qual a espécie é capaz de ocorrer e persistir ao longo do tempo, para que a construção e validação do modelo, e a comparação das estimativas sejam realizadas com maior precisão e confiabilidade.

A escolha do espaço a ser modelado interferirá diretamente no resultado do parâmetro de avaliação do modelo *AUC* ou *Area Under the Curve* (i.e., Área Abaixo da Curva do gráfico; descrição no item 4). A *AUC* é calculada utilizando a quantidade de erros de sobreprevisão (erro tipo I ou falso positivo; quando o modelo prevê como adequada áreas onde a espécie está ausente), erros de omissão (erro tipo II ou falso negativo; quando o modelo deixa de prever como adequada uma área onde a espécie está presente) e de presenças e ausências previstas corretamente. Portanto, uma área bem maior que a distribuição da espécie também fornecerá um número maior de ausências verdadeiras, em proporção a área realmente ocupada pela espécie, superestimando o valor de *AUC* (LOBO, 2008).

Por outro lado, áreas que considerem apenas uma parte da ocorrência da espécie podem restringir a capacidade do modelo em diferenciar entre presença e ausência e, conseqüentemente, reduzir o desempenho do modelo, inserindo erros de sobreprevisão (GIOVANELLI et al., 2010). Assim, ambas as condições ambientais e os limites geográficos da espécie devem ser fornecidas para o modelo (AUSTIN, 2002; SOBERON, 2010). Por isso, é necessário que se defina previamente à construção do modelo, um espaço geográfico condizente com a distribuição possível da espécie, evitando-se assim espaços geográficos demasiadamente extensos, como por exemplo, definir toda a extensão de um bioma sendo que a espécie ocorre somente em uma pequena parte do dele (ex.: GIOVANELLI et al., 2010). Quando não se conhece a área de distribuição da espécie, sugere-se a modelagem adaptativa ao nicho (HARRIS et al., 2002; COSTA, 2018), que utiliza dos registros de ocorrência e dos fatores que limitam a dispersão da espécie, para se delimitar o espaço geográfico possível de sua distribuição.

#### *Porque modelar?*

Algumas finalidades foram apresentadas na introdução, mas olhando de modo geral, podemos encontrar duas razões fundamentais onde essas finalidades se encaixam. Uma delas é aumentar o conhecimento da espécie, estudando os requisitos ecológicos para sua ocorrência, as mudanças no

padrão da sua ocupação de acordo com alterações antrópicas (uso do solo, mudanças climáticas, etc) e a área que pode ser ocupada por uma espécie (PETERSON et al., 2011). A outra razão tem como fim a aplicação do resultado do modelo para a conservação das espécies. A ponte estabelecida entre os especialistas da espécie e da ferramenta (pesquisadores) e os tomadores de decisão (gestores institucionais) torna viável o uso efetivo de modelos, transformando a MDE em uma poderosa ferramenta a favor da conservação de espécies ameaçadas. Nos últimos anos, diversos Planos de Ação Nacionais envolvendo principalmente o grupo dos mamíferos carnívoros (ex.: onça-parda, ICMBIO, 2011; cachorro-vinagre, ICMBIO, 2012; e onça-pintada, PAULA et al., 2013) têm feito uso da MDE para auxiliar nas estratégias de planejamento à conservação. Recentemente, outros grupos de especialistas (ornitólogos) envolvidos com a conservação do gavião-real (*Harpia harpyja*), papagaios (*Amazona brasiliensis*, *A. pretrei*, *A. rhodocorytha* e *A. vinaceae*), do pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*) e mais 104 táxons aves ameaçadas da Mata Atlântica, também optaram pelo uso de modelos da distribuição de espécies, a fim de melhorar as ações de conservação. A definição de áreas potenciais destinadas à conservação de espécies é um ótimo exemplo de como esta ferramenta pode ser aplicada (MORATO et al., 2014; PAVIOLO et al., 2016; PORTUGAL et al., 2019).

#### *Como modelar?*

Os primeiros trabalhos de MDE iniciaram-se no final da década de 90 (FRANKLIN, 2009) com o uso de dois principais algoritmos, o *BIOCLIM* (BUSBY, 1991) e o GARP (STOCKWELL e NOBLE, 1992; STOCKWELL, 1999), que são pouco utilizados atualmente. Porém, a MDE ganhou maior destaque e aplicação com o surgimento de um novo algoritmo, o *Maxent* (PHILLIPS et al., 2006; 2017a, b), que facilitou o ajuste dos procedimentos de modelagem, possibilitando o uso de dados apenas de presença em técnicas estatísticas sofisticadas. O levantamento de dados de ausência suficientes para ajustar modelos mais sofisticados é extremamente dispendioso de tempo e recurso, e por isso, a MDE depende muito de dados somente de presença (PONDER et al., 2001; GRAHAM et al., 2004; SUAREZ e TSUTSUI, 2004).

Inicialmente, os métodos mais comuns para esses dados eram originalmente aqueles que ajustavam envelopes climáticos (*BIOCLIM*) ou que mediavam similaridades, ponto a ponto, em coordenadas ambientais (BUSBY, 1991; CARPENTER et al., 1993). Esses métodos utilizam apenas dados de presença, ignorando o conjunto de condições ambientais disponíveis para as espécies na sua região de ocorrência. Métodos mais recentes como o *Maxent* alcançam melhor discriminação modelando adequação em relação ao ambiente disponível, pois usam informações ambientais fornecidas por uma amostra de pontos da região de ocorrência da espécie, chamados de pontos de *background* ou de pseudoausência (PHILLIPS et al., 2009)

Atualmente, existem diversos algoritmos utilizados para prever a distribuição de uma espécie, cada um com os seus requisitos estatísticos. Portanto, para ajustar corretamente um MDE é necessário o conhecimento prévio sobre a aquisição de dados, a preparação, construção e a avaliação do modelo, que serão discutidos a seguir.

## 2) Preparação dos dados para o modelo

Dois tipos de dados são necessários para modelar um organismo em um determinado espaço geográfico: os pontos de presença e as variáveis ambientais (i.e., preditoras). Tanto os pontos como as variáveis precisam ser preparados previamente ao processo de geração dos modelos.

### *Pontos de presença*

Para gerar os MDEs são necessárias coordenadas geográficas (latitude e longitude) do local exato de presença de uma espécie. Além da observação direta ou captura do indivíduo, as pegadas, fezes, fotos, ninhos e carcaças, dentre outros, são indícios de ocorrência da espécie. É importante que as coordenadas sejam acuradas em relação ao local de presença para que os possíveis erros não sejam embutidos no modelo.

A qualidade dos dados é primordial para manter a qualidade dos modelos (VAUGHAN e ORMEROD, 2003), evitando-se os vieses amostrais (super ou sub amostragem), como os erros de identificação da espécie e de localização do registro, bem como os dados incompletos (ex.: ausência do ano, de coordenadas geográficas, do *Datum* da coordenada coletada, etc) (ANDERSON et al., 2016). Uma atenção especial deve ser dada aos registros obtidos a partir de bases de dados secundárias, disponíveis em *sites* ou museus, visto o grau de incerteza de informações que pode estar associado às mesmas (CHAPMAN, 2005). Antes de incluir os pontos de presença no modelo, a base de dados deve ser cuidadosamente preparada e filtrada, com o descarte dos registros incompletos e/ou duvidosos, evitando-se erros no modelo final e maximizando o seu poder preditivo. Desta forma, eliminam-se possíveis vieses amostrais, descartando-se pontos redundantes (quando dois ou mais pontos estão no mesmo *pixel* – unidade espacial mínima em determinada escala de análise) e/ou pontos que não representam informação ambiental real (ex.: áreas inesperadas como estradas, plantações, áreas urbanas, etc). Nesse momento, a experiência dos especialistas nas espécies é fundamental para auxiliar na triagem ou no tratamento dos dados.

Outro problema associado à qualidade de dados de presença da espécie é a autocorrelação espacial. A dependência espacial de registros insere informações redundantes nos MDEs, reduzindo o poder preditivo e “inflando” o desempenho do modelo (VELOZ, 2009; HIJMANS, 2012; BORJA et al., 2014). Assim, é necessário eliminar essa dependência dos pontos através do tratamento da rarefação espacial, que pode ser baseada em distância ou heterogeneidade de habitat, maximizando a quantidade de registros independentes no espaço (LEGENDRE, 1993). Para facilitar estas e outras etapas de pré e pós-processamento dos dados, foi desenvolvida uma ferramenta para o programa *ArcGIS*, a *SDMtoolbox* (BROWN, 2014). Tal ferramenta permite eliminar facilmente a autocorrelação espacial dos dados de presença baseada em distância, eliminando agrupamentos espaciais dos dados de presença a partir da redução de pontos de ocorrência a um único ponto, pelo método estatístico de distância euclidiana (BROWN, 2014). Deste modo, os dados de presença são espacialmente filtrados conforme a alta, média e baixa heterogeneidade ambiental da área. Este método de graduação de filtro é particularmente usado



para estudos com limitado pontos de ocorrência e maximiza o número de localidades com independência espacial (BROWN, 2014).

Outra forma de eliminar a dependência espacial dos dados é utilizando o método *bias grid*, o qual gera uma superfície de probabilidade de amostragem da espécie, utilizada na construção do modelo (PHILLIPS et al., 2009; ELITH et al., 2010). Essa técnica é apropriada para situações em que os pontos de ocorrência são agrupados devido a um maior esforço amostral em determinadas áreas (SYFERT et al., 2013), o que é comum em áreas amplamente estudadas e em bases de dados de telemetria, onde centenas e até milhares de pontos podem ser oriundos de um único indivíduo. As informações utilizadas para criar a superfície podem ser a distância entre os pontos de presença e de *background* (i.e., informações do espaço ambiental disponível, fornecidas por uma amostra de pontos aleatórios da região de ocorrência da espécie) e a área de vida da espécie (ANGELIERI et al., 2016). Esse procedimento também pode ser desempenhado pela função *Gaussian Kernel Density Of Sampling Localities* dentro da *SDMtoolbox* (BROWN, 2014).

Diversas iniciativas têm surgido com o objetivo de disponibilizar registros das espécies. Bancos de dados internacionais, como o *Global Biodiversity Information Facility* ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) e *Atlas of Living Australia* ([www.ala.org.au](http://www.ala.org.au)), são pioneiros no compartilhamento de dados oriundos de pesquisas científicas e museus. No Brasil, esforços do ICMBio e do Projeto Biota/FAPESP estão disponibilizados através do Portal de Biodiversidade ([www.portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br](http://www.portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br)) e do *Species Link* ([www.splink.org.br](http://www.splink.org.br)), respectivamente. Em uma busca, em maio de 2019, por exemplo, foi possível encontrar 1734 registros de presença de crocodilianos somando esses dois bancos de dados. Outras bases de dados provenientes de museus são a *VertNet*, a qual englobou os dados da *HerpNet* ([www.vertnet.org](http://www.vertnet.org)) e a *Arctos* ([arctos.database.museum/home.cfm](http://arctos.database.museum/home.cfm)). O *Map of Life* ([www.mol.org](http://www.mol.org); JETZ et al., 2012) reúne em uma rede de dados de diversas fontes, coletados sobretudo por especialistas, e o *iNaturalist* ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)) e o Biofaces ([www.biofaces.com](http://www.biofaces.com)) exploram uma fonte de dados crescente, a ciência cidadã, que se trata de dados de biodiversidade coletados por cidadãos não-cientistas.

#### *Variáveis ambientais*

As informações ambientais e/ou antrópicas (humanas ou sociais) são utilizadas como “preditores” ou variáveis preditoras nos MDEs. Essas variáveis podem representar dados bioclimáticos (temperatura, precipitação etc), topográficos (altitude, declividade etc), físicos (solos, densidade de drenagem etc), antrópicos (distância de rodovia, densidade populacional etc) e de paisagem (porcentagem de cobertura arbórea, conectividade etc). Assim, diversas bases de dados digitais em *sites* estão disponíveis em diferentes *links* para *downloads* e acesso de uso público (Tabela 1, ver abaixo).

Tabela 1: Variáveis ambientais, fontes e *sites* disponíveis ao uso público (continua na página seguinte).

Tipo de Variável	Fonte	Link
<i>Clima</i>		
Camadas interpoladas de clima (Global)	<i>Worldclim</i>	<a href="http://www.worldclim.org/">http://www.worldclim.org/</a>
Cenários de mudanças climáticas	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	<a href="http://www.ipcc.ch/">http://www.ipcc.ch/</a>
Paleoclimas reconstruídos	<i>National Oceanic &amp; Atmospheric Administration (NOAA)</i>	<a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a>
<i>Topografia</i>		
Elevação e variáveis relacionadas (Global)	<i>U.S. Geological Survey (USGS)</i>	<a href="https://www.usgs.gov/products/data-and-tools/gis-data">https://www.usgs.gov/products/data-and-tools/gis-data</a>
<i>Uso do solo e cobertura</i>		
Mapas de uso e cobertura (Global)	<i>Global Landcover Facility</i>	<a href="http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php">http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php</a>
Mapas de uso e cobertura (MapBiomias)	<i>Map Biomias</i>	<a href="http://mapbiomas.org/">http://mapbiomas.org/</a>
Produtos do MODIS com informações de paisagem e atmosfera	<i>National Aeronautics and Space Administration (NASA)</i>	<a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a>
Cobertura florestal	<i>Global Landcover Facility</i>	<a href="http://glcf.umd.edu/data/landsatTreecover/">http://glcf.umd.edu/data/landsatTreecover/</a>
<i>Classificações de solos</i>		
Tipos de solo (Global)	<i>United Nations Environment Programme (UNEP)</i>	<a href="http://web.unep.org/environmentassembly/land-soil">http://web.unep.org/environmentassembly/land-soil</a>
Dados de solo (Global)	<i>SoilGrids</i>	<a href="https://soilgrids.org">https://soilgrids.org</a>
Dados de solo (Brasil)	Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos de Solo FEBR	<a href="http://coral.ufsm.br/febr/">http://coral.ufsm.br/febr/</a>
<i>Marinhas</i>		
<i>Datasets</i> descrevendo oceanos (Global)	<i>National Oceanic &amp; Atmospheric Administration (NOAA)</i>	<a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a>
Dados Hidrológicos		

Cobertura global de conjuntos de dados hidrológicos derivados topograficamente, incluindo fluxos, bacias de drenagem e camadas auxiliares.	<i>Hydro1K</i>	<a href="https://lta.cr.usgs.gov/HYDRO1K">https://lta.cr.usgs.gov/HYDRO1K</a>
Conjunto de dados hidrológicos (Global)	IBGE	<a href="https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/">https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/</a>
Conjunto de dados hidrológicos (Brasil)	Agência Nacional de Águas (ANA)	<a href="https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home">https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home</a>
<i>Antrópicas</i>		
Informações sociais em escala global	<i>Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)</i>	<a href="http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4">http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/gpw-v4</a>
Informações sociais, mas nem sempre disponíveis em <i>shape</i> ou <i>raster</i>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	<a href="https://downloads.ibge.gov.br/">https://downloads.ibge.gov.br/</a>
<i>Bases nacionais</i>		
Dados brasileiros variados disponíveis para o uso público	Ministério do Meio Ambiente (MMA)	<a href="http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm">http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm</a>
Dados de propriedades localizadas rurais para o Brasil inteiro	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR)	<a href="http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads">http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads</a>

A seleção das variáveis preditoras para o modelo deve considerar a espécie em questão, sua biologia e ecologia, bem com a sua relação com o ambiente onde ocorre. É importante que as preditoras selecionadas sejam funcionalmente relevantes para a espécie (ELITH e LEATHWICK, 2009), sendo a teoria e o conhecimento existentes, fontes para melhorar substancialmente o processo de seleção de variáveis (MAC NALLY, 2000). Mesmo após a seleção de variáveis preditoras, considerando os aspectos ecológicos, é necessária uma filtragem para evitar que as variáveis muito relacionadas sejam inseridas no modelo. Uma técnica simples e eficaz é a análise de correlação entre as variáveis, onde àquelas consideradas muito correlacionadas são excluídas (valores de 0,7 ou mais podem ser utilizados como limiares).

A Análise de Componentes Principais (*PCA*; *Principal Components Analysis*) é outra forma, mais sofisticada, de escolher as variáveis a serem inseridas no modelo (RIBEIRO et al., 2011). O resultado da *PCA* constitui-se de diversos eixos, cada um relaciona-se a determinadas variáveis, que respondem por uma porcentagem na variação dos dados. Assim, deve-se escolher os primeiros eixos ou os que representem 95% da variação dos dados e utilizar as variáveis representadas por eles. O conjunto de variáveis ambientais selecionado para a modelagem descreve o espaço ambiental (i.e., espaço multidimensional de variáveis), as quais podem representar o nicho ecológico de uma espécie na MDE (PETERSON et al., 2011) ou seja, é o espaço que apresenta as características abióticas necessárias para a ocorrência da espécie.

#### *Resolução espacial*

A definição da resolução espacial (tamanho do *pixel* das camadas inseridas no modelo) das variáveis dependerá do espaço geográfico e das bases cartográficas digitais disponíveis para uso. Uma resolução espacial “grossa” (5 km) é normalmente utilizada em estudo de biogeografia e em modelos para uma extensa área, como continentes ou mesmo o globo, já que o tempo de processamento em uma escala “fina” (30 metros) não seria viável e, em muitos casos não faria sentido. A modelagem em resolução fina é recomendada para espécies com ocorrência restrita ou endêmica, e nesses casos, é natural que os *pixels* utilizados tenham tamanho menor (SEO et al., 2008). Porém, isso dependerá da disponibilidade de variáveis em escala fina. Atualmente, é possível encontrar várias bases cartográficas (altitude, uso e cobertura do solo, porcentagem de vegetação, etc) na resolução espacial de 30 m. A resolução espacial de 1 km tem sido utilizada com sucesso para diversas espécies (MORALES-BETANCOURT et al., 2014; FERRAZ et al., 2016; SHANEY et al., 2017).

### **3) Construção do modelo**

Após termos os pontos de presença filtrados e preparados para a modelagem, as variáveis preditoras selecionadas, a resolução espacial definida e o espaço geográfico ajustado, o algoritmo a ser usado para a modelagem deverá ser definido.

## Algoritmos

Os algoritmos utilizados na MDE são divididos em quatro grupos: a) envelope bioclimático; b) distância ambiental; c) ajuste estatístico; e d) aprendizagem de máquina.

### a) Envelope bioclimático

O envelope bioclimático desempenhado pelo algoritmo *BIOCLIM*, foi o primeiro algoritmo de MDE a ser amplamente utilizado (BUSBY, 1991). Por ser o pioneiro, diversas ferramentas foram desenvolvidas a fim de suprir as necessidades do *BIOCLIM*, o que destaca a sua importância histórica e contribuição para o desenvolvimento dos procedimentos de modelagens.

A base conceitual do *BIOCLIM* constituiu-se sobre o conceito de nicho *Hutchinsoniano*, como uma série de variáveis ambientais independentes, com faixas simples de condições adequadas, que define o 'hipervolume n-dimensional' dentro do qual uma espécie pode sobreviver e reproduzir (HUTCHINSON, 1957). Assim, o *BIOCLIM* exige apenas dados de presença da espécie (mínimo de três), para descrever os limites de tolerância, e conseqüentemente, as características do ambiente o qual a espécie é capaz de sobreviver dentro de dado espaço geográfico (BUSBY, 1991). Por esta razão podemos dizer que é um processo de fácil interpretação e seus resultados são facilmente transferidos. Até hoje, devido à sua simplicidade, tem sido bastante utilizado em estudos com espécies invasoras e mudanças climáticas (SMOLIK et al., 2010; SOBERON, 2010).

### b) Distância ambiental

Os algoritmos de distância ambiental calculam o ponto médio no espaço ambiental considerando todos os pontos de presença fornecidos. Portanto, esses algoritmos exigem somente pontos de presença. Ao projetar esses valores no espaço geográfico, o algoritmo calcula a distância entre o ponto médio e cada ponto de presença no espaço ambiental, com decaimento da adequabilidade ambiental, conforme a distância do ponto médio (CARPENTER et al., 1993). Existem três formas de calcular esse decaimento no espaço geográfico pelos algoritmos: Distância Euclidiana, *Domain* e *Mahalanobis*.

Distância Euclidiana é o algoritmo mais simples e o único que modela com apenas um ponto de presença, sendo que o decaimento da adequabilidade ambiental é linear a partir do ponto de presença (HIJMANS et al., 2017). Já o algoritmo *Domain* (CARPENTER et al., 1993) tem sido amplamente utilizado em modelagem de distribuição de espécies, mas quando comparado com outros modelos apresenta um baixo desempenho (ELITH et al., 2006; HIJMANS e GRAHAM, 2006). O algoritmo *Domain* calcula a distância de *Gower* entre as variáveis ambientais dentro do espaço geográfico, a partir dos locais conhecidos de ocorrência ("locais de treinamento") (CARPENTER et al., 1993). Para cada variável, a distância mínima entre um ponto e qualquer um dos pontos de treinamento é obtida. Para integrar variáveis ambientais, a distância máxima para qualquer uma das variáveis é usada. Essa distância é subtraída de um e valores abaixo de zero são cortados para que os valores fiquem entre 0 (baixo) e 1 (alto).

Outro algoritmo é o de Distância de *Mahalanobis*, que relaciona o hábitat adequado à distância das condições médias onde uma espécie é encontrada (CLARK et al., 1993). É uma medida dimensional da distância no espaço multivariado a partir de um ou mais pontos centrais, assim, as distâncias iguais implicam em probabilidade igual ou semelhanças na média multivariada do hábitat (SEBER, 1984). A distância de *Mahalanobis* é um algoritmo genérico baseado nas métricas de dissimilaridade ambiental (CLARK et al., 1993). As métricas são uma extensão da Distância Euclidiana padronizada e consideram a estrutura de covariância entre as variáveis de previsão (CLARK et al., 1993). Portanto, o algoritmo permite interpretar o modelo como uma expressão das restrições ambientais da espécie (FARBER e KADMON, 2003).

#### c) Ajuste estatístico

Abordagens baseadas em regressão são as mais comumente utilizadas em ecologia e em outras disciplinas e, particularmente, em MDEs (GUISAN et al., 2002). Nos algoritmos de ajuste estatístico a modelagem é realizada através de regressões lineares ou não-lineares de dados de presença ou abundância com o espaço ambiental ocupado (ELITH et al., 2006). Tal abordagem possibilita selecionar preditores de acordo com sua importância observada. Os algoritmos de ajuste estatísticos mais comumente utilizados são o GLM e o GAM, que oferecem uma flexibilidade para ajustar relações ecológicas reais. Embora exijam ausências verdadeiras, o que é um dado muitas vezes inexistente, estes apresentam uma variedade de opções de interações possibilitando bons ajustes aos dados observados (ELITH et al., 2006). Para uma melhor compreensão e aplicação de todos os possíveis usos desses algoritmos sugerimos a leitura do trabalho de Elith et al. (2006).

#### d) Algoritmos de aprendizagem de máquina (machine learning)

Os algoritmos de aprendizagem de máquinas (*machine learning*) fornecem uma seleção de variáveis e estimativas de coeficientes bem controlados, e vários são capazes de detectar e ajustar automaticamente as interações entre os preditores. Como consequência, seu desempenho preditivo é alto e pode exceder o de técnicas mais convencionais (ELITH et al., 2006). Embora seus procedimentos sejam muito complexos, ferramentas para visualizar e resumir esses modelos estão cada vez mais disponíveis e, atualmente, são amplamente utilizadas. Um dos principais e mais usados algoritmos de aprendizagem de máquina é o *Maxent* (máxima entropia) (PHILLIPS et al., 2006), que utiliza apenas dados de presença e produz modelos com bom desempenho estatístico a partir de, no mínimo, cinco pontos de ocorrência (WISZ et al., 2008). Esse algoritmo atribui valores numéricos iniciais de probabilidade e combina técnicas de método estatístico, como a máxima verossimilhança com métodos *Bayesianos* (i.e., máxima entropia). A distribuição de probabilidade estimada está sujeita a restrições dadas pela informação ambiental associada aos registros de presença e ao *background* (PHILLIPS et al., 2006).

Outro algoritmo de aprendizagem que vem sendo utilizado para estimar a distribuição de uma espécie é o *Random Forest*, fundamentado na inteligência artificial desempenhando

processos de classificação e regressão (*CART – Classification and Regression Tree*; BREIMAN, 2001). Os modelos são produzidos a partir de divisões binárias recursivas replicadas pelo método de *Bootstrap*, e as árvores são ampliadas até o tamanho máximo (sem corte das ramificações). Cada árvore é construída a partir de um subconjunto de dados disponíveis (2/3 dos dados), enquanto o restante dos dados é indicado para o teste do modelo. O *Random Forest* é um modelo não-paramétrico e relativamente livre de hipóteses sobre a forma de relações entre variáveis de previsão e de resposta, permitindo a modelagem das relações hierárquicas e não-lineares (BREIMAN, 2001; ROBNIK-SIKONJA, 2004).

#### e) Modelos de consenso

O modelo de consenso é produzido a partir do resultado de um conjunto de algoritmos e as previsões de cada algoritmo são combinadas para produzir um único modelo (ARAÚJO et al., 2005). Atualmente, a combinação mais aceita é a média ponderada pelos valores de AUC (HIJMANS et al., 2017), mas existem outros métodos (MARMION et al., 2009). O modelo de consenso tem sido indicado quando o modelador possui apenas dados de ocorrência da espécie de interesse que são tendenciosos ou ruidosos (ARAÚJO et al., 2005).

Essa técnica possui vantagens claras sobre a previsão de um único algoritmo, pois resultam em previsões mais consistentes e fornecem uma base confiável para embasar decisões mais robustas em planos de conservação de espécies (ARAÚJO e NEW, 2007; MARMION et al., 2009) em algum grau de ameaça. Por outro lado, apresenta a desvantagem de ser uma técnica nova e em desenvolvimento, não havendo uma definição sobre qual a melhor técnica para combinar os resultados do conjunto de algoritmos (MARMION et al., 2009; HIJMANS et al., 2017).

#### *Parametrização do modelo*

Duas partições de dados podem ser realizadas para modelar: a partição dos dados para avaliar o desempenho do modelo e a partição espacial (modelar em um espaço geográfico e projetar em outro). A partição dos dados está diretamente relacionada à quantidade de pontos de presença disponíveis para a modelagem e com o tipo de algoritmo utilizado (Figura 3). Assim, em situações onde a base de dados de presença contém mais de 15 pontos, o método mais utilizado para a partição dos dados é a separação de 70% dos pontos para treino e 30% para teste, com a aleatorização dos pontos feita por amostragem com reposição *Bootstrap* (PEARSON et al., 2007).

Nesse caso, para evitar viés na avaliação do desempenho dos modelos, ao menos, 10 amostragens do conjunto de dados de ocorrência são realizadas, e conseqüentemente, são gerados 10 modelos, que resultarão em um modelo médio final (idealmente utilizado), um modelo mínimo (mais conservador) e um máximo (menos conservador) para a interpretação final dos resultados (i.e., modelos gerados).

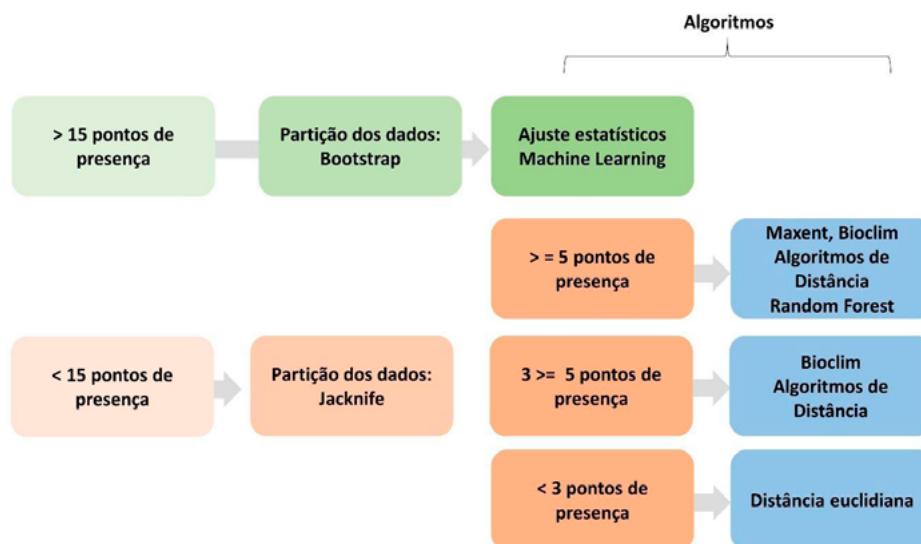


Figura 3: Algoritmos e métodos de análises usados na MDE conforme o número mínimo de pontos presença para cada situação considerada.

Em bancos de dados com menos de 15 pontos de presença, a divisão é feita por validação cruzada, através do método *K-fold*, comumente conhecido como Teste *Jackknife*. Assim, cada ponto de presença é removido uma vez do conjunto de dados e um modelo é construído usando os pontos restantes  $n - 1$ . Então, o desempenho preditivo é avaliado com base na capacidade de cada modelo prever a única localidade excluída do conjunto de dados de treinamento (PEARSON et al., 2007).

#### 4) Avaliação dos modelos

A avaliação da qualidade e desempenho dos modelos é comumente realizada pelo cálculo da *Area Under Curve (AUC)*. Essa medida é amplamente utilizada para descrever a eficiência do modelo geral em discriminar entre duas situações (presença/ausência), sendo um importante componente avaliador do desempenho do modelo (LOBO et al., 2008). O *AUC* tem uma leve vantagem sobre as outras medidas de desempenho dos modelos, por avaliar a proporção de predições classificadas correta e incorretamente ao longo de um intervalo contínuo de adequabilidade (PEARCE e FERRIER, 2000). Para calcular o *AUC*, a sensibilidade e a especificidade são avaliadas em diferentes níveis de corte de probabilidade dentro dos dados para produzir pares de valores de sensibilidade/especificidade (METZ, 1978). Sensibilidade é a proporção de presenças observadas que são previstas como presença e, portanto, quantifica erros de omissão. Especificidade é a proporção de ausências observadas que são previstas como ausência e, portanto, quantifica erros de sobreprevisão.

À medida que o limiar de corte é variado, diferentes proporções de células positivas e negativas são incluídas. A sensibilidade do gráfico como uma função de  $1 /$  especificidade



para cada limite produz uma curva. A partir dessa curva, podemos calcular a área sob a curva (*AUC*) como uma avaliação do desempenho do modelo ou poder preditivo (CUMMING, 2000). Um modelo sem poder de previsão teria um *AUC* de 0,5, enquanto um modelo perfeito corresponderia a um *AUC* de 1,0. Valores acima de 0,7 indicam bons modelos, e modelos com *AUC* superior a 0,9 podem ser considerados ótimos.

O *True Skill Statistic (TSS)* é uma alternativa à *AUC* e pondera a capacidade do modelo em discriminar entre presença e ausência a partir de uma tabela de contingência. Uma medida simples de precisão que pode ser derivada de uma tabela de contingência é a proporção de pontos corretamente previstos, ou seja, a precisão geral do modelo. Duas medidas derivadas dessa tabela são a sensibilidade e a especificidade. Portanto, o *TSS* é sensibilidade + especificidade - 1, que resulta em valores que variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor o desempenho do modelo (ALLOUCHE et al., 2006).

## 5) Aplicações e uso

As aplicações dos resultados dos modelos podem ser diversas. No que tange à conservação, os modelos preditivos podem fornecer informações em algumas etapas do ciclo de planejamento (*IUCN – SSC*, 2017; Figura 3), especificamente, na revisão de *status* de conservação (Figura 4, item 2), na construção de uma visão estratégica e metas (Figura 4, item 3), nas avaliações de ameaças e definição de objetivos (Figura 4, item 4) e até no planejamento de ações (Figura 4, item 5), todas são fases que antecedem a implementação das ações definidas (*IUCN – SSC*, 2017). Isso configura um processo cíclico, já que após monitoramento e avaliação do plano (Figura 4, item 6), no processo de revisão, ocorre uma realimentação do processo de modelagem, garantindo um acompanhamento dinâmico, como o do planejamento da conservação.

No que diz respeito às espécies, dentro de processos de planejamento, os modelos podem ser usados para: a) mapear e atualizar a distribuição; b) avaliar a adequabilidade de uma determinada área à ocorrência; c) prever a distribuição histórica e futura mediante cenários de mudanças climáticas; d) identificar lacunas em amostragem de dados e predições de ocorrência; e) novas áreas para a ocorrência; f) áreas prioritárias para diferentes esforços de conservação; g) diferenciar áreas de ocorrência para subpopulações ou populações distintas; e, h) fornecer estimativas sobre tamanho de área e capacidade de suporte para Análises de Viabilidade Populacional (PVA).

Assim, a MDE, desde que realizada em conjunto com uma equipe multidisciplinar em profissionais especialistas (ex.: antropólogos, botânicos, cientistas sociais, ecólogos, geólogos, paleontólogos, zoólogos etc) e técnicos (ex.: conservacionistas, tomadores de decisão, gestores públicos, etc), torna-se uma ferramenta com um caráter muito prático e eficaz. O uso do modelo de distribuição potencial do ameaçado chauá (*Amazona rhodocorytha*), por exemplo, tem permitido encontrar a espécie em áreas com alta adequabilidade ambiental em sua ocorrência, otimizando tempo, recursos e sucesso de campo (Somenzari, M., comunicação pessoal).

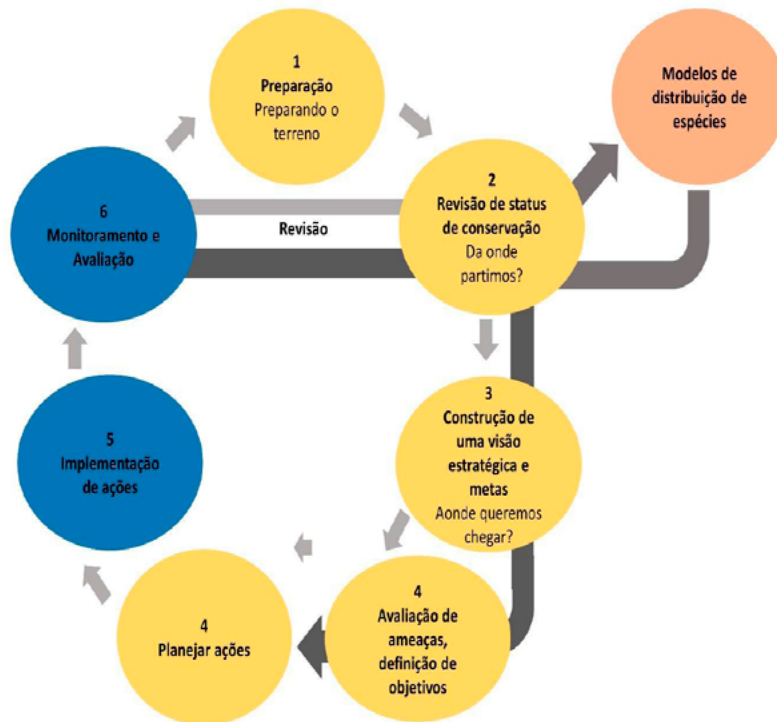


Figura 4: Síntese do ciclo de planejamento para espécies ameaçadas.

Fonte: adaptado da IUCN – SSC (2017).

Outro possível uso dos MDEs está em sua incorporação no Planejamento Sistemático da Conservação (PSC) (ADAMS-HOSKING et al., 2011; KUJALA et al., 2018). O PSC tem como principal objetivo otimizar ações na conservação (MARGULES e PRESSEY, 2000). Desta forma, os modelos podem ser utilizados para localizar áreas prioritárias para conservação (PAWAR et al., 2007), encontrar lacunas de conservação (FAJARDO et al., 2014), priorizar áreas para monitoramento (CARVALHO et al., 2016) e analisar o PSC relacionado a mudanças climáticas (KUJALA et al., 2013), dentre outros.

De modo geral, como o PSC lida especificamente com o componente espacial do modelo e a sua predição, os resultados da MDE entram como fonte básica de dados para as diversas etapas do planejamento. Porém, apesar do seu potencial de uso, muitos dos estudos baseados no PSC não se utilizam das vantagens que os MDEs podem proporcionar (TULLOCH et al., 2016). Para o Brasil, ou qualquer país que objetiva conservar a sua biota e o ambiente, isto representa um campo com grande potencial para fomentar e apoiar as políticas públicas e tomadas de decisão.

A modelagem ainda pode ser utilizada para fazer predições no espaço e no tempo, incorporando, inclusive, cenários de desmatamento como os gerados por SOARES-FILHO et al. (2006) ou que tem por objetivos compreender os efeitos das mudanças climáticas na distribuição das espécies (RYBERG e LAWING, 2018). Ainda, modelar a distribuição de uma espécie com potencial invasor em sua área de origem permite projetar esse modelo em áreas onde a espécie não ocorre e identificar áreas de risco de invasão (THUILLER et al., 2005).

Além disso, outras possibilidades podem ser realizadas, considerando os aspectos filogenéticos das espécies (WARREN et al., 2008; PERCEQUILLO et al., 2017).

## Modelagem de Distribuição de Espécies de Crocodilianos

A MDE tem sido aplicada ao grupo dos crocodilianos com diferentes finalidades: buscar áreas propícias para a nidificação (VILLAMARÍN-JURADO, 2009), quantificar limites climáticos da distribuição (WHITING, 2016), comparar distribuições passadas, atuais e futuras (FRANÇA et al., 2014; RYBERG e LAWING, 2018), encontrar áreas de hibridização entre espécies (ESCOBEDO-GALVÁN e GONZÁLEZ-SALAZAR, 2011) e, mais comumente, investigar a distribuição potencial e encontrar áreas prioritárias para a conservação (APARICIO e RIOS, 2008; MORALES-BETANCOURT et al., 2014 – Figura 5; IHLOW et al., 2015; SHANEY et al., 2017).

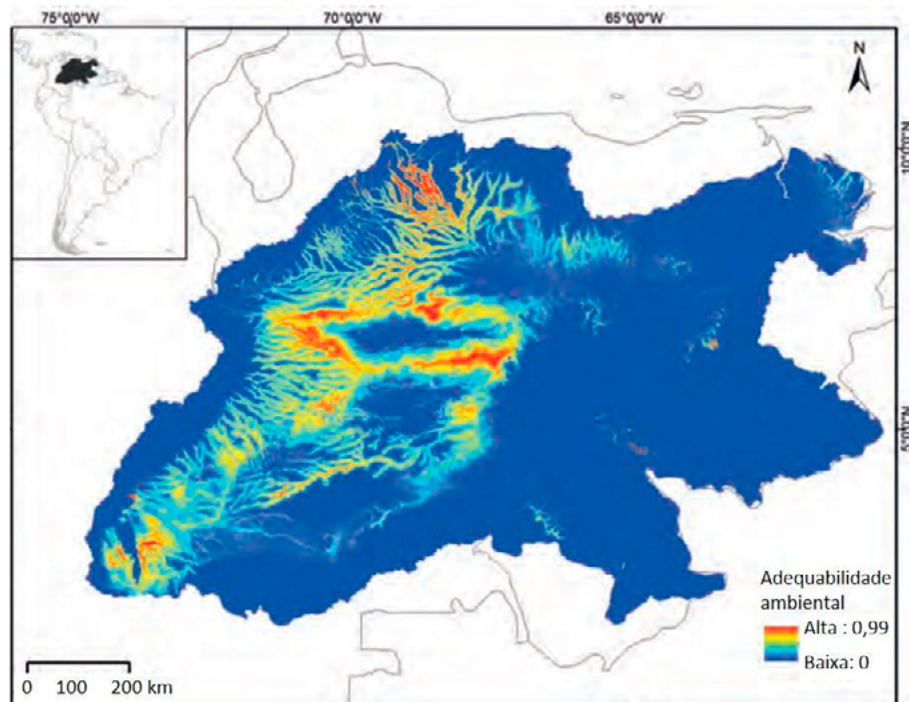


Figura 5: Modelo de distribuição de espécie de *Crocodylus intermedius*, visando ilustrar os modelos discutidos neste capítulo. Esse modelo foi construído utilizando o *Maxent*, tendo como área a bacia do Rio Orinoco, na Colômbia e na Venezuela. Fonte: adaptado de Morales-Betancourt et al. (2014).

Buscando os termos “crocodylia”, “*species distribution modeling*” e os gêneros existentes no *Google Scholar*, em maio de 2019, foram encontrados apenas 13 estudos publicados, incluindo artigos, teses e capítulos de livros, com 10 espécies de cinco gêneros (*Alligator*, *Caiman*, *Crocodylus*, *Melanosuchus* e *Tomistoma*) em três continentes: América, Ásia e África (ver Tabela 2).

Tabela 2: Informações sobre os estudos envolvendo modelagem de distribuição de espécies de crocodilianos no mundo.

Referência	Espécie	Local	Objetivo	Algoritmo	Resolução espacial
Garcia (2006)	<i>Caiman crocodilus</i> e <i>Crocodylus acutus</i>	México	Determinar e comparar padrões de distribuição de endemismo, não endemismo e espécies ameaçadas	<i>GARP</i>	5 km
Aparicio e Rios (2008)	<i>Caiman latirostris</i>	Bolívia	Identificar áreas prioritárias para conservação das populações e monitoramento	<i>Maxent</i>	1 km
Villamarín-Jurado (2009)	<i>Melanosuchus niger</i>	Amazônia, Brasil	Prever áreas de nidificação da espécie	<i>Maxent</i>	30 m
Rödder et al. (2010)	<i>Tomistoma schlegelii</i>	Sudeste da Ásia	Avaliar a adequabilidade de rede de reservas estabelecida para a espécie e identificar áreas potencialmente adequadas	<i>Maxent</i>	1 km
Escobedo-Galván e González-Salazar (2011)	Híbridos de <i>Crocodylus acutus</i> e <i>Crocodylus moreletii</i>	México	Predizer áreas potenciais de hibridação entre espécies e discutir as implicações para conservação e manejo	<i>GARP</i>	1 km
Jablonicky (2013)	<i>Crocodylus niloticus</i>	Madagascar	Determinar a adequabilidade ambiental e identificar potenciais fatores ambientais afetando esse hábitat	<i>Maxent</i>	30 m
França et al. (2014)	<i>Caiman latirostris</i>	América do Sul	Modelar a área de distribuição potencial atual e do Último Máximo Glacial	<i>Maxent</i>	20 km
Morales-Betancourt et al. (2014)	<i>Crocodylus intermedius</i>	Venezuela e Colômbia	Predizer a distribuição potencial, determinando áreas de reintrodução ou investir esforço em populações reduzidas	<i>Maxent</i>	1 km

Ihlow et al. (2015)	<i>Crocodylus siamensis</i>	Sudeste da Ásia	Identificar potenciais áreas adequadas ao longo da distribuição	Modelo de consenso <sup>1</sup>	1 km
Whiting (2016)	<i>Alligator mississippiensis</i>	América do Norte	Quantificar os limites climáticos da distribuição	<i>Maxent</i>	5 km
Shaney et al. (2017)	<i>Tomistoma schlegelii</i>	Sudeste da Ásia	Identificar potenciais habitats adequados remanescentes e sugerir áreas prioritárias	<i>Maxent</i>	1 km
Ryberg e Lawing (2018)	<i>Alligator mississippiensis</i>	Estados Unidos	Modelar a área de distribuição atual, futura e passada	<i>Maxent</i>	5 km
Eduardo et al. (2018)	<i>Caiman crocodilus</i> , <i>Caiman latirostris</i> , <i>Caiman yacare</i> e <i>Melanosuchus niger</i>	América do Sul, Brasil	Avaliar dados paleoclimáticos em altas resoluções temporais e espaciais, além da acurácia do modelo para predizer posições de fósseis conhecidos	Modelo de consenso <sup>2</sup>	5 km
Neves (2019)	<i>Caiman latirostris</i>	Espírito Santo, Brasil	Modelar a distribuição atual, avaliando os efeitos das modificações ambientais antrópicas sobre as áreas	<i>Maxent</i>	1 km
Barreto-Lima et al. (em presente revisão)	<i>Melanosuchus niger</i>	Brasil	Modelar a distribuição atual, avaliando áreas potenciais prioritárias à conservação na Amazônia e no Cerrado	<i>Maxent</i>	5 km

<sup>1</sup>Construído a partir dos algoritmos: modelos de aumento de gradiente, regressão multivariada adaptativa por *splines*, modelos lineares generalizados (*GLM*), modelos aditivos generalizados, análise de árvore de classificação, redes neurais artificiais, algoritmos de distância e envelope, e *Maxent*. <sup>2</sup>Construído a partir dos algoritmos: *GLM*, *Maxent* e *Random Forest*.

No Brasil, iniciais esforços vêm sendo realizados com estudos em diferentes escalas geográficas dos padrões de distribuição potencial de espécies atuais, como para *M. niger* na Floresta Amazônica brasileira (VILLAMARÍN-JURADO, 2009; BARRETO-LIMA et al., em presente revisão), *C. latirostris* na Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo (NEVES, 2019; dissertação de mestrado) e em estudo biogeográfico-paleontológico, para se avaliar a distribuição de espécies no passado geológico e reduzir as incertezas na identificação taxonômica entre registros fósseis (e.g., *C. crocodilus*, *C. latirostris*, *C. yacare* e *M. niger*) (EDUARDO et al., 2018).

Dependendo do objetivo e da área modelada, há uma grande variação na resolução espacial utilizada (de 30 m a 20 km), sendo o *Maxent*, o algoritmo mais utilizado (presente em 85% dos estudos). Apesar da grande variação em relação ao foco dos trabalhos, em apenas um deles foi citado um envolvimento com instituições públicas e ONGs para garantir a aplicação das informações geradas (JABLONICKY, 2013).

## Considerações Finais

Atualmente, são reconhecidas 26 espécies de crocodilos no mundo (UETZ et al., 2021) e mais da metade estão classificadas em alguma categoria de ameaça, sendo ações antrópicas, como a caça e as mudanças de uso da terra e climáticas os principais fatores de ameaça das espécies (BÖHM et al., 2013; COLSTON et al., 2019).

Neste sentido, vemos uma grande demanda por planejamento de ações de conservação, o que pode ser facilitado pelo uso dos MDEs. O Brasil é pioneiro no uso dos MDEs na elaboração de planos de ação, a exemplo do Plano de Ação Nacional do cachorro-vinagre (ICMBIO, 2012) e o Plano de Ação Nacional da onça-pintada (PAULA et al., 2013), os quais utilizaram MDEs das espécies para dar suporte à implementação de políticas públicas, ampliar o conhecimento da distribuição das espécies e facilitar o levantamento de dados em campo.

Tais experiências demonstram o quão próspero é o uso de modelos de distribuição de espécies para a conservação da biodiversidade e são exemplos para a conservação dos crocodilianos no Brasil. Assim, mesmo que seja de alta importância a geração de novos conhecimentos para as espécies, a MDE pode e deve ir além, sendo um instrumento prioritariamente usado na conservação de espécies ameaçadas.

Em um contexto onde os recursos financeiros são escassos e a necessidade de conservação é premente, a finalidade de obtenção de modelos preditivos não deve se restringir apenas à geração de conhecimento, mas principalmente ao seu uso direto, com aplicabilidade eficaz direcionando ações de manejo, conservação e elaboração de políticas públicas.

## Agradecimentos

Agradecemos aos *IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group*, Parque das Aves, grupos de especialistas de espécies brasileiras ameaçadas e aos coordenadores dos Planos de Ação Nacionais para Conservação de Espécies Ameaçadas de Felinos, Canídeos e Aves da Mata Atlântica do ICMBio. Agradecemos especialmente ao ICMBio e aos Centros de Pesquisa CENAP, RAN e CEMAVE que viabilizam a geração de MDEs nos PANs e aos profissionais que colaboram com os PANs fornecendo dados e colaborando com a construção dos MDEs. Agradecemos ao CNPq (Bolsa Produtividade #308503/2014-7 e 308632/2018-4 para KMPMBF), FAPESP (#2015/06813-9 para CORC) e à Fundação O Boticário (Projetos 1001\_20141 e 1097\_20171). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (AAAB e YGGR). Finalmente, agradecemos aos organizadores do livro *Tratado de Crocodilianos do Brasil* pelas revisões que colaboraram para melhorias deste capítulo.

## Referências

- ADAMS-HOSKING, C.; HEDLEY, S. G.; RHODES, J. R. et al. Modelling climate-change-induced shifts in the distribution of the koala. *Wildlife Research*, v. 38, n. 2, p. 122-130, 2011. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/wr/Fulltext/WR10156>>.
- ALLOUCHE, O.; TSOAR, A.; KADMON, R. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*, v. 43, n. 6, p. 1223-1232, 2006. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>>.
- ANDERSON, R. P.; ARAÚJO, M. B.; GUISAN, A. et al. Are species occurrence data in global online repositories fit for modeling species distributions? The case of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Final Report of the Task Group on GBIF Data Fitness for Use in Distribution Modelling. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), 2016. Disponível em: <[https://serval.unil.ch/notice/serval:BIB\\_768D188CEA5B](https://serval.unil.ch/notice/serval:BIB_768D188CEA5B)>.
- ANGELIERI, C. C. S.; ADAMS-HOSKING, C.; FERRAZ, K. M. P. M. B. et al. Using species distribution models to predict potential landscape restoration effects on puma conservation. *Plos One*, v. 11, n. 1, p. e0145232, 2016. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0145232>>.
- APARICIO, J.; RIOS, J. N. Conservation status of the “Broad-snouted caiman” (*Caiman latirostris*): a management plan for conservation in Tarija Department-Bolivia. In: **Crocodiles. Proceedings of the 19th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. IUCN: Gland, 2008. p. 104-125.

ARAÚJO, M. B.; NEW, M. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 22, n. 1, p. 42-47, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470600303X>>.

ARAÚJO, M. B.; WHITTAKER, R. J.; LADLE, R. J. et al. Reducing uncertainty in projections of extinction risk from climate change. *Global Ecology and Biogeography*, v. 14, n. 6, p. 529-538, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1466-822X.2005.00182.x>>.

AUSTIN, M. P. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, v. 157, n. 2-3, p. 101-118, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380002002053>>.

BÖHM, M.; COLLEN, B.; BAILLIE, J. E. et al. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, v. 157, p. 372-385, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320712003357>>.

BORIA, R. A.; OLSON, L. E.; GOLDMAN, S. M. et al. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling*, v. 275, p. 73-77, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380013005917>>.

BREIMAN, L. Random Forests. *Machine Learning*, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>>.

BROWN, J. L. SDM toolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 5, n. 7, p. 694-700, 2014. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.12200>>.

BUSBY, J. R. BIOCLIM-a bioclimate analysis and prediction system. *Plant protection quarterly (Australia)*, 1991. In: MARGULES, C.; AUSTIN, M. (Eds.). **Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis**. Australia: CSIRO, 1991. p. 64-68. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AU9103158>>.

CARPENTER, G.; GILLISON, A. N.; WINTER, J. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity & Conservation*, v. 2, n. 6, p. 667-680, 1993. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00051966>>.

CARVALHO, S.B.; GONÇALVES, J.; GUISAN, A. et al. Systematic site selection for multispecies monitoring networks. *Journal of Applied Ecology*, v. 53, n. 5, p. 1305-1316, 2016. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1365-2664.12505>>.

CHAPMAN, A. D. **Principles of data quality**. Version 1.0. Report for Global Biodiversity Information Facility. Copenhagen, 2005. 58 p.



CLARK, J. D.; DUNN, J. E.; SMITH, K. G. A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *The Journal of Wildlife Management*, v. 57, n.3, p. 519-526, 1993. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/3809276?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/3809276?seq=1#page_scan_tab_contents)>.

COLSTON, T. J.; KULKARNI, P.; JETZ, W.; PYRON, R. A. Phylogenetic and Spatial Distribution of Evolutionary Isolation and Threat in Turtles and Crocodylians (Non-Avian Archosauromorphs). *bioRxiv*, p. 607796, 2019. Disponível em: <<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/607796v1.abstract>>.

COSTA, C. O. R. Anfíbios brasileiros categorizados como Dados Insuficientes (DD): padrões de carência de informações, previsões de risco de extinção e questões relacionadas ao uso da categoria DD. (Tese). Piracicaba: Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-27032019-174821/pt-br.php>>.

CUMMING, G. S. Using between-model comparisons to fine-tune linear models of species ranges. *Journal of Biogeography*, v. 27, n. 2, p. 441-455, 2000. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2699.2000.00408.x>>.

EDUARDO, A. A.; MARTINEZ, P. A.; GOUVEIA, S. F.; SANTOS, F. DA S.; DE ARAGÃO, W. S.; MORALES-BARBELO, J.; KERBER, L.; LIPARINI, A. Extending the paleontology-biogeography reciprocity with SDMs: Exploring models and data in reducing fossil taxonomic uncertainty. *Plos One* 13:1-15, 2018. e0194725. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194725>>.

ELITH, J.; GRAHAM, C. H.; ANDERSON, R. P. et al. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, v. 29, n. 2, p. 129-151, 2006. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>>.

ELITH, J.; KEARNEY, M.; PHILLIPS, S. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 1, n. 4, p. 330-342, 2010. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2041-210X.2010.00036.x>>.

ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, v. 40, p. 677-697, 2009. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>>.

ESCOBEDO-GALVÁN, A. H.; GONZÁLEZ-SALAZAR, C. Aplicando modelos de nicho ecológico para predecir áreas potenciales de hibridación entre *Crocodylus acutus* y *C. moreletii*. *Revista Quehacer Científico en Chiapas*, v. 1, n. 11, p. 27-35, 2011. Disponível em: <[http://dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2011-ener-jun/5\\_QCCH\\_11\\_Aplicando\\_modelos\\_de\\_nicho\\_eco.pdf](http://dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2011-ener-jun/5_QCCH_11_Aplicando_modelos_de_nicho_eco.pdf)>.

FAJARDO, J.; LESSMAN, J.; BONACCORSO, E. et al. Combined use of systematic conservation planning, species distribution modelling, and connectivity analysis reveals severe conservation gaps in a megadiverse country (Peru). *Plos One*, v. 9, n. 12, p. e114367, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0114367>>.

FARBER, O.; KADMON, R. Assessment of alternative approaches for bioclimatic modeling with special emphasis on the Mahalanobis distance. *Ecological Modelling*, v. 160, n. 1-2, p. 115-130, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380002003277>>.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; ANGELIERI, S. C. C.; ALTRICHTER, M. et al. Predicting the current distribution of the chacoan peccary (*Catagonus wagneri*) in the gran Chaco. *Suiform Soundings*, IUCN, v. 15, n.1, p. 53-63, 2016. Disponível em: <<http://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/30689>>

FRANÇA, M. L.; FORTIER, D. C.; BOCCHIGLIERI, A. et al. Radiocarbon dating and stable isotopes analyses of *Caiman latirostris* (Daudin, 1801) (Crocodylia, Alligatoridae) from the late Pleistocene of Northeastern Brazil, with comments on spatial distribution of the species. *Quaternary International*, v. 352, p. 159-163, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618214004200>>.

FRANKLIN, J. **Mapping species distributions: spatial inference and prediction**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 320 p.

GARCÍA, A. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation*, v. 130, n. 1, p. 25-46, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320705005331>>.

GASTON, K. J. **The Structure and Dynamics of Geographic Ranges**. Oxford: Oxford University Press, 2003. 280 p.

GIOVANELLI, J. G. R.; SIQUEIRA, M. F.; HADDAD, C. F. B. et al. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, v. 221, n. 2, p. 215–224, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380009006620>>.

GRAHAM, C. H.; FERRIER, S.; HUETTMAN, F. et al. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 19, n. 9, p. 497-503, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534704002034>>.

GUISAN, A.; EDWARDS JR., T. C.; HASTIE, T. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, v. 157, n. 2-3, p. 89-100, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380002002041>>.

GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, v. 8, n. 9, p. 993-1009, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>>.

GUISAN, A.; THUILLER, W.; ZIMMERMANN, N. E. **Habitat suitability and distribution models: with applications in R**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 478 p.

HARRIS, C.; HONG, X.; GAN, Q. **Adaptive modelling, estimation and fusion from data: a neurofuzzy approach**. Berlin: Springer Science & Business Media, 2002. 322 p.

HENDRICKS, S. A.; CLEE, P. R. S.; HARRIGAN, R. J. et al. Re-defining historical geographic range in species with sparse records: implications for the Mexican wolf reintroduction program. *Biological Conservation*, v. 194, p. 48-57, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320715301749>>.

HIJMANS, R. J. Cross-validation of species distribution models: removing spatial sorting bias and calibration with a null model. *Ecology*, v. 93, n. 3, p. 679-688, 2012. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/11-0826.1>>.

HIJMANS, R. J.; GRAHAM, C. H. The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, v. 12, n. 12, p. 2272-2281, 2006. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2006.01256.x>>.

HIJMANS, R. J.; PHILLIPS, S.; LEATHWICK, J. et al. Package “dismo”. 2017. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/dismo/index.html>>.

HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. v. 22, p. 415-42, 1957. Disponível em: <http://symposium.cshlp.org/content/22/415>.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Sumário Executivo, Plano de ação nacional para a conservação da onça-parda. 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-oncaparda/sumario-on%C3%A7aparda-icmbio-web.pdf>>.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de ação nacional para a conservação do cachorro-vinagre. 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-cachorrovinagre/sumario-cachorro-vinagre.pdf>>.

IHLOW, F.; BONKE, R.; HARTMANN, T. et al. Habitat suitability, coverage by protected areas and population connectivity for the Siamese crocodile *Crocodylus siamensis* Schneider, 1801. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 25, n. 4, p. 544-554, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.2473>.

IUCN – SSC SPECIES CONSERVATION PLANNING SUB-COMMITTEE. **Guidelines for Species Conservation Planning**. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. p. 114.

Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/node/47142>>.

JABLONICKY, C. A. Spatial distribution of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in the Mariarano River system, Northwestern Madagascar. (Tese). USA, California, University of Southern California, 2013. Disponível em: <https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/2014/04/JablonickyCarolineThesis.pdf>.

JETZ, W.; MCPHERSON, J. M.; GURALNICK, R. P. Integrating biodiversity distribution knowledge: toward a global map of life. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 27, n. 3, p. 151-159, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534711002679>>.

KRAMER, A. M.; ANNIS, G.; WITTMANN, M. E. et al. Suitability of Laurentian Great Lakes for invasive species based on global species distribution models and local habitat. *Ecosphere*, v. 8, n. 7, 2017. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecs2.1883>>.

KUJALA, H.; MOILANEN, A.; ARAÚJO, M. B. et al. Conservation planning with uncertain climate change projections. *PloS One*, v. 8, n. 2, p. e53315, 2013. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0053315>>.

KUJALA, H.; MOILANEN, A.; GORDON, A. Spatial characteristics of species distributions as drivers in conservation prioritization. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 9, n. 4, p. 1121-1132, 2018. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/2041-210X.12939>>.

LEGENDRE, P. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology*, v. 74, n. 6 p. 1659–1673, 1993. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2307/1939924>>.

LOBO, J. M. More complex distribution models or more representative data? *Biodiversity informatics*, v. 5, p. 14-19, 2008. Disponível em: <<https://journals.ku.edu/jbi/article/view/40/1550>>.

LOBO, J. M.; JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; REAL, R. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, v. 17, n. 2, p. 145-151, 2008. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1466-8238.2007.00358.x>>.

MAC NALLY, R. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: the distinction between—and reconciliation of ‘predictive’ and ‘explanatory’ models. *Biodiversity & Conservation*, v. 9, n. 5, p. 655-671, 2000. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008985925162>>.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. *Nature*, v. 405, n. 6783, p. 243, 2000. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/35012251>>.

MARMION, M.; PARVIAINEN, M.; LUOTO, M. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and distributions*, v. 15, n. 1, p. 59-69, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-4642.2008.00491.x>>.

METZ, C. E. Basic principles of ROC analysis. *Seminars in Nuclear Medicine*, v. 8, n. 4, p. 283-298, 1978. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001299878800142>>.

MORALES-BETANCOURT, M. A.; LASSO, C. A.; BELLO, L. C. et al. Potential distribution of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius* Graves 1819) in the Orinoco basin of Colombia and Venezuela. *Biota Colombiana*, v. 15, n. 1, p. 124-136, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/491/49140739009.pdf>>.

MORATO, R. G.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; PAULA, R. C. et al. Identification of priority conservation areas and potential corridors for jaguars in the Caatinga biome, Brazil. *Plos One*, v. 9, n. 4, p. e92950, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0092950>>.

NEVES, D. N. S. Distribuição potencial do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. (Dissertação). Vila Velha: Universidade de Vila Velha, 2019.

PAULA, R. C.; DESBIEZ, A.; CAVALCANTI, S. Plano de ação nacional para a conservação da onça-pintada. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, p. 1-384, 2013.

PAVIOLO, A.; DE ANGELO, C.; FERRAZ, K. M. P. M. B. et al. A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. *Scientific Reports*, v. 6, p. 37147, 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep37147>>.

PAWAR, S.; KOO, M. S.; KELLEY, C. Conservation assessment and prioritization of areas in Northeast India: priorities for amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, v. 136, n. 3, p. 346-361, 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320706005684>>.

PEARCE, J.; FERRIER, S. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*, v. 133, n. 3, p. 225-245, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380000003227>>.

PEARSON, R. G.; RAXWORTHY, C. J.; NAKAMURA, M. et al. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, v. 34, n. 1, p. 102-117, 2007. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>>.

PERCEQUILLO, A. R.; DALAPICOLLA, J.; ABREU-JÚNIOR, E. F. et al. How many species of mammals are there in Brazil? New records of rare rodents (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) from Amazonia raise the current known diversity. *PeerJ*, v. 5, p. e4071, 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/4071/>>.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J. Species Distribution Modeling and Ecological Niche Modeling: Getting the Concepts Right. *Natureza & Conservação*, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jorge\\_Soberon/publication/255721977\\_Species\\_Distribution\\_Modeling\\_and\\_Ecological\\_Niche\\_Modeling\\_Getting\\_the\\_Concepts\\_Right/links/02e7e5358010c83287000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Soberon/publication/255721977_Species_Distribution_Modeling_and_Ecological_Niche_Modeling_Getting_the_Concepts_Right/links/02e7e5358010c83287000000.pdf)>.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; PEARSON, R. G. **Ecological niches and geographic distributions (MPB-49)**. Princeton: Princeton University Press, v. 56, 2011. 328 p.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDLAK, M. et al. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, v. 40, n. 7, p. 887-893, 2017a. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ecog.03049>>.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438000500267X>>.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; ELITH, J. et al. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, v. 19, n. 1, p. 181-197, 2009. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/07-2153.1>>.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. Maxent software for modeling species niches and distributions (version 3.4.1). 2017b. Disponível em: <[http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent)>.

PONDER, W. F.; CARTER, G. A.; FLEMONS, P. et al. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biology*, v. 15, n. 3, p. 648-657, 2001. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1523-1739.2001.015003648.x>>.

PORFIRIO, L. L.; HARRIS, R. M.; LEFROY, E. C. Improving the use of species distribution models in conservation planning and management under climate change. *Plos One*, v. 9, n. 11, p. e113749, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0113749>>.

PORTUGAL, M.; MORATO, R. G.; FERRAZ, K. M. P. M. B. et al. Priority areas for *Panthera onca* conservation in the Cerrado. *Oryx*, 1-12, 2019. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/priority-areas-for-jaguar-panthera-onca-conservation-in-the-cerrado/EB6A8AE2305216A1157D6CC0A9F122BA>>.

RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P. et al. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Eds.). **Biodiversity hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 405-434. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/226402775\\_The\\_Brazilian\\_Atlantic\\_Forest\\_A\\_Shrinking\\_Biodiversity\\_Hotspot](https://www.researchgate.net/publication/226402775_The_Brazilian_Atlantic_Forest_A_Shrinking_Biodiversity_Hotspot)>.

RIBEIRO, V., PETERSON, A. T., WERNECK, F. P. et al. Ecological and historical views of the diversification of *Geositta miners* (Aves: Furnariidae: Sclerurinae). *Journal of Ornithology*, v. 158, n. 1, p. 15-23, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10336-016-1398-3>>.

ROBNIK-SIKONJA, M. Improving Random Forest. In: BOULICAUT, J. F.; ESPOSITO, F.; GIANNOTTI, F.; PEDRESCHI, D. (Eds.). **European conference on machine learning**. Berlin: Springer, 2004. p. 359-370.

RÖDDER, D.; ENGLER, J. O.; BONKE, R.; et al.. Fading of the last giants: an assessment of habitat availability of the Sunda gharial *Tomistoma schlegelii* and coverage with protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 20, n. 6, p. 678-684, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aqc.1137>>.

RYBERG, W. A.; LAWING, A. M. Genetic consequences and management implications of climate change for the American Alligator (*Alligator mississippiensis*). In: HENKE, S. E.; EVERSOLE, C. B. (Eds.). **American Alligators: Habitats, Behavior, and Threats**. Texas, 2018. p. 123-154.

SAUPE, E. E.; BARVE, V.; MYERS, C. E. et al. Variation in niche and distribution model performance: The need for a priori assessment of key causal factors. *Ecological Modelling*, v. 237-238, p. 11-22, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380012001676>>.

SEBER, G. A. F. **Multivariate Observations**. New York: Wiley. 1984. 686 p.

SEO, C.; THORNE, J. H.; HANNAH, L. et al. Scale effects in species distribution models: implications for conservation planning under climate change. *Biology Letters*, v. 5, n. 1, p. 39-43, 2008. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2008.0476>>.

SHANEY, K. J.; HAMIDY, A.; WALSH, M. et al. Impacts of anthropogenic pressures on the contemporary biogeography of threatened crocodylians in Indonesia. *Oryx*, p. 1-12, 2017. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/impacts-of-anthropogenic-pressures-on-the-contemporary-biogeography-of-threatened-crocodylians-in-indonesia/8AA04EF6495DE0CA1D6876C942AB9B29>>.

SMOLIK, M. G.; DULLINGER, S.; ESSL, F. et al. Integrating species distribution models and interacting particle systems to predict the spread of an invasive alien plant. *Journal of Biogeography*, v. 37, n. 3, p. 411-422, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/>

doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2009.02227.x>.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, v. 440, n. 7083, p. 520, 2006. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nature04389>>.

SOBERÓN, J. M. Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, v. 33, n. 1, p. 159-167, 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0587.2009.06074.x>>.

SOBERON, J.; PETERSON, A. T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, p. 1-10. 2005. Disponível em: <<https://kuscholarworks.ku.edu/handle/1808/20560>>.

STOCKWELL, D. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 13, n. 2, p. 143-158, 1999. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/136588199241391>>.

STOCKWELL, D. R. B.; NOBLE, I. R. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and computers in simulation*, v. 33, n. 5-6, p. 385-390, 1992. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378475492901262?via%3Dihub>>.

SUAREZ, A. V.; TSUTSUI, N. D. The value of museum collections for research and society. *BioScience*, v. 54, n. 1, p. 66-74, 2004. Disponível em: <<https://academic.oup.com/bioscience/article/54/1/66/234633>>.

SYFERT, M. M.; SMITH, M. J.; COOMES, D. A. The effects of sampling bias and model complexity on the predictive performance of MaxEnt species distribution models. *Plos One*, v. 8, n. 2, p. e55158, 2013. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0055158>>.

THUILLER, W.; RICHARDSON, D. M.; PYŠEK, P. et al. Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. *Global Change Biology*, v. 11, n. 12, p. 2234-2250, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2005.001018.x>>.

TULLOCH, A. I. T.; SUTCLIFFE, P.; NAUJOKAITIS-LEWIS, I. et al. Conservation planners tend to ignore improved accuracy of modelled species distributions to focus on multiple threats and ecological processes. *Biological Conservation*, v. 199, p. 157-171, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320716301604>>.

UETZ, P.; FREED, P.; HOŠEK, J. (Eds.) *The Reptile Database*, 2021. <http://www.reptile-database.org>. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/db-info/SpeciesStat.html> (acesso em fev/2021).



- VAN ANDEL, T. R.; CROFT, S.; VAN LOON, E. E. et al. Prioritizing West African medicinal plants for conservation and sustainable extraction studies based on market surveys and species distribution models. *Biological Conservation*, v. 181, p. 173-181, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320714004406>>.
- VAUGHAN, I. P.; ORMEROD, S. J. Improving the quality of distribution models for conservation by addressing shortcomings in the field collection of training data. *Conservation Biology*, v. 17, n. 6, p. 1601-1611, 2003. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.2003.00359.x>>.
- VELOZ, S. D. Spatially autocorrelated sampling falsely inflates measures of accuracy for presence-only niche models. *Journal of Biogeography*, v. 36, n. 12, p. 2290-2299, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2009.02174.x>>.
- VILLAMARÍN-JURADO, F. J. Ecologia e modelagem da distribuição dos sítios de nidificação do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) em uma área de várzea da Amazônia Central, Brasil. (Dissertação). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, 2009.
- WARREN, D. L.; GLOR, R. E.; TURELLI, M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, v. 62, n. 11, p. 2868-2883, 2008. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1558-5646.2008.00482.x>>.
- WHITING, E. Constraining Neogene temperature and precipitation histories in the Central Great Plains using the fossil record of Alligator. (Tese). Lincoln, Nebraska, USA: University of Nebraska-Lincoln, 2016.
- WILLIAMS, J. N.; SEO, C.; THORNE, J. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions*, v. 15, n. 4, p. 565-576, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-4642.2009.00567.x>>.
- WISZ, M. S.; HIJMANS, R. J.; PETERSON, A. T. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, v. 14, n. 5, p. 763-773, 2008. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-4642.2008.00482.x>>.



Foto: Diogo D. Araújo

# **ECOLOGIA ALIMENTAR DOS CROCODILIANOS BRASILEIROS: HÁBITOS, MÉTODOS E PERSPECTIVAS DE ESTUDOS**

André Yves, Diogo Dutra-Araújo, Luís Antônio Bochetti Bassetti, Thiago Costa Gonçalves  
Portelinha, Thiago Simon Marques

## Introdução

Em geral, as espécies de crocodilianos são descritas como carnívoras, de hábitos oportunistas e com uma dieta bastante generalista, consumindo uma grande quantidade de organismos invertebrados e vertebrados (MAGNUSSON et al., 1987; PLATT et al., 2006; GRIGG e KIRSHNER, 2015). Eles modificam sua dieta à medida que crescem, passando a incorporar diferentes tipos de presa, ou seja, apresentam uma variação ontogenética quanto à alimentação ao longo da vida. De fato, a dieta dos crocodilianos pode variar de acordo com a idade, tamanho, hábitat, sazonalidade e a disponibilidade de presas no ambiente (WEBB et al., 1982; MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; MELO, 2002).

Outro fator essencial na determinação da dieta dos crocodilianos, é a mudança sazonal dos ambientes em que estão inseridos. Como são animais ectotérmicos (dependem de uma fonte externa de calor ao corpo), eles apresentam períodos de maior ou menor atividade, variando de acordo com a temperatura ambiental ao longo do tempo. Em alguns ambientes, a variação climática estacional acarreta uma mudança ambiental drástica, que provoca uma modificação considerável, no que diz respeito à estrutura da paisagem e à disponibilidade de presas (GHILARDI JR. e ALHO, 1990; JUNK e SILVA, 1999). Desta forma, os crocodilianos tendem a mudar sua dieta entre as estações do ano (ROSENBLATT et al., 2015; ADAME et al., 2018).

Em linhas gerais, os crocodilianos parecem não demonstrar uma preferência dentre os tipos de presa e seu conteúdo estomacal reflete basicamente o que está presente naquele momento no hábitat (GRIGG e KIRSHNER, 2015). No entanto, para algumas espécies, uma determinada categoria de presa pode ser mais importante no que tange à sua capacidade de assimilação energética, destacando-se com maior frequência entre os demais itens consumidos por estes animais (MAGNUSSON, 2017).

Por serem predadores de topo de cadeia nos hábitats que ocupam, os crocodilianos desempenham um papel importante na manutenção de populações de outras espécies, tanto de invertebrados quanto vertebrados (ROSS, 1998; GRIGG e KIRSHNER, 2015; MUDREK, 2016). Portanto, o entendimento de informações sobre suas dietas e relações tróficas nos diferentes hábitats e com as diferentes espécies, são de suma importância para projetos e práticas de conservação, tanto dos crocodilianos quanto dos ambientes que eles ocupam.

Diversos estudos relatam a presença de estômagos vazios em alguns indivíduos (THORBJARNARSON, 1993; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; LAVERTY e DOBSON, 2013; BARÃO-NÓBREGA et al., 2016), fato que pode estar relacionado à capacidade dos crocodilianos resistirem à falta de alimento por longos períodos de escassez de recursos (ex.: secas sazonais), abdição do alimento devido à problemas ambientais, como distúrbios causados por atividades humanas ou mesmo por problemas fisiológicos do animal. Outra hipótese, é que os crocodilianos não teriam interesse em comer algo por determinado período, caso comum nos

animais que se encontram doentes, por exemplo, ao abdicar do gasto energético da alimentação para se dedicar à cura de alguma enfermidade (MANOLIS e WEBB, 2016).

Portanto, neste capítulo, pretende-se elucidar aspectos da dieta e da ecologia trófica dos crocodilianos brasileiros, apresentando as características particulares de cada espécie, bem como os métodos e as perspectivas de estudos associados à esta abordagem.

## Métodos de estudos de dieta de crocodilianos

O conhecimento a respeito dos hábitos alimentares de uma espécie é fundamental e implica em maiores informações sobre seu crescimento, reprodução, comportamento, relações interespecíficas e utilização do hábitat. No entanto, examinar a dieta dos crocodilianos não é nada simples. Historicamente, os estudos eram baseados em observação direta, abate para extração do estômago e intestinos, e a consequente obtenção dos itens alimentares presentes no interior do trato intestinal (CHAMBERLAIN, 1930; LEBUFF, 1957). Embora acredite-se que os crocodilianos sejam predadores bastante habilidosos, justamente por possuírem inúmeras estratégias de captura e subjugação de suas presas (OLMOS e SAZIMA, 1990; DINETS et al., 2013; GRIGG e KIRSHNER, 2015), determinar sua dieta por meio da observação “*in loco*” não é tão eficaz, devido a necessidade de inúmeras horas de observação em campo e a impossibilidade de visualização do indivíduo dentro d’água em determinadas situações de predação.

São muitas as dificuldades em se trabalhar com a ecologia alimentar ou trófica dos crocodilianos, principalmente por possuírem comportamentos discretos, estratégias de caça baseadas na emboscada, possuírem o pico de atividade metabólica à noite, viverem em águas turbidas e serem bastante arredios (MAGNUSSON e LIMA, 1991). Em linhas gerais, a maioria dos estudos acerca da dieta dos crocodilianos tem utilizado o método de lavagem estomacal (*flushing*), sugerida por Taylor et al. (1978), aperfeiçoada por Webb et al. (1982) e adaptada aos jacarés brasileiros por Magnusson et al. (1987) e Da Silveira & Magnusson (1999). Embora seja um modo invasivo, a vantagem deste método é de não proporcionar injúrias nos animais manipulados.

O procedimento é realizado com a imobilização do animal e abertura de sua boca (com ajuda de um tubo resistente), uma mangueira para direcionar a água até o estômago, a qual promoverá a regurgitação forçada após o enchimento do mesmo, e utilizando, ainda, uma concha/colher para retirar o conteúdo estomacal (TAYLOR et al., 1978). A estabilidade do animal em uma maca rígida é aconselhável, bem como a inclinação do seu corpo para favorecer o efeito gravitacional e a consequente obtenção do alimento com a água ingerida. Apesar de pouco invasiva, essa técnica tem se mostrado bastante eficaz para análise da dieta de crocodilianos.

Magnusson et al. (1987) levantaram cinco considerações importantes ao analisar o conteúdo estomacal dos crocodilianos: 1) Presas diferentes são digeridas em taxas diferentes e, com isso, a frequência de ocorrência de um tipo de presa no estômago do animal será inversamente proporcional à sua taxa de digestão; 2) Dentre os tipos de presa, itens maiores levarão mais tempo para digestão, e crocodilianos maiores irão digerir presas de tamanho equivalente de forma mais rápida do que crocodilianos menores; 3) Algumas presas possuem partes que não são digeríveis e estas partes se acumulam no estômago dos crocodilianos, permitindo uma estimativa parcial do número total de presas ingeridas; 4) A retenção de itens indigeríveis pode depender do tempo de passagem dos itens através do estômago; 5) Diferentes presas com massa, volume ou área equivalentes podem ter um valor nutritivo diferente para um carnívoro. De modo geral, tais considerações são importantes nas análises da ecologia trófica dos crocodilianos, bem com de outros vertebrados predadores (ex.: carnívoros).

Além de serem usadas como métodos indiretos em estudos de abundância e distribuição de crocodilianos, as análises fecais também possibilitam compreender parte da dieta (SAM et al., 2015). Sua utilização implica em uma amostragem em locais rasos, ocasional ou oportuna, já que procurar e encontrar fezes de crocodilianos no solo não é uma tarefa fácil. Na maioria dos estudos, as fezes são analisadas e os itens (presas) identificados até o nível taxonômico possível (normalmente, classe ou ordem) (OUM et al., 2009; SAM et al., 2015). A vantagem é que quando um item não digerível já passou pelo estômago, este ainda poderá ser identificado pelo pesquisador nas fezes. Por outro lado, as presas possuem taxas de digestão distintas, de modo que as fezes não podem ser utilizadas de forma confiável para quantificar a importância relativa das diferentes presas que são facilmente digeridas (GRIGG e KIRSHNER, 2015). Desta forma, o mais aconselhável é o uso de métodos combinados para se obter informações mais concretas e complementares sobre os hábitos alimentares dos crocodilianos, a saber: análise fecal, lavagem estomacal, análise isotópica e DNA *barcoding*.

A Análise de Isótopos Estáveis (AIE) é uma técnica que está baseada na análise da composição de átomos, de um mesmo elemento químico, não radioativos e disponíveis na natureza (PETERSON e FRY, 1987; DAWSON e BROOKS 2001). A aplicação de tal ferramenta em estudos com animais silvestres vem crescendo nos últimos anos devido à quantidade e qualidade das informações que o método pode proporcionar (ex.: TIESZEN et al., 1983; SEMINOFF ET AL., 2007; MARQUES et al., 2013). A evolução dos estudos de ecologia trófica e de movimentação animal, promovida pelo uso da AIE, possibilitou aos pesquisadores informações e inferências que, até então, não eram possíveis ou eram limitadas (MARQUES ET AL., 2013; SHAW E RYAN, 2015). A técnica AIE permite quantificar as proporções das fontes energéticas autóctones e alóctones que contribuem para a formação dos tecidos dos consumidores ou predadores (FRY, 2006; CAUT et al., 2008), assim como rastrear a origem de cada fonte alimentar e até entender o modo ou comportamento de forrageio e o uso de habitats dos crocodilianos (FRY, 2006).

A AIE pode revelar as relações tróficas entre os consumidores, a sua posição trófica na cadeia alimentar (FRY, 2006) e a relação dessas com o ambiente de origem (PETERSON e FRY, 1987). Em outras palavras, a análise fornece informações sobre os alimentos que foram assimilados pelo corpo, e não apenas os ingeridos, possibilitando uma “reconstrução” ou um “mapeamento” real dos caminhos traçados ao longo da dieta dos organismos, bem como a identificação das relações predador-presa, dos tipos de ambiente utilizados, além de proporcionar análises intraespecíficas. Como exemplos, há os trabalhos de Marques et al. (2013), que estudaram a variação intraespecífica de nicho isotópico do *Caiman latirostris* no Sudeste do Brasil, e de Dutra-Araújo (2016), que identificou as principais fontes de recursos basais que sustentam as cadeias alimentares de *C. latirostris* no extremo Sul do país.

Apesar dos isótopos estáveis fornecerem informações relevantes que não são obtidas por outros métodos mais convencionais, como a lavagem estomacal (TAYLOR et al., 1978), alguns aspectos devem ser considerados: o tecido animal a ser analisado deve ser escolhido levando em consideração o objetivo do estudo, o período amostral, a taxa de assimilação e o fracionamento isotópico (FRY, 2006; MARQUES et al., 2014). Os isótopos de carbono (C) e nitrogênio (N) são os mais recomendados para estudos de ecologia trófica (FRY, 2006). Estes representam elementos basais que compõem as estruturas dos seres vivos, na forma de carboidratos, lipídeos, proteínas, aminoácidos e ácidos nucléicos. Os isótopos estáveis de C ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ou  $\delta^{13}\text{C}$ ) são usados principalmente para determinar as fontes primárias de alimento e detectar a entrada destes elementos na cadeia trófica, permitindo a inferência sobre o hábitat de origem da matéria assimilada nos tecidos (DENIRO e EPSTEIN, 1978; CHISHOLM et al., 1983; FRY, 2006). Já os isótopos estáveis de N ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ou  $\delta^{15}\text{N}$ ) são indicadores de nível trófico e estimam a posição das espécies na cadeia alimentar (DENIRO e EPSTEIN, 1981; POST, 2002), embora outros elementos químicos estáveis também possam ser utilizados para esta e outras linhas de pesquisa (FRY, 2006). A metodologia de isótopos estáveis vem avançando com a tecnologia e, no futuro, são esperados equipamentos e análises mais contundentes que permitam trazer respostas a perguntas mais específicas.

Além dos métodos descritos acima, uma outra abordagem utilizada é baseada no uso de marcadores moleculares e no conceito de DNA *barcoding*. Este método garante uma identificação precisa das amostras, já que regiões do DNA das espécies ingeridas podem ser amplificadas, sequenciadas e comparadas com sequências já armazenadas em bancos de dados. A amostragem é realizada com base na coleta de amostras do trato digestório dos animais ou até mesmo de fezes frescas (JURADO-RIVERA et al., 2009; VALENTINI et al., 2009). Depois que o material é triado, é retirada uma amostra de tecido para cada item alimentar que é direcionada à identificação molecular, usando protocolos padronizados para DNA *barcoding*. Após esta etapa, o DNA encontrado é comparado com sequências já registradas e a identificação da presa é constatada.

Uma limitação crucial a esta abordagem é a falta de banco de dados locais ou regionais, o que possibilitaria uma precisão maior na identificação, já que pode existir uma variação genética nas populações dependendo de sua localização geográfica (THOISY et al., 2006). Assim, a comparação com dados públicos, como *GenBank*, pode gerar um pouco de dúvida, em alguns casos. Além disso, outro fator agravante está ligado à questão financeira, já que o sequenciamento genético requer inúmeros equipamentos e insumos de alto custo, indisponíveis em vários centros de pesquisa no Brasil.

## Caracterização da dieta dos crocodilianos brasileiros

### *Caiman crocodilus*

O jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*) é um crocodiliano de tamanho médio, podendo alcançar 2,5 metros de comprimento, com ampla distribuição na América do Sul e Central, com populações introduzidas em Porto Rico, Cuba e Estados Unidos da América (ELLIS, 1980; THOMAS e JOGLAR, 1996; ESTRADA e RUIBAL, 1999). No Brasil, está distribuído desde o bioma da Amazônia (RUEDA-ALMONACID et al., 2007) até o da Caatinga, no Planalto do Ibiapaba, Estado do Ceará (BORGES-NOJOSA e CASCON, 2005).

A dieta do jacaré-tinga é bastante diversificada (Figura 1), uma vez que, como um predador oportunista e generalista (padrão observado também nos demais crocodilianos brasileiros), esta espécie alimenta-se de uma gama de invertebrados, peixes, anfíbios, répteis, aves e até mamíferos, sendo estes consumidos por jacarés adultos, de maiores portes (MAGNUSSON et al. 1987; THORBJARNARSON 1993; LAVERTY e DOBSON, 2013; BONTEMPS et al., 2016). Dentre os itens, os invertebrados são frequentemente mais consumidos são os insetos aquáticos (THORBJARNARSON 1993; BONTEMPS et al., 2016). Insetos são as presas mais consumidas dentre os indivíduos jovens, e os peixes e moluscos passam a ser os itens mais importantes na dieta dos adultos desta espécie (DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; BONTEMPS et al., 2016), o que demonstra também uma mudança ontogenética na alimentação de *C. crocodilus*. Além disso, caranguejos são também uma fonte importante de alimento para o jacaré-tinga (THORBJARNARSON, 1993; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999).

Barão-Nóbrega et al. (2016) encontraram uma diferença na dieta de fêmeas de jacaré-tinga nidificantes e não nidificantes, ou seja: fêmeas não nidificantes possuíam uma alta incidência de peixes incorporados em sua dieta; e fêmeas nidificantes apresentaram invertebrados terrestres e moluscos como itens mais frequentes em seus estômagos. Segundo esses autores, a redução no consumo de peixes em fêmeas nidificantes provavelmente reflete mudanças no uso do habitat, tendo em vista que estas permanecem próximas (e, conseqüentemente, por maior tempo) aos ninhos durante o período de incubação dos ovos, que por sua vez pode durar até 70 dias (CAMPOS, 2003b).



Figura 1: Predação de um peixe bodó (*Liposarcus pardalis*) por um jacaré-tinga adulto (*Caiman crocodilus*) na Amazônia brasileira. Foto: Barthira Rezende de Oliveira (2019).

### ***Caiman latirostris***

O jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) é uma espécie de crocodiliano de porte mediano, alcançando, em média, aproximadamente 2 metros de comprimento, com ampla distribuição na América do Sul (VERDADE e PIÑA, 2006; VERDADE et al., 2010). No Brasil, a espécie é encontrada nos biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas, desde a região costeira do Rio Grande do Norte e Pernambuco, passando pelas bacias dos rios São Francisco e Paraná/Paraguai, até alcançar o Rio Grande do Sul (MORATO, 1991; VERDADE e PIÑA, 2006). *Caiman latirostris* apresenta um hábito bastante generalista no que diz respeito à sua dieta. A espécie alimenta-se de uma ampla gama de presas, tanto de invertebrados (ex.: aracnídeos, crustáceos, insetos, moluscos), como de vertebrados (ex.: anfíbios, aves, peixes, pequenos mamíferos, serpentes e tartarugas; DIEFENBACH, 1979; FREITAS-FILHO, 2008; BORTEIRO et al., 2009). Contudo, as presas mais frequentes nos estômagos avaliados foram os moluscos, enquanto que os vertebrados foram consumidos com menor frequência (DIEFENBACH, 1979; FREITAS-FILHO, 2008; BORTEIRO et al., 2009).



Ainda, Borteiro et al. (2009) encontraram artrópodes como presa mais frequente em indivíduos jovens, enquanto peixes e moluscos eram consumidos em todas as fases etárias. Além disso, tais autores sugeriram uma mudança ontogenética na dieta da espécie, como já reportado em outros crocodilianos brasileiros (e.g., MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; BOTERO-ARIAS, 2007). O mesmo padrão foi relatado por Marques et al. (2013) e Portelinha et al. (2014), que identificaram mudanças ontogenéticas quanto ao nicho isotópico de *C. latirostris*. Dutra-Araújo (2016), através de um estudo que avaliou as fontes de recursos primários que sustentam as tramas tróficas de *C. latirostris* no Sul do Brasil, também identificou a presença de mudanças ontogenéticas quanto à população avaliada.

### ***Caiman yacare***

O jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) é uma espécie de crocodiliano de tamanho médio, cerca de 2 metros de comprimento, em média, sendo considerada uma das mais abundantes do país (COUTINHO e CAMPOS, 1996). Esta espécie vive em altas densidades em habitats sazonalmente inundados no Pantanal brasileiro, no Centro-Oeste (COUTINHO e CAMPOS, 1996), cuja região apresenta uma grande variedade de macroambientes. O jacaré-do-Pantanal é um predador oportunista, que utiliza uma grande variedade de presas em sua dieta, incluindo diversas ordens de invertebrados e vertebrados (SANTOS et al., 1994; 1996). A frequência dos itens na dieta do *C. yacare* parece estar mais relacionada com a disponibilidade e a facilidade de captura da presa (UETANABARO, 1989; SANTOS et al., 1996), tornando o tipo de habitat importante na determinação do tipo de presa (SANTOS et al., 1996). Nesse sentido, sugere-se que a espécie tenha uma alta capacidade de movimentação em resposta à mudança na densidade de suas presas (CAMPOS, 2003a).

Em linhas gerais, o jacaré-do-Pantanal alimenta-se de insetos, crustáceos, moluscos, anfíbios (incluindo girinos) e peixes (UETANABARO, 1989; SANTOS et al., 1996). De acordo com tais autores, os itens mais frequentes na dieta desta espécie são os insetos, que estão presentes em sua dieta em qualquer fase da vida, porém, mais consumidos pelos jovens do que pelos adultos. Ademais, peixes e anfíbios são a principal fonte de alimento dos jacarés na fase adulta, sendo assim, ambos considerados presas importantes na dieta de *C. yacare*.

### ***Melanosuchus niger***

O jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) é considerado a maior espécie de crocodiliano do Brasil, podendo atingir de 5 a 6 m de comprimento (THORBJARNARSON, 2010), e um dos maiores predadores da Amazônia. No Brasil, a espécie ocorre em todos os estados da região Norte, além dos estados de Goiás e Mato-Grosso, ambos na Região Centro-Oeste (THORBJARNARSON, 2010; MARIONI et al., 2013). A dieta do jacaré-açu, apesar de variar sazonalmente, devido à mudança drástica nos níveis de água na Amazônia, sobrepõe-se bastante com a dieta do

*Caiman crocodilus* (jacaré-tinga), espécie simpátrica e sintópica, quanto ao uso do espaço e alimento, respectivamente (DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999). Sugere-se que há uma intensa competição por recursos alimentares em épocas de escassez, como no pico da cheia ou em secas extremas e longas (MAGNUSSON et al., 1987; HORNA et al., 2001; LAVERTY e DOBSON, 2013).

Ademais, o jacaré-açu apresenta mudanças ontogenéticas em sua dieta, com indivíduos jovens alimentando-se mais de insetos e crustáceos, enquanto indivíduos maiores alimentam-se, principalmente, de peixes, embora consumam também anfíbios, aves, répteis e mamíferos (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; HORNA et al., 2001). É natural que mudanças ontogenéticas na dieta ocasionem uma redução da competição intraespecífica, já que diminuem a pressão de predação sobre um estoque específico de presa.

Um bom exemplo da plasticidade alimentar em crocodilianos, frente à oferta de alimento no ambiente, é quanto à variação ontogenética de sua dieta, onde jovens podem consumir caracóis, enquanto os adultos consomem peixes (HORNA et al., 2001). Além disso, De La Ossa et al. (2010) e Medem (1983) ressaltaram a capacidade de predação e o comportamento oportunista de *M. niger* nas capturas e consumo de tartarugas de água doce na Amazônia central. Assim, a grande abundância de quelônios aquáticos no ambiente, associada ao comportamento generalista e oportunista do jacaré-açu, contribuem para a ocorrência desta relação de predação (DE LA OSSA et al., 2010). Contudo, essa relação permanece ainda pouco documentada para *M. niger*, embora consolidada para outras espécies de crocodilianos em outras partes do mundo (e.g., MESSEL e VORLICEK, 1989 para *Crocodylus porosus*, no Norte da Austrália; e VARONA, 1986 para *Crocodylus rhombifer*, em Cuba).

### ***Paleosuchus palpebrosus***

Conhecido vulgarmente como jacaré-paguá, jacaré tiri-tiri ou jacaré-anão, *Paleosuchus palpebrosus* é um crocodiliano brasileiro considerado uma das menores espécies da Família Alligatoridae, atingindo um máximo de 180 cm (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010). No Brasil, a espécie se distribui ao longo dos biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e no entorno do Pantanal, excluindo-se a área central do mesmo (MAGNUSSON, 1992a). Sua dieta é bastante generalista e pode variar geograficamente (MAGNUSSON, 1985; CAMPOS et al., 2010). Ainda, esta espécie apresenta uma troca ontogenética em sua dieta, alimentando-se, quando jovem, predominantemente de invertebrados e, quando adulto, de vertebrados terrestres e aquáticos (MEDEM, 1983; MAGNUSSON et al., 1987; BOTERO-ARIAS, 2007).

Uma evidência do quão generalista pode ser esta espécie foi relatada por Medem (1958). Em seu estudo, o autor encontrou uma serpente (provavelmente uma cobra coral), um peixe, um camarão de água doce e dois besouros aquáticos, além de algumas rochas pequenas (gastrólitos) no conteúdo estomacal de um dos espécimes analisados (MEDEM, 1958). No geral, *P.*

*palpebrosus* mantém as características generalistas da maioria dos crocodilianos, alimentando-se de artrópodes das mais variadas ordens, além de moluscos, peixes, pequenos mamíferos (e.g., roedores), anfíbios e répteis, incluindo serpentes e outros crocodilianos (MEDEM, 1958, 1983; MAGNUSSON et al., 1987; CAMPOS et al., 1995; BOTERO-ARIAS, 2007; MUDREK, 2016; DUTRA-ARAÚJO, 2017).

A espécie também possui outras características encontradas para os demais crocodilianos, como a taxa de proporcionalidade quanto ao aumento corporal e a capacidade de capturar presas maiores (BOTERO-ARIAS, 2007). No caso dos moluscos, estes são incorporados com maior frequência na dieta de indivíduos jovens, enquanto os vertebrados estão presentes em indivíduos de diferentes classes de tamanho, principalmente os adultos (BOTERO-ARIAS, 2007). Ainda, Mudrek (2016) encontrou uma dieta bastante generalista para a espécie, em Cuiabá, Estado do Mato Grosso, composta por diversas ordens de invertebrados (Orthoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Diplopoda, Gastropoda, Diptera, Hemiptera, Araneae e Trichoptera) e de alguns vertebrados, como peixes (Characiformes e Siluriformes) e mamíferos (Rodentia), além de ter encontrado escamas e unhas de coespecíficos, evidenciando canibalismo em *P. palpebrosus*.

### ***Paleosuchus trigonatus***

O jacaré-coroa ou jacaré-pedra (*Paleosuchus trigonatus*), é uma espécie que habita pequenos córregos de cabeceiras e riachos ao longo de florestas de terra firme e de igapó (sazonalmente inundável) no bioma da Amazônia (MAGNUSSON, 1992b). É um crocodiliano com ampla distribuição, habitando, em especial, todos estados do Norte do Brasil (CAMPOS et al., 2013). O hábito alimentar de *P. trigonatus* parece ser bastante semelhante à do *P. palpebrosus*, no que se trata das presas em si (bastante generalista), porém, pode variar na frequência dos diferentes itens presentes (MAGNUSSON et al., 1987), devido, obviamente, a disponibilidade de recursos e oportunidades de predação não serem as mesmas nos diferentes habitats de cada espécie. No geral, indivíduos desta espécie são conhecidos por consumir diversos invertebrados terrestres e pequenos vertebrados (JACKSON et al., 1974; MAGNUSSON et al., 1987; DE ASSIS e DOS SANTOS 2007; MOLDOWAN et al., 2016). Há dados de registros oportunistas em relação à predação de escorpiões (MORATO et al., 2011) e cecílias (SAMPAIO et al., 2013). Ademais, serpentes também representam uma notável porção da dieta desta espécie (MAGNUSSON et al., 1987; CHAMPAGNE et al., 2015; MOLDOWAN et al., 2016).

Muitos crocodilianos incorporam em sua dieta um número maior de vertebrados terrestres à medida que atingem um tamanho corporal maior (GRIGG e KIRSHNER, 2015). Entretanto, *P. trigonatus* apresenta uma diferença neste contexto, pois esta espécie ingere vertebrados terrestres em qualquer classe de tamanho que esteja, e em uma frequência maior que nos demais crocodilianos (MAGNUSSON et al., 1987). Desta forma, *P. trigonatus* passa a ter uma frequência maior de mamíferos e serpentes incorporados em sua dieta, a partir de

um tamanho relativamente pequeno, quando comparado às outras espécies de crocodilianos (MAGNUSSON et al., 1987).

O fato de haver uma maior frequência de vertebrados terrestres na dieta de *P. trigonatus* provavelmente está relacionado com seu hábitat. Esta espécie é encontrada ao longo de riachos de cabeceiras (pequenas ordens), em florestas de terra firme até porções altas dos igapós (florestas inundadas), possibilitando o contato com uma gama de presas terrestres que percorrem as margens de córregos em busca de alimento, o que explica a alta frequência de pequenos vertebrados compondo a sua dieta (MAGNUSSON et al., 1987; MORATO et al., 2011). Em geral, as espécies do gênero *Paleosuchus* parecem ingerir uma quantidade maior de rochas (gastrólitos) do que os demais crocodilianos brasileiros, provavelmente pelo tipo de microhábitat que este gênero ocupa. Por fim, vale salientar que em Manaus, capital do estado de Amazonas, dos 61 animais que tiveram o conteúdo estomacal avaliado, 73% possuíam resíduos de construção civil (DUTRA-ARAÚJO et al., 2015).

## Perspectivas para estudos de dietas

Mesmo depois de décadas de estudos acerca dos crocodilianos brasileiros, existem poucas informações sobre suas dietas e ecologias tróficas das espécies. De fato, a maioria dos estudos sobre a dieta dos crocodilianos brasileiros ainda pode ser considerada limitadamente qualitativa, havendo uma enorme lacuna no conhecimento no que diz respeito às avaliações quantitativas. Como já levantamos aqui, embora existam diversas informações sobre a descrição dos seus itens alimentares e relatos de mudanças ontogenéticas ou sazonais, não há estudos mais detalhados sobre suas preferências alimentares, tanto em relação aos sítios de alimentação, quanto aos itens predados. Há, também, uma carência de estudos sobre dietas de longo prazo no Brasil, que poderiam demonstrar uma modificação na composição alimentar ao longo de décadas de monitoramento, em um mesmo ambiente, o que poderia ajudar na compreensão das relações tróficas dos crocodilianos. Além disso, faltam informações acerca da dieta de crocodilianos para indivíduos adultos de grande porte (ex.: machos reprodutores), que desempenham um papel fundamental na manutenção de suas populações.

As espécies de crocodilianos ocupam diversos tipos de hábitats no Brasil, estendendo-se a todos os domínios morfoclimáticos do país. Algumas espécies possuem uma distribuição mais restrita, porém outras encontram-se distribuídas ao longo de várias regiões, estabelecendo-se em diferentes climas, altitudes, tipos de vegetação e pluviosidade, como é o caso do *C. latirostris* (VERDADE et al., 2010). Com esta ampla distribuição, a dieta de uma mesma espécie pode variar consideravelmente de acordo com o local de vida. Assim, a dieta de uma população de espécie no Nordeste pode ser completamente diferente das populações no Sul do Brasil. Assim, estudos comparativos em grande escala são necessários para compreender melhor a dinâmica destas populações que podem estar separadas por milhares de quilômetros e apresentarem uma infinidade de variações ambientais (e.g., clima, recursos) entre si.

Além disso, estudos aprofundados sobre a dieta de fêmeas nidificantes são necessários, uma vez que podem contribuir para um melhor entendimento sobre a que ponto as fêmeas privam-se de alguns itens alimentares, ou qual a mudança na dieta destas na natureza, tanto quantitativamente, como acerca dos diferentes itens que podem ser incorporados (ou rejeitados) pelas fêmeas, e ainda, se isso é algo isolado (do espécime avaliado) ou se existe um padrão populacional para determinada espécie/local.

Outro importante fator a ser considerado, é que as espécies brasileiras enfrentam uma série de alterações antrópicas em seus habitats, em diversas regiões no país. Algumas espécies parecem lidar bem com ambientes muito alterados (antropizados), como é o caso do *C. latirostris* que ocupa habitats poluídos e até mesmo açudes artificiais, sendo considerada uma espécie sinantrópica (COUTINHO et al., 2013; NEVES, 2019). Deste modo, com essas alterações antrópicas podem ocorrer, também, modificações na dieta dos crocodilianos (ex.: oferta de presas). Isso já é conhecido para algumas espécies de vertebrados e faz-se necessário investigar nos crocodilianos, onde estudos poderiam comparar as dietas da mesma espécie entre ambientes naturais e antropizados. Neste caso, mudanças na dieta devido a antropização poderiam causar alterações comportamentais, morfométricas e até mesmo fisiológicas, em diferentes populações. Ainda, neste contexto, outro ponto importante para investigação, seria a relação da dieta com a presença de agrotóxicos e toda a questão da bioacumulação associada no cenário brasileiro. Portanto, estudar todos estes aspectos possibilitariam uma melhor compreensão de como os crocodilianos brasileiros estariam adaptando-se (ou não) a tais mudanças no ambiente e quais seriam os efeitos sobre as populações de crocodilianos.

Ademais, estudos sobre o estado sanitário dos crocodilianos vem sendo realizados com algumas espécies no Brasil e um fator importante seria relacioná-los com a dieta destas espécies (e.g., BASSET, 2016 para *Caiman latirostris*). Uma forma interessante de analisar tal questão, é entender como a dieta afeta na manutenção da microflora gastrointestinal dos crocodilianos e comparar os resultados com as pesquisas sobre o estado de saúde, tanto em ambientes naturais como antropizados. Por fim, a reconstrução da paleodieta dos crocodilianos é outra área bastante interessante a ser explorada, para entendermos a evolução da dieta de grupos filogenéticos extintos e de espécies recentes de crocodilianos. Para tal, pode ser realizado através da metodologia de isótopos estáveis, utilizando como matéria-prima o colágeno encontrado nos ossos e dentes dos crocodilianos fósseis.

## Considerações Finais

No presente capítulo, foi possível observar que algumas espécies brasileiras encontram-se distribuídas na mesma região (simpátricas) e, às vezes, até mesmo na mesma localização geográfica (sintópicas). Um ponto válido seria entender como a vida em simpatria afeta a dieta dos crocodilianos, tendo em vista que algumas espécies podem ser mais dominantes que outras,

ou até mesmo melhores competidores, no caso de partilharem os mesmos recursos alimentares. Dentro desta temática, estudos comportamentais que busquem compreender as estratégias de forrageio, caça e predação também são importantes para novas investigações.

Também, observamos que a dieta dos crocodilianos depende muito da disponibilidade de recursos em seu ambiente, já que eles tendem a se alimentar de quaisquer itens disponíveis, dentro de uma amplitude considerável, em um determinado período sazonal. No entanto, o entendimento de informações mais detalhadas sobre a dieta e relações tróficas das espécies de crocodilianos, nos diferentes habitats em que se encontram, são de suma importância para projetos e práticas de conservação, tanto aos crocodilianos quanto aos ambientes em que eles ocupam.

Mesmo com distribuições amplas ou mais restritas, e às vezes até sobrepostas, os jacarés brasileiros apresentam suas próprias peculiaridades no que diz respeito à ecologia alimentar. Porém, algumas espécies mostram similaridades, o que parece ser um padrão generalizado para os crocodilianos ao redor do mundo. O entendimento destes padrões e sua funcionalidade no ecossistema também pode auxiliar na sugestão e tomada de decisões acerca do manejo e conservação das espécies brasileiras.

Diferentes métodos e o uso combinado destes (ex.: lavagem estomacal, análise fecais e isótopos estáveis), têm se mostrado interessantes para o estudo da dieta de crocodilianos no Brasil e no mundo. Com o avanço da ciência, novas ferramentas surgem e estas possibilitam novas perguntas, que se tornam viáveis de serem respondidas.

Por fim, futuras investigações devem ser mais encorajadas a aplicarem novas técnicas no estudo da dieta e ecologia trófica dos crocodilianos brasileiros, nos diferentes biomas do país, bem como em suas diferentes regiões e ambientes antropizados ou não. De fato, o Brasil é um país de proporções continentais que contém seis espécies de crocodilianos e ainda há muito o que descobrir a respeito delas.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos colegas André Felipe Barreto-Lima e Yhuri Nóbrega pelas revisões do texto e valiosas contribuições ao capítulo. Agradecemos também à Barthira Rezende de Oliveira pela foto gentilmente cedida.

## Referências

ADAME, M. F.; JARDINE, T. D.; FRY, B.; VALDEZ, D.; LINDNER, G.; NADJI, J.; BUNN, S. E. Estuarine crocodiles in a tropical coastal floodplain obtain nutrition from terrestrial prey. *PloS One*, v. 13, n. 6, 2018.

- BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; DUTRA-ARAÚJO, D.; BOTERO-ARIAS, R.; NOGUEIRA, A. J.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Nest attendance influences the diet of nesting female Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in central Amazonia, Brazil. *The Herpetological Journal*, v. 26, n. 2, p. 65-71, 2016.
- BASSET, L. A. B. Estado sanitário do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em paisagens antropizadas no Estado de São Paulo. (Tese). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2016.
- BONTEMPS, D.; CUEVAS, E.; ORTIZ, E.; WUNDERLE JR, J.; JOGLAR, R. Diet of the non-native Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in Puerto Rico. *Management of Biological Invasions*, v. 7, n. 3, p. 287-296, 2016.
- BORGES-NOJOSA, D. M; CASCON, P. Herpetofauna da Área da Reserva da Serra Das Almas, Ceará. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (Eds.). **Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga. Suporte a estratégias regionais de conservação. Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, 2005. p. 245-260.
- BORTEIRO, C.; GUTIÉRREZ, F.; TEDROS, M.; KOLENC, F. Food habits of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*: Crocodylia, Alligatoridae) in northwestern Uruguay. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 44, n. 1, p. 31-36, 2009.
- BOTERO-ARIAS, R. Padrões de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de paleovárzea ao sul do Rio Solimões, Amazônia Central, Brasil. (Dissertação). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2007.
- CAMPOS, Z. *Caiman crocodilus yacare* (Pantanal Caiman). Food-Related Movement. *Herpetological Review*, v. 34, p. 141-142, 2003a.
- CAMPOS, Z. Observações sobre a biologia reprodutiva de três espécies de jacarés na Amazônia Central. Embrapa Pantanal Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 43, 2003b.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 48–53, 2013.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; COUTINHO, M. E.; ABERCROMBIE, C. Night-light counts, size structures, and sex ratio in wild populations of yacare caiman (*Caiman crocodilus yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Vida Silvestre Neotropical*, v. 4, p. 46-50, 1995.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E. Maximum size of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the Amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 31, n. 3, p. 439-442, 2010.

- CAUT, S. Isotope incorporation in Broad-snouted caimans (crocodilians) *Biology Open* 0, 1-6, 2013.
- CHAMBERLAIN, E. B. Notes on the stomach contents of an alligator. *Copeia*, v. 3, p. 83-84, 1930.
- CHAMPAGNE P.; MOCKFORD S.; KIRKBY C. *Paleosuchus trigonatus* (Schneider's Smooth-fronted caiman) feeding behavior. *Herpetological Review*, v. 46, p. 249, 2015.
- COUTINHO, M.; CAMPOS, Z. Effect of habitat and seasonality on the densities of caiman in southern Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 12, n. 5, p. 741-747, 1996.
- COUTINHO, M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L. A. B.; DE MENDONÇA, S. H.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.
- DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E. Diets of Spectacled and Black caiman in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 33, n. 2, p. 181-192, 1999.
- DE ASSIS, V. B.; DOS SANTOS, T. *Paleosuchus trigonatus* predation. *Herpetological Review*, v. 38, n. 4, p. 445, 2007.
- DE LA OSSA, J.; VOGT, R. C.; FERRARA, C. R. *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae) as opportunistic turtle consumer in its natural environment. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, v. 2, n. 2, p. 244-252, 2010.
- DIEFENBACH, C. O. D. C. Ampullarid Gastropod-Staple Food of *Caiman latirostris*. *Copeia*, p. 162-163, 1979.
- DINETS, V.; BRUEGGEN, J. C.; BRUEGGEN, J. D. Crocodilians use tools for hunting. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 27, n. 1, p. 74-78, 2015.
- DUTRA-ARAÚJO, D. O papel dos habitats terrestre e aquático na sustentação trófica do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), em banhados subtropicais brasileiros. (Dissertação). São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2016.
- DUTRA-ARAÚJO, D.; MARIONI, B. E.; FRAGA, R.; DA SILVEIRA, R. Snakes as prey of Cuvier's Dwarf Caiman (*Paleosuchus palpebrosus*: Alligatoridae), with a new observation from central Amazonia, Brazil. *Herpetology Notes*, v. 10, p. 169-171, 2017.
- ELLIS, T. M. *Caiman crocodilus*: an established exotic in South Florida. *Copeia*, v. 1, p. 152-154, 1980.
- ESTRADA, A. R.; RUIBAL, R. A review of Cuban herpetology. In: CROTHER, B. I. (Ed). **Caribbean amphibians and reptiles**. San Diego: Academic Press, 1999. p. 31-62.



FREITAS-FILHO, R. Dieta e avaliação de contaminação mercurial em *Caiman latirostris* em dois parques municipais do Rio de Janeiro, Brasil. (Dissertação). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

FRY, B. **Stable Isotopes Ecology**. Springer, 2006. New York, NY.

GHILARDI JR., R.; ALHO, C. J. R. Produtividade sazonal da floresta e atividade de forrageamento animal em habitat de terra firme da Amazônia. *Acta Amazônica*, v. 20, p. 61-76, 1990.

GRIGG, G. C.; KIRSHNER, D. S. **Biology and Evolution of Crocodylians**. Clayton South (VIC), 2015. Australia: CSIRO Publishing.

HORNA, J. V.; CINTRA, R.; VASQUEZ RUESTA, P. Feeding ecology of black caiman *Melanosuchus niger* in a western Amazonian forest: The effects of ontogeny and seasonality on diet composition. *Ecotropica*, v. 7, p. 1-11, 2001.

JACKSON, J. F.; CAMPBELL, H. W.; CAMPBELL, K. E. The feeding habits of crocodylians: validity of the evidence from stomach contents. *Journal of Herpetology*, v. 8, n. 4, p. 378-381, 1974.

JUNK, W. J.; SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: **Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Manejo e Conservação**. Corumbá-MS, p.17-28, 1996.

JURADO-RIVERA, J. A.; VOGLER, A. P.; REID, C. A.; PETITPIERRE, E.; GÓMEZ-ZURITA, J. DNA barcoding insect–host plant associations. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 276, n. 1657, p. 639-648, 2009.

LAVERTY, T. M.; DOBSON, A. P. Dietary overlap between Black caimans and Spectacled caimans in the Peruvian Amazon. *Herpetologica*, v. 69, n. 1, p. 91-101, 2013.

LEBUFF, C. R. Observations on captive and wild North American Crocodylians. *Herpetologica*, v. 13, p. 25-28, 1957.

MAGNUSSON, W. E. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodylians. *Amazonia*, v. 9, n. 2, p. 193-204, 1985.

MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus palpebrosus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles (CAAR), 1992a.

MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus trigonatus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles (CAAR), 1992b.

MAGNUSSON, W. E. Crocodylia Diet. In: VONK, J.; SHACKELFORD, T. (Eds.). **Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior**. 2017. Springer, Cham.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's Smooth-fronted Caiman *Paleosuchus*

- palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Orgs.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3ed. Gland, Switzerland: IUCN Publications Services Unit, 2010. p. 40-42.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. *Journal of Herpetology*, v. 25, p. 41–48, 1991.
- MAGNUSSON, W. E.; SILVA, E. V.; LIMA, A. P. Diets of Amazonian crocodylians. *Journal of Herpetology*, v. 21, n. 2, p. 85-95, 1987.
- MANOLIS, S. C.; WEBB, G. J. **Best Management Practices for Crocodylian Farming**. IUCN-SSC Crocodile Specialist Group, 2016. Australia.
- MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L. A. B.; COUTINHO, M. E.; MARQUES, T. S.; LARA, N. R. F.; BASSETTI, L. A. B.; PIÑA, C. I.; CAMARGO, P. B.; VERDADE, L. M. Intraspecific isotopic niche variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Isotopes in Environmental and Health Studies*, v. 49, p. 325-335, 2013.
- MARQUES, T. S.; LARA, N. R. F.; CAMARGO, P. B.; VERDADE, L. M.; MARTINELLI, L.A. The Use of Stable Isotopes Analysis in Wildlife Studies. In: VERDADE, L. M.; LYRA-JORGE, M. C.; PIÑA, C. I. (Eds.). **Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation**. 1ª ed.: Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2014. p. 159-174.
- MEDEM, F. The crocodylian genus *Paleosuchus*. Chicago Natural History Museum, 1958.
- MEDEM, F. Los Crocodylia de Sur América. Vol. I. Colciencias. Carrera, Bogotá, Colombia, 1983.
- MELO, M. T. Q. Dieta do *Caiman latirostris* no sul do Brasil. In: VERDADE, L. M.; LARRIERA, A. (Eds.). **La conservación y el Manejo de Caimanes y Cocodrilos de América Latina**. Piracicaba: CN Editoria, 2002. 119-125.
- MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013.
- MESSEL, H.; VORLICEK, G. C. Ecology of *Crocodylus porosus* in northern Australia. *Crocodiles: their ecology, management and conservation*, p. 164-183, 1989.
- MOLDOWAN, P. D.; LAVERTY, T. M.; EMMANS, C. J.; STANLEY, R. C. Diet, gastric parasitism, and injuries of caimans (*Caiman*, *Melanosuchus*, and *Paleosuchus*) in the Peruvian Amazon. *South American Journal of Herpetology*, v. 11, n. 3, p. 176-182, 2016.
- MORATO, S. A. A. Localidades de registro e distribuição geográfica de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia: Alligatoridae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, v. 13, p. 93-104, 1991.

- MORATO, S. A. A.; BATISTA, V. B. G. V.; PAZ, A. *Paleosuchus trigonatus* (Smooth-fronted caiman). Diets and movements. *Herpetological Bulletin*, v. 115, p. 34-35, 2011.
- MUDREK, J. R. Ecologia populacional e alimentar do jacaré paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae) em córregos urbanos. (Dissertação). Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2016.
- NEVES, D. N. S. Distribuição potencial do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. (Dissertação). Vila Velha: Universidade Vila Velha, 2019.
- OLMOS, F.; SAZIMA, I. A fishing tactic in floating Paraguayan caiman: the cross-posture. *Copeia*, v. 1990, n. 3, p. 875-877, 1990.
- OUM, S.; HOR, L.; SAM, H.; SONN, P.; SIMPSON, B.; DALTRY, J. C. A comparative study of incentive-based schemes for Siamese crocodile *Crocodylus siamensis* conservation in the Cardamom Mountains, Cambodia. *Cambodian Journal of Natural History*, v. 2009, n. 1, p. 40-57, 2009.
- PLATT, S. G.; RAINWATER, T. R.; FINGER, A. G.; THORBJARNARSON, J. B.; ANDERSON, T. A.; MCMURRY, S. T. Food habits, ontogenetic dietary partitioning and observations of foraging behaviour of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in northern Belize. *The Herpetological Journal*, v. 16, n. 3, p. 281-290, 2006.
- PORTELINHA, T. C. G.; MARQUES, T. S.; LARA, N.; VERDADE, L. M.; CAMARGO, P.; PIÑA, C. I. Intraspecific feeding habitats variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in Argentina. In: **Proceedings of the 23rd Working Meeting of Crocodiles Specialist Group of the Species Survival Commission of the IUCN**, 2014.
- ROSENBLATT, A. E.; NIFONG, J. C.; HEITHAUS, M. R.; MAZZOTTI, F. J.; CHERKISS, M. S. et al. Factors affecting individual foraging specialization and temporal diet stability across the range of a large “generalist” apex predator. *Oecologia*, v. 178, n. 1, p. 5-16, 2015.
- ROSS, J. P. **Crocodiles: Status survey and conservation action plan**. 2nd Edition, 603 IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, 1998. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L.; MITTERMEIER, R. A.; RODRÍGUEZ-MACHECHA, J. V.; MAST, R. B.; VOGT, R. C.; RHODINN, A. G. J.; OSSA-VELÁSQUEZ, J.; RUEDA, J. N.; MITTERMEIER, C. G. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico**. Serie de guías tropicales de campo nº 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, formas e impresos. Bogotá, Colombia, 2007. p. 538.
- SAM, H.; HOR, L.; NHEK, R.; SORN, P.; HENG, S.; SIMPSON, B.; STARR, A.; BROOK, S.; FRECHETTE, J. L.; DALTRY, J. C. Status, distribution and ecology of the Siamese crocodile *Crocodylus siamensis* in Cambodia. *Cambodian Journal of Natural History*, p. 153-164, 2015.

- SAMPAIO, P. R. M.; DA SILVA, M. N.; DE MATOS, S. A.; DE MATOS, L. R. A.; ACOSTA, M. First report of predation by a caiman (*Paleosuchus trigonatus*, Crocodylia: Alligatoridae) on a caecilian (*Caecilia marculsi*, Gymnophiona: Caecilidae). *Salamandra*, v. 49, n. 4, p. 227-228, 2013.
- SANTOS, S. A.; NOGUEIRA, M. S.; PINHEIRO, M. S.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MOURAO, G. M. Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats. *Herpetological Journal*, v. 6, p. 111-117, 1996.
- SANTOS, S. A.; NOGUEIRA, M. J. S.; PINHEIRO, M. S.; MOURAO, G. M.; CAMPOS, Z. Condition factor of *Caiman crocodilus yacare* in different habitats of Pantanal Mato-Grossense. In: **Proceedings of the 12th Working Meeting of Crocodiles Specialist Group of the Species Survival Commission of the IUCN**, 1994.
- SEMINOFF, J. A.; BJORNDALE, K. A.; BOLTEN, A. B. Stable carbon and nitrogen isotope discrimination and turnover in pond sliders *Trachemys scripta*: insights for trophic study of freshwater turtles. *Copeia* v. 2007, n. 3, p. 534-542, 2007.
- SHAW, J. M.; RYAN, P. G. Stable isotopes reveal regional movement patterns in an endangered bustard. *Austral Ecology*, v. 40, n. 2, p. 198-205, 2015.
- TAYLOR, J. A.; WEBB, G. J. W.; MAGNUSSON, W. E. Methods of obtaining stomach contents from live crocodylians (Reptilia, Crocodylidae). *Journal of Herpetology*, v. 12, n. 3, p. 415-417, 1978.
- THOISY, B.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; VASCONCELOS, W. R.; LAVERGNE, A. Genetic structure, population dynamics, and conservation of Black caiman (*Melanosuchus niger*). *Biological Conservation*, v. 33, p. 474-482, 2006.
- THOMAS, R.; JOGLAR, R. The herpetology of Puerto Rico: Past, present, and future. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 776, n. 1, p. 181-196, 1996.
- THORBJARNARSON, J. B. Diet of the Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the central Venezuelan llanos. *Herpetologica*, v. 49, n. 1, p. 108-117, 1993.
- THORBJARNARSON, J. B. Black caiman *Melanosuchus niger*. *Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan*, v. 3, p. 29-39, 2010.
- TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. W.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal - Tissues - Implications for  $\delta^{13}C$  analysis of diet. *Oecologia* v. 57, p. 32-37, 1983.
- UETANABARO, M. Hábito alimentar de *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) no Pantanal Sul Mato-Grossense. (Dissertação). Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 1989.
- VALENTINI, A.; MIQUEL, C.; NAWAZ, M. A.; BELLEMAIN, E. V. A.; COISSAC, E.,

POMPANON, F.; GIELLY, L.; CRUAUD, C.; NASCETTI, G.; WINCKER, P.; SWENSON, J. E. New perspectives in diet analysis based on DNA barcoding and parallel pyrosequencing: the trnL approach. *Molecular Ecology Resources*, v. 9, n. 1, p. 51-60, 2009.

VARONA, L. S. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). Instituto de Zoología, Academia de Ciencias de Cuba, 1986.

VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Broad-snouted caiman *Caiman latirostris*. In: MANOLIS, S.C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3ed. Gland, Switzerland: IUCN Publications Services Unit, 2010. p. 18-22.

VERDADE, L. M.; PIÑA, C. I. *Caiman latirostris*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles (CAAR), 2006.

WEBB, G.; MANOLIS, C.; WORTH, R. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River area, N. T.: Variation in the diet, and a new method of assessing the relative importance of prey. *Australian Journal of Zoology*, v. 30, p. 877-899, 1982.



Foto: Boris Marioni

## **ECOLOGIA REPRODUTIVA DE CROCODILIANOS DA AMAZÔNIA**

Boris Marioni, José Antônio Lemos Barão-Nóbrega, Francisco Villamarín

## Introdução

A biologia reprodutiva em crocodilianos envolve todos os processos ecológicos incluindo o acasalamento, a nidificação, a incubação dos ovos, a eclosão dos filhotes e, em alguns casos, o cuidado parental destes. Diferente do que acontece com a espécie de crocodiliano mais aparentada que habita a região sudeste dos Estados Unidos (ELSEY et al., 2008), o *Alligator mississippiensis* (VLIET, 1987), há lacunas de informação relacionadas aos aspectos pré-nidificação dos crocodilianos amazônicos (e.g., *Caiman crocodilus*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus* e *Paleosuchus trigonatus*). O presente capítulo resume o estado do conhecimento sobre a ecologia de nidificação destas quatro espécies de alligatorídeos.

Em geral, a nidificação em crocodilianos é complexa, podendo variar entre ambientes e populações da mesma espécie. A disponibilidade de habitat e o número e tamanho de fêmeas nidificantes dentro de uma população são geralmente os aspectos mais relevantes (GRIG, 2015). Estes fatores podem afetar significativamente não apenas a distribuição e densidade dos ninhos, mas também o número e dimensões dos ovos numa região determinada (THORBJARNARSON, 1996; CAMPOS et al., 2008). Fêmeas maiores produzem ovos maiores, que irão gerar filhotes maiores (CAMPOS e MAGNUSSON, 1995; CAMPOS et al., 2008), os quais, hipoteticamente, terão maior probabilidade de sobrevivência (MESSEL e VORLICEK, 1989). Isso é de grande importância, considerando que a taxa média de mortalidade de filhotes no primeiro ano de vida é superior a 90% (GRIGG, 2015).

Os sítios de nidificação em todas as espécies de crocodilianos não são selecionados ao acaso pelas fêmeas. Sabe-se que a escolha reflete as adaptações a fatores abióticos ou bióticos, que afetam as condições de incubação dos ovos (e.g., temperatura, umidade), a sobrevivência dos embriões e filhotes (e.g., inundação do ninho, predação dos ovos ou filhotes) ou o custo energético das fêmeas, associado ao processo de reprodução (WEBB et al., 1983; OUBOTER e NANHOE, 1988; BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Por exemplo, fêmeas de *A. mississippiensis* parecem exibir algum nível de fidelidade espacial ao local de nidificação (ELSEY et al., 2008), mas o número de fêmeas nidificantes pode variar muito entre anos. Não está claro se os locais de nidificação são reutilizados pela mesma fêmea (PLATT et al., 1995), devido a que é pouco frequente uma mesma fêmea nidificar em anos consecutivos (JOANEN, 1969). A quantidade de fêmeas que não reproduzem em um determinado ano está relacionado com os níveis de precipitação nos meses anteriores à época de nidificação, causando uma variação de 25 a 60% do total de fêmeas reprodutoras na região (WEBB e MANOLIS, 1989; GUILLETTE et al., 1997; AYARZAGÜENA e CASTROVIEJO, 2008). Contudo, estudos a longo prazo são necessários para nós entendermos melhor a dinâmica da ecologia reprodutiva destas espécies, principalmente dos crocodilianos amazônicos.

Por outro lado, ao contrário do que se acreditava, o sistema de acasalamento em todas as espécies de crocodilianos estudadas é poliândrico. Isto é, uma fêmea pode acasalar com diferentes machos e, por tanto, uma mesma ninhada pode apresentar paternidade múltipla (MUNIZ et al.,

2011; OLIVEIRA et al., 2014). É importante reforçar o entendimento dos aspectos da ecologia reprodutiva dos crocodilianos da Amazônia, uma vez que constitui um processo de particular importância no seu ciclo de vida. Esse tipo de informação é fundamental para desenvolver, melhorar e implementar estratégias de conservação e manejo para estas espécies.

## Habitats para nidificação dos crocodilianos da Amazônia

A bacia Amazônica ocupa aproximadamente 700 milhões de hectares, sendo composta majoritariamente por terra firme, um tipo de floresta alta que não é alagada durante a enchente sazonal dos grandes rios (JUNK et al., 2010). O ecossistema de terra firme é composto por uma malha extensa de riachos, localmente chamados de igarapés. O regime hidrológico desses corpos hídricos reflete as condições de pluviosidade das cabeceiras (nascentes) que apresentam padrões de inundação irregulares (JUNK et al., 1989, 2011). A nidificação de uma das duas espécies de jacaré anão, *P. trigonatus*, ocorre nesse tipo de habitat.

Um terço da área da bacia Amazônica é sazonalmente inundada todos os anos pelo transbordamento lateral dos rios e lagos (JUNK et al., 1989, 2011). As planícies sazonalmente alagadas por águas provenientes dos rios Andinos (várzeas) cobrem cerca de 40 milhões de hectares (HESS et al., 2015). É principalmente nesse tipo de habitat que ocorre a nidificação de *M. niger*, *C. crocodilus* e *P. palpebrosus*, todavia, essas três espécies utilizam também as florestas inundadas por águas pretas (igarapé), para construir os ninhos (DA SILVEIRA et al., 1997). A duração e intensidade da transição entre as épocas de águas altas (cheia) e baixas (seca) nas florestas alagáveis, constituem alguns dos fatores que podem comprometer o sucesso de reprodução dos crocodilianos em anos com níveis de inundação extremos (VILLAMARÍN et al., 2011). A periodicidade hidrológica, que é menos marcante nas terras mais altas do que nas florestas alagáveis, força às espécies que habitam nas várzeas e igarapós desenvolverem “comportamentos sazonais” (JUNK, 1996), tais como a nidificação ou o cuidado parental, que acontecem somente em épocas específicas do ano.

## Técnicas de pesquisa

Os protocolos descritos a seguir são válidos para as quatro espécies de jacarés amazônicos. Todas elas nidificam preferencialmente em locais remotos (de difícil acesso) e frequentemente no entorno de um corpo hídrico, embora a proximidade deste pode ser muito variável entre espécies e indivíduos. Portanto, o estudo da ecologia de nidificação de jacarés é bastante desafiadora e, em muitos casos, perigosa. Provavelmente, esse seja o motivo do relativo número reduzido de estudos de ninhos de jacarés na Amazônia, quando comparado com estudos populacionais através de contagens noturnas.



Diferente do que acontece nas planícies de inundação com vegetação baixa e dossel aberto, como as savanas alagadas, as amostragens dos ninhos de jacarés amazônicos não podem ser realizadas utilizando veículos aéreos, como helicópteros ou ultraleve (PLATT et al., 1995; MOURÃO et al., 2004). Assim, essas amostragens devem ser realizadas a través de caminhadas de varredura ao longo das margens dos corpos hídricos, até aproximadamente 200 metros de distância das mesmas. As amostragens são sempre realizadas durante as horas do dia. Com a exceção dos ninhos de *M. niger* e *C. crocodilus*, é muito improvável encontrar ninhos de diferentes espécies em um mesmo local. Assim, faz-se necessário amostrar diversos ambientes amazônicos para se registrar os ninhos das quatro espécies.

Previamente ao trabalho de campo, é aconselhável consultar mapas da área de estudo usando imagens de satélite. As ferramentas de sensoriamento remoto e SIG atualmente disponíveis podem ser de grande ajuda no planejamento da coleta de dados, pois indicam áreas com maiores probabilidades de encontrar ninhos. Estes recursos são importantes quando as áreas a serem estudadas são excessivamente vastas para ser visitadas em toda sua extensão. Existem padrões baseados em variáveis ambientais como a estabilidade hidrológica sazonal dos corpos hídricos (VILLAMARÍN et al., 2011; BANON et al., 2019), que podem indicar os locais com maiores probabilidades de abrigarem ninhos ou, pelo contrário, onde é pouco provável ocorrer a presença de ninhos de uma determinada espécie.

Entrevistas semi-estruturadas com os moradores da região são também muito importantes, já que estes podem indicar áreas onde focar os esforços iniciais de amostragem. Essas avaliações iniciais podem ser muito úteis, principalmente em estudos com escassos recursos financeiros ou levantamentos pontuais que não façam parte de um programa de monitoramento de longo prazo. Além da possibilidade de cruzar as informações com os dados de sensoriamento remoto, as entrevistas podem fornecer noções sobre a potencial presença de ninhos em regiões, onde será possível realizar amostragens, como também, a identificação de lugares com menores probabilidades de ocorrência de ninhos.

Outros dados interessantes que podem ser obtidos a través de informantes locais são os registros sobre o consumo histórico e atual de ovos de jacarés por parte dos moradores locais ou da região. Isso pode proporcionar uma ideia geral da pressão antrópica sobre a fase de vida mais vulnerável dos jacarés (SOMAWEERA et al., 2013). Durante a busca ativa por ninhos, a presença de guias ou assistentes locais é fundamental, já que o conhecimento prévio da área e a facilidade de acesso que eles tem, proporcionam uma grande vantagem para otimizar esforços aos pesquisadores.

Todas as espécies de crocodilianos amazônicos constroem seus ninhos em forma de montículos com material vegetal em decomposição, como folhas, raízes, capim, cipós ou galhos, geralmente perto de lagos ou canais permanentes (CAMPOS, 2003). As fêmeas podem também usar buracos ou cavidades no terreno, construir seus ninhos em baixo de árvores caídas,

ao lado de cupinzeiros ou em cima da vegetação flutuante (BARÃO-NÓBREGA et al., 2014). Geralmente, as fêmeas localizam-se próximas ao ninho para defender a postura de possíveis predadores. Então, após encontrar o ninho é importante localizar a fêmea e manter-se a uma distância prudente, principalmente no caso de fêmeas de *M. niger*. Se possível, e dependendo dos objetivos do estudo, a captura da fêmea é interessante, pois pode providenciar informações alométricas importantes relacionadas ao esforço reprodutivo.

As medidas geralmente obtidas do ninho são: a largura, o comprimento e a altura. Contudo, há controvérsia quanto à relevância da obtenção desses dados, pois o tamanho do ninho pode depender de muitos fatores, como o material utilizado na construção do ninho ou o tempo que passou entre sua construção e o registro pelos pesquisadores. Assim, o tamanho do ninho proporciona escassa informação sobre o tamanho da fêmea, a probabilidade de predação ou a taxa de eclosão. Outras informações que podem ser relevantes de se obter antes mesmo de abrir o ninho, incluem o tipo de material utilizado para a construção do ninho, a distância entre o ninho e a árvore mais próxima, o limite entre a floresta e o corpo hídrico ou o corpo d'água mais próximo. Ainda, a cobertura do dossel acima do ninho é outra variável importante, pois proporciona informação indireta sobre a quantidade de radiação solar que o ninho recebe, o que pode influenciar na temperatura interna do ninho e portanto, o sexo dos embriões (CAMPOS e MAGNUSSON, 1995). Quando o montículo de um ninho é encontrado sem ovos, é possível inferir o destino destes usando os rastros deixados nele. Por exemplo, quando a fêmea assiste aos filhotes, ao abrir o ninho durante a eclosão dos ovos, o montículo permanece completamente aberto e as cascas dos ovos, parcialmente trituradas, permanecem dentro do montículo ou próximo à parte aberta. Em muitas ocasiões, os filhotes permanecem na água próximos do ninho.

Porém, quando os ovos são predados, existem sinais que podem ser um indicativo da identidade da espécie que predou os ovos (e.g., onça, macacos, lagarto teiú). No entanto, inferências exatas sobre a espécie do predador são geralmente difíceis de obter-se com precisão, mas podem ser verificadas através do uso de armadilhas fotográficas (e.g., SOMAWEERA et al., 2011; CAMPOS e MOURÃO, 2014; TORRALVO et al., 2017). Outro destino possível do ninho pode ser o alagamento, em cujo caso, os ovos geralmente são encontrados decompostos dentro do ninho.

A coleta de dados sobre o tamanho e massa dos ovos e da postura é muito importante para quantificar o esforço reprodutivo das fêmeas em um determinado ano. Durante a coleta de dados alométricos dos ovos, é necessário ter muito cuidado na hora de abrir o ninho e extrair os ovos, sem destruir completamente o ninho. A porção dos ovos que se encontra voltada para cima deve ser marcada com um pincel, a fim de evitar a rotação do ovo, o que pode ter consequências negativas no correto desenvolvimento do embrião (FERGUSSON, 1985). Quando os ovos são extraídos do ninho, a postura deve ser colocada em cima de um saco plástico, em fileira de 10, a fim de evitar que o odor dos ovos deixado no solo possa atrair eventuais predadores

(Figura 1). Normalmente, na Amazônia, o impacto das atividades de pesquisa sobre o desenvolvimento do ninho é mínimo (BARÃO-NÓBREGA et al., 2014), mesmo assim, é importante que os procedimentos sejam seguidos corretamente para diminuir o risco de mortalidade dos embriões ocasionados às pesquisas.

Depois de extrair e contar os ovos, a largura e o comprimento destes são medidos usando um paquímetro de precisão (0,1 cm) e pesados com balança de dinamômetro (1 g). A presença da banda opaca no ovo, é um indicativo do estágio de desenvolvimento do embrião e permite uma estimativa da idade do ninho (FERGUSSON, 1982, 1985), bem como a proporção de ovos férteis e inférteis. Os ovos devem ser colocados de volta ao interior do ninho na mesma sequência e na mesma posição que apresentavam quando foram retirados do ninho. O ninho deve ser fechado usando o mesmo material, afim de evitar a entrada de chuva ou a atração de possíveis predadores. Frequentemente, as fêmeas podem fechar os ninhos novamente após a visita de um predador ou pesquisador (MARIONI, dados não publicados) (Figura 2).



Figura 1: Ovos de *Melanosuchus niger* (A) e *Caiman crocodilus* (B) extraídos do respectivo ninho para coleta de medidas morfométricas. Os ovos não são colocados diretamente no chão. Fotos: Boris Marioni (2011).



Figura 2: Fêmea de *Caiman crocodilus* protegendo o ninho após a visita do pesquisador. Foto: Boris Marioni (2010).

## Ecologia reprodutiva das espécies de jacarés da Amazônia:

### a) *Melanosuchus niger* – jacaré-açu (Spix, 1825)

Este crocodiliano é o maior representante da Família Alligatoridae, com machos adultos que podem ultrapassar os cinco metros de comprimento total (MEDEM, 1983; THORBJARNARSON, 2010). Já as fêmeas, como é comum nos crocodilianos, possuem menores dimensões corporais e raramente ultrapassam os três metros de comprimento total (THORBJARNARSON, 2010).

Na Amazônia Central, a época de nidificação concentra-se entre setembro e dezembro, quando os rios principais apresentam os níveis mínimos anuais (THORBJARNARSON e DA SILVEIRA, 2000). Em termos de requerimentos de hábitat para nidificação, o *M. niger* parece ser mais exigente que o simpátrico *C. crocodilus* (VILLAMARÍN et al., 2011). Durante uma mesma estação reprodutiva, as fêmeas podem acasalar-se com vários machos e apresentar paternidade múltipla (MUNIZ et al., 2011). As fêmeas de *M. niger* nidificam principalmente nos corpos hídricos mais isolados dos canais e rios principais (VILLAMARÍN et al., 2011). Os ninhos geralmente são localizados próximos das margens dos lagos (até uma distância de 20 m) ou em cima de ilhas de vegetação flutuante, localmente chamadas de “matupá”.

Durante o período de incubação dos ovos, que pode variar entre 86 e 102 dias (MENDONÇA e COUTINHO, 2010; VILLAMARÍN et al., 2011), as fêmeas de *M. niger* permanecem próximas dos ninhos, geralmente dentro d'água, e podem defendê-los agressivamente contra os potenciais predadores (THORBJARNARSON e DA SILVEIRA, 2000; VILLAMARÍN e SUÁREZ, 2007; THORBJARNARSON, 2010). Em algumas regiões, o tamanho das posturas pode variar entre 23 a 48 ovos/ninho, em média (THORBJARNARSON, 2010; MARIONI et al., 2013). A massa total da postura pode variar de 2,2 até 7,1 kg e os recém-nascidos podem atingir um comprimento total médio de 14,9 (dp ± 0,6 cm) (DA SILVEIRA, 2001). Na Amazônia Central, os principais consumidores de ovos de *M. niger* são o lagarto jacuraru (*Tupinambis teguixin*), a onça-pintada (*Panthera onca*), o macaco-prego (*Sapajus apella*) e ainda os moradores locais (DA SILVEIRA et al., 2010).

A estratégia de nidificação e o cuidado do ninho não tem efeito na condição corporal e fisiologia das fêmeas de *M. niger* nidificantes, durante o período de incubação dos ovos (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Isso sugere que tal espécie é capaz de manter a sua condição corporal e parâmetros sanguíneos constantes (e.g., glucose, triglicerídeos) durante o período que permanece cuidando do ninho (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Acredita-se que isto se deva ao fato de que, ao contrário de *C. crocodilus*, as fêmeas nidificantes de *M. niger* raramente permanecem em terra durante o período de incubação dos ovos, preferindo geralmente permanecer dentro d'água perto dos seus ninhos (THORBJARNARSON e DA SILVEIRA, 2000), mantendo-se hidratadas e com acesso a fontes de alimentos.

## **b) *Caiman crocodilus* - jacaretinga (Linnaeus, 1758)**

O jacaretinga é um crocodiliano de tamanho médio (VELASCO e AYARZAGÜENA, 2010), com os machos adultos alcançando 2,7 m de comprimento total - CT, que corresponde a 1,4 m de comprimento rosto-cloacal - CRC (AYARZAGÜENA, 1983), enquanto às fêmeas raramente ultrapassam os 0,9 m de CRC, que corresponde a 2 m de CT (CAMPOS et al., 2008). Na Amazônia, esta espécie atinge rapidamente a maturidade sexual, entre 4,5 e 6 anos de idade (DA SILVEIRA et al., 2013). De maneira geral, as fêmeas desta espécie são sexualmente maduras com um CRC de 0,6 m (STATON e DIXON, 1977; SOUZA et al., 2010). Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, na Amazônia Central, o CRC médio de 235 fêmeas capturadas junto ao ninho foi de 0,76 m ( $\pm 0.53$  m), variando de 0,62 até 0,93 m (MARIONI, dados não publicados).

A temporada de nidificação de *C. crocodilus* na Amazônia é similar às outras espécies de jacarés e ocorre predominantemente durante a estação seca (outubro a dezembro), com o nível d'água dos rios principais no ponto mais baixo (CAMPOS, 2003; CAMPOS et al., 2008, VILLAMARÍN et al., 2011). Esta espécie nidifica em vários tipos de ambientes, incluindo pântanos, florestas, campos abertos e vegetação flutuante (STATON e DIXON, 1977; OUBOTER e NANHOE, 1988; ALLSTEADT, 1994; AYARZAGÜENA e CAMPOS et al., 2008; CASTROVIEJO, 2008). De modo geral, as fêmeas constroem seus ninhos em locais elevados, mais distantes das margens dos corpos d'água do que *M. niger*, escondendo-os sob camadas de folhas (DA SILVEIRA et al., 2010). Nesses lugares que podem encontrar-se a centenas de metros no interior da floresta, o aumento sazonal do nível d'água demora mais tempo para alcançar os ninhos, reduzindo o risco de inundação (VILLAMARÍN et al., 2011).

O período de incubação dos ovos pode durar até 70 dias, dependendo das condições internas do ninho (CINTRA, 1988; CAMPOS, 2003), incluindo a temperatura e a umidade. As fêmeas dessa espécie exibem cuidado parental, permanecendo próximas do ninho durante o período de incubação dos ovos, embora o nível de cuidado prestado parece variar entre indivíduos e lugares (AYARZAGÜENA, 1983). Na Amazônia Central e no Pantanal, os ovos dessa espécie são consumidos principalmente pelos mesmos predadores de ovos de *M. niger* -e.g., macaco-prego, lagarto teiú, onça-pintada e moradores locais (MARIONI et al., 2007, DA SILVEIRA et al., 2010; BARÃO-NÓBREGA et al., 2014; CAMPOS e MOURÃO, 2014). A onça-pintada, além de consumir os ovos, pode também predar as fêmeas nidificantes que se encontram nas proximidades dos ninhos, tornando-se um item alimentar importante durante a época seca (DA SILVEIRA et al., 2010).

A nidificação e o cuidado parental impõem às fêmeas nidificantes um custo metabólico associado ao sucesso de eclosão dos ovos (que parece depender das reservas energéticas acumuladas internamente), afetando sua dieta, comportamento e fisiologia durante o período de incubação (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Durante esse período, as fêmeas nidificantes

de *C. crocodilus* parecem estar sujeitas a períodos de privação alimentar prolongados (BARÃO-NÓBREGA et al., 2016). Além disso, a própria composição da dieta é diferente quando comparada à dieta de fêmeas não nidificantes. Por exemplo, os peixes constituem um importante recurso alimentar às fêmeas não nidificantes, enquanto que a ocorrência deste item foi insignificante em fêmeas nidificantes (BARÃO-NÓBREGA et al., 2016). Durante a incubação dos ovos, as fêmeas nidificantes de *C. crocodilus* cuidam do ninho fora d'água e dependem principalmente das reservas energéticas internas e de invertebrados terrestres (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Ao permanecerem próximas do ninho, estas fêmeas podem se manter em um estado próximo da comatose (i.e., torpor ou dormência, onde as fêmeas se encontram num estado de atividade fisiológica reduzida) e não apresentam um forrageio ativo (MARIONI et al., 2007; BARÃO-NÓBREGA et al., 2016). Esta alteração no comportamento alimentar tem um efeito negativo na fisiologia interna e induz uma redução na massa corporal e vários parâmetros fisiológicos (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017). Estes valores são também influenciados pela distância do ninho ao corpo de água mais próximo e o estágio de incubação dos ovos, que está relacionado a quanto tempo as fêmeas estão cuidando do ninho (BARÃO-NÓBREGA et al., 2017).

Estudos recentes sobre os padrões de movimentação de fêmeas nidificantes da espécie indicam que estas geralmente permanecem perto dos locais de nidificação ao longo de todo o ano (XISTO, dados não publicados). Existem relatos que sugerem que as fêmeas ajudam os filhotes durante a eclosão dos ovos, especialmente abrindo o ninho e respondendo às vocalizações, algo também relatado em outras espécies (GRIGG, 2015). Algumas pesquisas sobre sistemas de paternidade destacam que a poliandria é comum em *C. crocodilus*, sendo frequente a contribuição genética de vários machos numa mesma ninhada, onde essa contribuição pode ser equitativa entre todos os machos (OLIVEIRA et al., 2014).

### **c) *Paleosuchus trigonatus* - jacaré-coroa (Schneider, 1801)**

O jacaré-coroa, *P. trigonatus*, é uma das espécies de crocodilianos de menor tamanho do mundo, com indivíduos raramente ultrapassando os 2,3 metros de comprimento total (MEDEM, 1981; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a). A maioria das fêmeas alcança um comprimento total menor que 1,4 m (MEDEM, 1981; CAMPOS et al., 2013). A idade mínima reprodutiva é de cerca de 11 anos para as fêmeas e 20 anos para os machos (MAGNUSSON e LIMA, 1991). Os jovens exibem altas taxas de dispersão, diferentemente dos adultos, que são mais sedentários e territoriais (MAGNUSSON, 1992).

O período de postura dos ovos ocorre no final da estação seca (MAGNUSSON et al., 1985) e o número de ovos por ninho varia de 10 a 20 (MAGNUSSON et al., 1985, MAGNUSSON, 1989). O período de incubação dos ovos parece ser um dos mais longos entre os crocodilianos, podendo exceder os 100 dias (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a). Em estudos

realizados em uma floresta de terra firme da Amazônia Central, a maioria dos ninhos encontrou-se associada a cupinzeiros de *Neocapritermes braziliensis*. Essa associação parece contribuir na manutenção e estabilidade da temperatura interna dos ninhos (MAGNUSSON et al., 1985). Nesses ambientes de dossel fechado, os ninhos geralmente recebem pouca radiação solar e a maior parte da variação da temperatura é induzida pela chuva (MAGNUSSON et al., 1990). Ademais, temperaturas maiores em ninhos próximos dos cupinzeiros propiciam o nascimento de maior número de indivíduos machos (MAGNUSSON et al., 1985). No momento, não há relatos de cuidado parental para a espécie. Os filhotes dispersam-se muito rapidamente após a eclosão (MAGNUSSON e LIMA, 1991), não se mantendo unidos ou emitindo vocalizações entre eles para comunicação (WHITE e RIVAS, 2003).

#### **d) *Paleosuchus palpebrosus* - jacaré-paguá (Cuvier, 1807)**

Atualmente, as informações sobre a biologia desta espécie são ainda consideradas incipientes na bacia Amazônica, pois grande parte do conhecimento provém de estudos realizados no Pantanal (e.g., CAMPOS et al., 2010; CAMPOS e MAGNUSSON, 2013, 2016), e apenas um estudo aborda a biologia reprodutiva da espécie (CAMPOS et al., 2012).

Na Amazônia, os ninhos estudados foram registrados sobre a vegetação flutuante (MEDEM, 1981) e em beiras de lagos de várzea, sendo que as fêmeas acompanham a incubação dos ovos próximas dos ninhos (CAMPOS e SANAIOTTI, 2006) e protegem os neonatos depois da eclosão, por período de até 18 meses, a uma distância de no máximo 50 m dos filhotes (CAMPOS et al., 2012). A postura varia entre sete a 19 ovos e a eclosão costuma ocorrer no período de enchente, de novembro a abril (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010b, LUGO et al., 2013). De modo geral, as informações sobre as duas espécies de *Paleosuchus* são ainda escassas e incipientes, principalmente no que toca ao ambiente amazônico.

## **Considerações Finais**

Os estudos sobre a reprodução de crocodilianos brasileiros avançou bastante na última década e vários trabalhos foram realizados ao longo da distribuição das espécies. Porém, há ainda muitos aspectos desconhecidos sobre a biologia reprodutiva dos crocodilianos amazônicos.

Em geral, as dificuldades de acesso nos sítios de nidificação, os recursos sempre limitados e difíceis de serem garantidos em programa de longo prazo, além dos poucos pesquisadores envolvidos, rendem a árdua missão de se coletar informações relevantes sobre as espécies brasileiras de crocodilianos. Nesse sentido, os programas de manejo do jacarés-açu e do jacaretinga estão sendo delineados em diferentes regiões de várzea da Amazônia Legal e estes devem basear-se em pesquisas prévias sobre a ecologia e nidificação das populações sujeitas à extração comercial.



Desta forma, as informações sobre reprodução são imprescindíveis para auxiliar o planejamento de programas de manejo, afim de garantir um correto aproveitamento sem prejudicar os ambientes naturais ou as populações de crocodilianos amazônicos.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos os pesquisadores, professores, estudantes, bolsistas e acima de tudo, os assistentes de campo que estiveram, estão ou estarão envolvidos com pesquisas relacionadas aos jacarés nas planícies inundáveis da Amazônia, pois sem seus esforços, nossos conhecimentos sobre os crocodilianos amazônicos seriam incipientes. Também, agradecemos a todas as instituições federais e estaduais (IBAMA, ICMBio, IPAAM, DEMUC, etc) pela emissão das licenças necessárias para realização das pesquisas, seja pra acessar as Unidades de Conservação ou realizar as coletas de material biológicos. Ainda, vários órgãos financiadores públicos ou privados deram suporte ao longo destes anos, gostaríamos de destacar a FAPEAM (Amazonas), o CNPq (Brasil) e a WCS (internacional) que sempre fomentaram as pesquisas com jacarés amazônicos, através de apoio financeiro como bolsas, projeto de pesquisa científica ou atividade de extensão. Por fim, gostaríamos de agradecer aos organizadores deste livro pelo convite e pelas revisões do texto, que muito contribuíram para enriquecer o nosso capítulo.

## Referências

- ALLSTEADT, J. Nesting ecology of *Caiman crocodilus* in Cano Negro, Costa Rica. *Journal of Herpetology*, v. 28, p. 12-19, 1994.
- AYARZAGÜENA, J. Ecología del caimán de anteojos (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure (Venezuela). *Doñana Acta Vertebrata*, v. 10, n. 3, 1983.
- AYARZAGÜENA, J.; CASTROVIEJO, J. La baba (*Caiman crocodilus*) en la Estación Biológica El Frío (Estado Apure). Llanos del Orinoco, Venezuela. p. 181-294. In: CASTROVIEJO, J.; AYARZAGÜENA, J.; VELASCO, A. (Eds.). **Contribución al Conocimiento del Género *Caimán* de Suramérica**. Asociación Amigos de Doñana, 18, 2008. Seville, Spain.
- BANON, G. P.; BANON, G. J. F.; VILLAMARÍN, J.; ARRAUT, E.; MOULATLET, G. M.; RENNÓ, C.; BANON, L. C.; MARIONI, B.; MORAES NOVO, E. Predicting suitable nesting sites for the Black caiman (*Melanosuchus niger* Spix 1825) in the Central Amazon basin. *Neotropical biodiversity*, v. 5, n. 1, p. 47-59, 2019.
- BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; VILLAMARIN, F.; SOARES, A. M.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Researcher disturbance has minimal impact on natural predation of caiman nests in Central Amazonia. *Journal of Herpetology*, v. 48, n. 3, p. 338-342, 2014.

- BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; DUTRA-ARAÚJO, D.; BOTERO-ARIAS, R.; NOGUEIRA, A. J.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Nest attendance influences the diet of nesting female Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Journal*, v. 26, p. 65-71, 2016.
- BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; BOTERO-ARIAS, R.; NOGUEIRA, A. J.; SILVA LIMA E.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R.; MARCON, J. L. The metabolic cost of nesting: body condition and blood parameters of *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* in Central Amazonia. *Journal of Comparative Physiology*, v. 188, n. 1, p. 127-140, 2017.
- CAMPOS, Z. Observações sobre a biologia reprodutiva de três espécies de jacarés na Amazônia Central. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Pantanal Corumbá*, v. 43, p. 1-16, 2003.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Relationships between rainfall, nesting habitat and fecundity of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, p. 353-58, 1995.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Thermal relations of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in a hillside stream: evidence for an unusual thermal niche among crocodylians. *Journal of Thermal Biology*, v. 38, p. 20-23, 2013.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Density and biomass estimates by removal for an Amazonian crocodylian, *Paleosuchus palpebrosus*. *PloS One*, v. 11, n. 5, 2016.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M.; MENDONÇA, S.; VIEIRA, T.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 48-53, 2013.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. Camera traps capture images of predators of *Caiman crocodilus yacare* eggs (Reptilia: Crocodylia) in Brazil's Pantanal wetlands. *Journal of Natural History*, v. 48, n. 1, 2014.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T. *Paleosuchus palpebrosus* (Dwarf caiman) nesting. *Herpetological Review*, v. 37, p. 81, 2006.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E.; COUTINHO, M. Reproductive trade-offs in *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman crocodilus yacare*: implications for size-related management quotas. *Herpetological Journal*, v. 18, p. 91-96, 2008.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E. Maximum size of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 31, p. 439-442, 2010.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MUNIZ, F.; FARIAS, I.; MAGNUSSON, W. E. Parental care in the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae).

Journal of Natural History, v. 46, n. 47-48, p. 2979-2984, 2012.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MARQUES, V.; MAGNUSSON, W. E. Geographic variation in clutch size and reproductive season on the Dwarf caiman *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. Journal of herpetology, v. 48(1), p. 95-98, 2014.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; DESBIEZ, L.; MAGNUSSON, W. E. Predation on eggs of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1807), by armadillos and other predators. Journal of Natural History, v. 50, n. 25-26, p. 1543-1548, 2016.

CINTRA, R. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. Journal of Herpetology, v. 22, p. 219-222, 1988.

DA SILVEIRA, R. Ecologia de Jacarés na Várzea do Mamirauá e no Arquipélago de Anavilhanas. (Tese). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2001.

DA SILVEIRA, R.; RAMALHO, E. E.; THORBJARNARSON, J. B.; MAGNUSSON, W. E. Depredation by jaguars on caimans and importance of reptiles in the diet of jaguar. Journal of Herpetology, v. 44, n. 03, p. 418-424, 2010.

DA SILVEIRA, R.; CAMPOS, Z.; THORBJARNARSON, J.; MAGNUSSON, W. E. Growth rates of Black caiman (*Melanosuchus niger*) and Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) from two different Amazonian flooded habitats. Amphibia-Reptilia, v. 34, p. 437-449, 2013.

ELSEY, R. M.; TROSCLAIR, P. L.; GLENN T. C. Nest-site fidelity in American alligators in a Louisiana coastal marsh. Southeastern Naturalist, v. 7, p. 737-743, 2008.

FERGUSON, M. W. J. The structure and composition of the eggshell and embryonic membranes of *Alligator mississippiensis*. Journal of Zoology, v. 36, n. 2, p. 99-152, 1982.

FERGUSON, M. W. J. Reproductive biology and embryology of the crocodylians. Biology of the Reptilia, v. 14, p. 329-491, 1985.

GRIGG, G. **Biology and evolution of crocodylians**. 2015. Australia: Csiro Publishing.

GUILLETTE, L. J.; WOODWARD, A. R.; CRAIN, D. A.; MASSON, G. R.; PALMER, B. D.; COX, M. C.; YOU-XIANG, Q.; ORLANDO, E. F. The Reproductive cycle of the female American alligator (*Alligator mississippiensis*). General and Comparative Endocrinology, v. 108, p. 87-101, 1997.

HESS, L.; MELACK, J. M.; AFFONSO, A. G.; BARBOSA, C.; GASTIL-BUHL, M.; NOVO, E. M. Wetlands of the Lowland Amazon Basin: Extent, Vegetative Cover, and Dual-season Inundated Area as Mapped with JERS-1 Synthetic Aperture Radar. Wetlands, v. 35, p. 745-756, 2015.

JOANEN, T. Nesting ecology of alligators in Louisiana. Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners, v. 24, p. 141-151, 1969.

- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood concept in river floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, p.110-127, 1989.
- JUNK, W. J. Ecology of floodplains - a challenge for tropical limnology. In: SCHIEMER, F.; BOLAND, K. T. (Eds.). **Perspectives in Tropical Limnology**. Amsterdam, 1996. p. 265.
- JUNK, W. J.; PIEDEDE, M. T. F.; WHITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. **Amazon floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management**. 2010. Heidelberg: Ecological Studies Springer.
- JUNK, W. J.; PIEDEDE, M. T. F.; SHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J. M.; WITTMAN, F. A Classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, v. 31, p. 623-640, 2011.
- LUGO, M.; LASSO, C.; CASTRO, A. E. MORALES-BETANCOURT, M. *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier 1807). In: MORALES-BETTANCOURT, M.; LASSO, C.; DE LA OSSA, J.; FAJARDO-PATINO, A. (Eds.). **Biología y Conservacion de los Crocodylia de Colombia**. Serie editorial Recursos hidrológicos y pesqueros continentales de Colombia - Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Aéexander von Humboldt, 2013. Bogota: Colombia.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; SAMPAIO, R. M. Sources of head for nests of *Paleosuchus trigonatus* and a review of crocodylian nest temperatures. *Journal of Herpetology*, v. 19, p. 199-207, 1985.
- MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus*. In: HALL, P.; BRYANT, R. (Eds.). **Crocodiles: their ecology, management, and conservation**. IUCN, 1989. Gland, Switzerland.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; HERO, J. M.; SANAIOTTI, T. M.; YAMAKOSHI, M. *Paleosuchus trigonatus* nests: sources of heat and embryo sex ratios. *Journal of Herpetology*, v. 24, n. 4, p. 397-400, 1990.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P. The ecology of a cryptic predator *Paleosuchus trigonatus* in a tropical rainforest. *Journal of Herpetology*, v. 25, p. 41-48, 1991.
- MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus trigonatus*. Catalogue of American amphibians and reptiles, p. 555.1-555.3, 1992.
- MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Schneider's Smooth caiman, *Paleosuchus trigonatus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status survey and conservation action plan**. 2010a. Darwin.
- MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's Smooth-fronted caiman, *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status survey and conservation action plan**. 2010b. Darwin.
- MARIONI, B.; VON MÜHLEN, E.; DA SILVEIRA, R. Monitoring caiman populations subject

- to high commercial hunting in the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, Brazil. Newsletter Crocodile Specialist Group - IUCN/SSC, v. 26, n.1, p. 6-8, 2007.
- MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M.; MENDONÇA, S.; VIEIRA, T.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013.
- MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur America Vol. I Los Crocodylia de Colombia**. Colciencias, 1981. Bogotá: Colombia.
- MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur America. Vol. 2**. Carrera, 1983. Bogotá: Colombia.
- MENDONÇA, S.; COUTINHO, M. Relatório técnico sobre as atividades desenvolvidas na Reserva Extrativista do Lago do Cuniã e Estação Ecológica de Cuniã, Porto Velho, Rondônia. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios/RAN/ICMBio, p. 60, 2010.
- MESSEL, H.; VORLICEK, G. C. Ecology of *Crocodylus porosus* in northern Australia. In: HALL, P.; BRYANT, R. (Eds.). **Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation**. IUCN Publications New Series, 1989. Gland: Switzerland.
- MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.; COUTINHO, M. E. Levantamento de Ninhos de Jacarés em Savanas Inundáveis. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Pantanal Corumbá, v.47, 2004.
- MUNIZ, F.; DA SILVEIRA, R.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; TOMAS, H.; FARIAS, I. Multiple paternity in the Black caiman (*Melanosuchus niger*) population in the Anavilhanas National Park, Brazilian Amazonia. Amphibia-Reptilia, v. 32, n. 3, p. 428-434, 2011.
- OLIVEIRA, D. P.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T. Genetic Evidence for Polygamy as a Mating Strategy in *Caiman crocodilus*. Journal of Heredity, v. 105, n. 4, p. 485-492, 2014.
- OUBOTER, P. E.; NANHOE, L. M. Habitat selection and migration of caiman crocodiles in a swamp and swamp-forest habitat in northern Suriname. Journal of Herpetology, v. 22, p. 283-294, 1988.
- PLATT, S. G.; HASTINGS, R. W.; BRANTLEY, C. G. Nesting ecology of the American alligator in Southeastern Louisiana. Proceeding of Annual Conference of Southeastern Association Fish and Wildlife Agencies, v. 49, p. 629-639, 1995.
- SOMAWEERA, R.; WEBB, J. K.; SHINE, R. It's a dog-eat-croc world: Dingo predation on the nests of freshwater crocodiles in tropical Australia. Ecological Research, v. 26, p. 957-967, 2011.
- SOMAWEERA, R.; BRIEN, M.; SHINE, R. The role of predation in shaping crocodilian natural history. Herpetological Monograph, v. 27, p. 23-51, 2013.
- SOUZA, M. M.; SILVA, S. E.; ARAÚJO, M. L.; BARCELLOS, J. F. M.; MENDONÇA, W.

- C.; MARIONI, B., DA SILVEIRA, R. Reproductive biology of *Caiman crocodilus* at Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, Central Amazonia. Proceedings of the 20th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group, p. 230, 2010.
- STATON, M. A.; DIXON, J. R. Breeding biology of the Spectacled caiman, *Caiman crocodilus crocodilus* in the Venezuelan Llanos. Wildlife Research Report (U.S. Fish and Wildlife Service), v. 5, p. 1-21, 1977.
- THORBJARNARSON, J. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. Herpetologica, v. 32, n. 1, p. 8-24, 1996.
- THORBJARNARSON, J.; DA SILVEIRA, R. Secrets of the flooded forest. Natural History, v. 109, p. 70-79, 2000.
- THORBJARNARSON, J. **IUCN/Crocodile Specialist Group Action Plan, *Melanosuchus niger***. Switzerland: UICN, 2010.
- TORRALVO, K.; BOTERO-ARIAS R.; MAGNUSSON, W. E. Temporal variation in black-caiman-nest predation in varzea of central Brazilian amazonia. PloS One, v. 12, 2017.
- VELASCO, A.; AYARZAGUENA, J. *Caiman crocodilus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status survey and conservation action plan**. 2010. Darwin.
- VILLAMARIN, F.; SUAREZ, E. Nesting of the Black caiman (*Melanosuchus niger*) in Northeastern Ecuador. Journal of Herpetology, v. 41, n. 1, p. 164-167, 2007.
- VILLAMARÍN, F.; MARIONI, B.; THORBJARNARSON, J.; NELSON, B.; BOTERO-ARIAS, R.; MAGNUSSON, W. E. Conservation and management implications of nest-site selection of the sympatric crocodylians *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Central Amazonia, Brazil. Biological Conservation, v. 144, p. 913-919, 2011.
- VLIET, K. A. A quantitative analysis of the courtship behavior of the American alligator (*Alligator mississippiensis*). (Tese). Gainesville: Universidade da Florida, 1987.
- WHITE, J. M.; RIVAS, J. A. *Paleosuchus trigonatus* (Dwarf caiman). Neonate time Budget. Herpetological Review, v. 34, n. 2, 2003.
- WEBB, G. J. W.; BUCKWORTH, R.; MANOLIS, S. C. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River, N.T. Australian Wildlife Research, v. 10, p. 607-637, 1983.
- WEBB, G. J.; MANOLIS, C. **Crocodiles of Australia**. 1989. Australia: Reed Books.

## TEMA 3

# Produção Comercial

Capítulo 7 - Crocodilianos: O uso sustentável no Brasil pág. 190

Capítulo 8 - Abate de crocodilianos: Legislação, procedimentos e produto final pág. 211



Foto: Caimasul Caimans do Sul do Pantanal

## CROCODILIANOS: O USO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

Luís Antônio B. Bassetti, Samuel Hilevski, Pablo A. Siroski



## Introdução

A vida selvagem é constantemente desafiada por diferentes circunstâncias que põem em risco sua existência. A perda de hábitat, poluição, introdução de espécies exóticas e aquecimento global são apenas algumas das ameaças à biodiversidade (TELLERÍA, 2013). Para mitigar estes efeitos, foi levantada a necessidade de se implementar a gestão de recursos naturais através dos princípios do uso sustentável, onde o desenvolvimento de sistemas socioecológicos leva em consideração, de maneira racional e sustentada, aspectos ambientais e econômicos relacionados ao capital, crescimento e emprego.

Ojasti e Dallmeier (2000) afirmam que o uso sustentável é o nível de exploração de uma população que não excede sua produção. No entanto, o estudo do uso de recursos biológicos revela um quadro mais complexo, expondo-o como um processo que não reduz o uso potencial futuro, ou que prejudica a viabilidade a longo prazo das espécies utilizadas e das espécies que a cercam, sendo compatível com a manutenção a longo prazo da viabilidade do ecossistema, que sustenta ou depende das espécies utilizadas. Dessa forma, devem ser tomadas precauções para minimizar os riscos de depleção da população utilizada, a redução de sua diversidade genética e garantir que o uso da população não reduza a capacidade de seu hábitat para apoiar esta ou outras espécies.

O termo "uso sustentável" foi cunhado em 1972, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, Suécia. Posteriormente, em 1983, esse conceito torna-se mais relevante com a criação pela ONU da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (*WCED*, em inglês). Essa comissão identificou a importância de avaliar qualquer ação ou iniciativa a partir de três abordagens: econômica, ambiental e social. Após essas ações concretas, esse tema passou a ganhar maior importância no mundo, criando dezenas de conselhos consultivos, organizações, associações e um aumento no número de pesquisadores, incentivando a sociedade a participar da conservação e do uso sustentável das espécies. Para tanto, foi necessário oferecer a estas pessoas benefícios tangíveis e sustentáveis por seus esforços, e, na maioria dos casos, a única maneira sustentável de gerar e fornecer esses benefícios foi através do uso da vida selvagem. Porém, existe a necessidade de se esclarecer que o uso sustentável não é uma garantia de conservação, nem é um negócio invulnerável, simplesmente é uma ferramenta com uma longa história de sucessos e fracassos no manejo da fauna silvestre que pode ser aplicada em determinadas circunstâncias (CAUGHLEY e SINCLAIR, 1994; RAMÍREZ et al., 2004).

Para sustentar esse tipo de manejo com bases científicas, foi desenvolvido o “Estado de Conservação”, que é um indicador que fornece informações sobre o *status* populacional de uma espécie no presente ou sobre como ela poderá ser encontrada no futuro, avaliando dentre muitos fatores o número de indivíduos que compõem a população, a taxa de nascimentos e óbitos, a taxa reprodutiva, os fatores de ameaça para os indivíduos, etc.

O estado de conservação das espécies está agrupado na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da *IUCN* (sigla em inglês da União Internacional para Conservação da Natureza – UICN), onde são coletadas as informações mais completas sobre o *status* de conservação global de espécies de animais, fungos e plantas. Esse sistema de classificação coloca as espécies em nove categorias: Extinto (EX), Extinto na Vida Selvagem (EW), Extinto no Nível Regional (RE), Criticamente em Perigo (CR), Ameaçado (EN), Vulnerável (VU), Quase Ameaçado (NT), Menor Preocupação (LC), Dados Insuficientes (DD) e Não Avaliado (NE). Destes, o termo “Ameaçado” também é usado para se referir às espécies incluídas em uma das categorias CR, EN ou VU (Figura 1). Essas informações são amplamente utilizadas por um grande número de pessoas e organizações em todo o mundo, com diferentes objetivos, priorizando a conservação de espécies (IUCN, 2012).

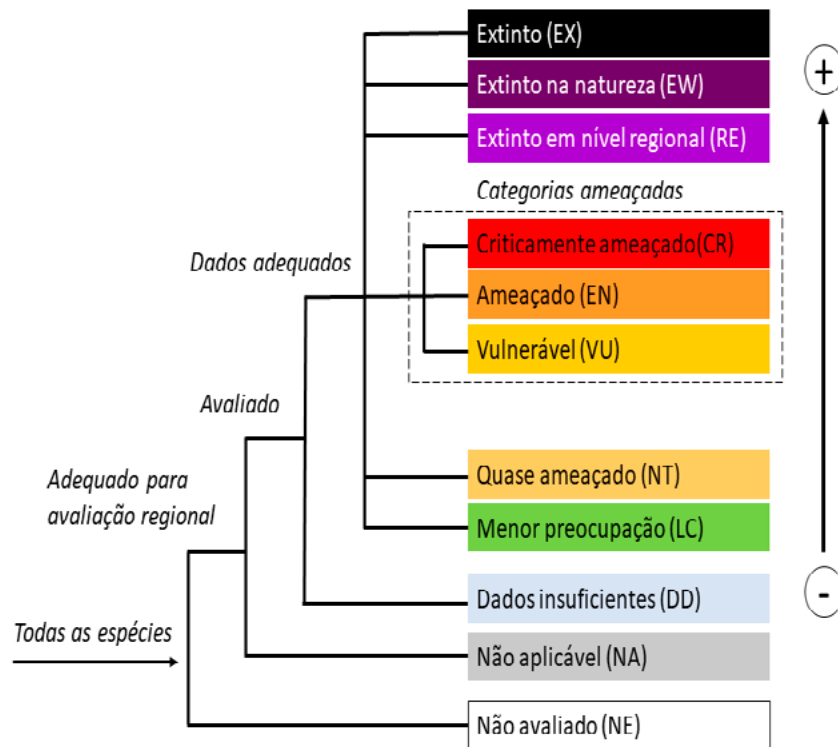


Figura 1: Estrutura das categorias usadas na Lista Vermelha de Espécies da União Internacional para Conservação da Natureza – UICN.

Os critérios da Lista Vermelha atuam em sincronia com a CITES (Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Selvagens), estabelecendo assim as regras do comércio internacional de espécies. A assinatura do tratado CITES em 1973 e 1975 ajudou a categorizar as espécies em três apêndices diferentes e a regular seu comércio com

base em seu *status* de conservação. O Apêndice I inclui as espécies que apresentam algum grau de ameaça de extinção, sendo que o comércio só será permitido em circunstâncias excepcionais, através de uma permissão CITES emitida por órgão oficial, no caso brasileiro, o IBAMA. O Apêndice II lista espécies que não estão necessariamente ameaçadas de extinção, mas que poderão vir a sê-lo, a menos que o seu comércio seja estritamente controlado. Este apêndice inclui igualmente as chamadas "espécies semelhantes", ou seja, espécies cujos espécimes comercializados são idênticos aos das espécies enumeradas por razões de conservação. O comércio internacional de espécimes de espécies do Apêndice II pode ser autorizado mediante a concessão de uma licença de exportação ou de um certificado de reexportação. No Apêndice III figuram as espécies enumeradas a pedido de uma parte que já regulamenta o comércio dessas espécies e que necessita da cooperação de outros países para evitar a exploração insustentável ou ilegal. O comércio internacional de espécimes destas espécies só é autorizado mediante a apresentação de licenças ou certificados adequados (<https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>).

## Estado de conservação dos crocodilianos

Até meados do século passado, as populações de crocodilos e jacarés haviam diminuído drasticamente, principalmente devido à caça furtiva para o comércio de peles que, frequentemente eram exportados para os EUA e Europa para fabricar bolsas, sapatos e outros produtos da indústria da moda. A exploração exacerbada levou a um declínio crítico dos níveis populacionais, tanto que, na década de 1970, uma grande porcentagem das espécies de crocodilianos estava em perigo de extinção (JENKINS, 1987).

Atualmente, as populações naturais ao redor do mundo continuam sendo alvo de caça ilegal, no entanto, esse não é mais o único motivo pelo qual as populações podem ser dizimadas, sendo que perda e degradação de hábitat, poluição do meio ambiente e o aquecimento global vem afetando os números de indivíduos dentro das populações ao longo do tempo, de tal maneira que, ainda hoje, 11 espécies ainda permanecem próximas de algum critério que sugira perigo de extinção, sendo que sete delas estão incluídas na categoria de Risco Crítico (CR) e as quatro restantes na categoria de Vulnerável (VU).

Faz-se aqui a necessidade de salientar que, por ser uma espécie nova, *Crocodylus suchus* ainda não foi avaliada (CUNNINGHAM et al., 2016). Já as outras 12 espécies estão classificadas como de baixo risco de extinção e menor preocupação (LR/LC). Ademais, com relação aos apêndices da CITES, 16 espécies estão listadas no Apêndice I e sete no Apêndice II (ver Tabela 1).

Tabela 1: *Status* de conservação das espécies de crocodilianos de acordo com a Lista Vermelha da UICN e a CITES (continua na página seguinte).

Nome comum	Espécie	Categoria na Lista Vermelha da UICN	Apêndice CITES
Jacaré-chinês	<i>Alligator sinensis</i>	CR	I
Crocodilo-filipino	<i>Crocodylus mindorensis</i>	CR	I
Caiman-do-Orinoco	<i>Crocodylus intermedius</i>	CR	I
Crocodilo-siamês	<i>Crocodylus siamensis</i>	CR	I
Gavial	<i>Gavialis gangeticus</i>	CR	I
Crocodilo-cubano	<i>Crocodylus rhombifer</i>	CR	I
Crocodilo-do-focinho delgado	<i>Mecistops cataphractus</i>	CR	I
Tomistoma	<i>Tomistoma schlegelii</i>	VU	I
Crocodilo-americano	<i>Crocodylus acutus</i>	VU	I, exceto as populações da baía de Cispata e la Balsa na Colômbia, além da população de Cuba, que estão no apêndice II.
Mugger	<i>Crocodylus palustris</i>	VU	I
Crocodilo-anão	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	VU	I
Jacaré-americano, Aligátor-americano	<i>Alligator mississippiensis</i>	LR/LC	II
Crocodilo-australiano-de-água-doce	<i>Crocodylus johnstoni</i>	LR/LC	II

Crocodilo-do-Nilo	<i>Crocodylus niloticus</i>	LR/LC	I, exceto as populações de Botswana, Egito, Etiópia, Madagascar, Quênia, Moçambique, Malawi, Namíbia, África do Sul, Uganda, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábwe que estão no apêndice II.
Crocodilo-de-água-doce-da-Nova Guiné	<i>Crocodylus novaeguineae</i>	LR/LC	II
Crocodilo-australiano-de-água-salgada	<i>Crocodylus porosus</i>	LR/LC	I, exceto as populações da Austrália, Indonésia, Malásia, e Papua Nova Guiné, que estão no apêndice II.
Jacaretinga	<i>Caiman crocodilus</i>	LR/LC	II
Jacaré-de-papo-amarelo	<i>Caiman latirostris</i>	LR/LC	I, exceto a população da Argentina, que está no apêndice II.
Jacaré-do-Pantanal	<i>Caiman yacare</i>	LR/LC	II
Jacaré-anão	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	LR/LC	II
Jacarepaguá	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	LR/LC	II
Crocodilo-do-pântano	<i>Crocodylus moreletii</i>	LR/LC	I, exceto as populações de Belize e México, que se encontram no apêndice II.
Jacaré-açú	<i>Melanosuchus niger</i>	LR/LC	I, exceto a população do Brasil, que se encontra no apêndice II.
Crocodilo-do-deserto	<i>Crocodylus suchus</i>	Não listado	Não listado.

Desde então, o comércio de peles de espécies ameaçadas de extinção foi proibido e, juntamente com esforços coordenados focados no desmantelamento do comércio ilegal, acabaram por gerar resultados positivos, conseguindo modificar o status de conservação de populações selvagens dos crocodilianos (ROSS, 1998). Atualmente, mais de 50% dessas populações melhoraram ou recuperaram suas densidades devido aos incentivos à conservação criados por meio do uso sustentável (KING, 1999) e à constante diminuição do uso e comércio ilegal de peles (HUTTON e WEBB, 2002).

Neste aspecto, existem inúmeros exemplos em todo o mundo onde foi demonstrado que o manejo sustentável da vida selvagem gera incentivos econômicos para proteger populações selvagens e seus habitats, e os crocodilianos têm sido modelos disso (VELASCO e DE SOLA, 1999; HUTTON e WEBB, 2002). O uso sustentável de crocodilianos tem sido apresentado como uma estratégia para manter as espécies e seus habitats, promovendo também os benefícios econômicos de sua conservação e o desenvolvimento de capacidades e meios de vida locais, integrando-os ao sistema internacional de uso regulamentado que garante benefícios de conservação (ROSS, 1995; JELDEN, 2004). No entanto, muitos conservacionistas ainda pensam que a vida selvagem não precisa pagar por sua própria conservação, mas mesmo assim, é inegável que a implementação de planos de manejo é capaz de gerar incentivos econômicos para proteger as populações de crocodilianos selvagens e seus habitats. O papel desses incentivos econômicos na promoção da conservação de crocodilianos já está bem estabelecido (HUTTON e WEBB, 2002; JELDEN, 2004), e eles têm sido parte integrante de diferentes esforços de conservação, mesmo quando não há comércio ilegal de animais silvestres. Além disso, sob as condições apropriadas, o comércio e o uso sustentável da vida selvagem podem fornecer estímulos suficientes para alcançar os objetivos de conservação e desenvolvimento (ROE et al., 2014).

Também, foi demonstrado que estes programas têm uma influência positiva na conservação de populações selvagens. Os financiadores dos programas de uso sustentável de crocodilianos são os que mais se beneficiam economicamente, mas, por sua vez, são responsáveis por evitar a modificação do habitat, conservar as populações selvagens e controlar as ações ilegais. Além disso, as pessoas que capturam animais ou colhem ovos se beneficiam, pois são remuneradas por essas atividades. Em geral, eles não tomam decisões sobre recursos, mas são capazes de impedir o uso e o comércio ilegal (OJASTI e DALLMEIER, 2000; MACGREGOR, 2002).

## Uso sustentável de crocodilianos

O uso da vida selvagem é frequentemente agrupado em "Uso de Consumo" e "Uso de Não Consumo", ambos aplicáveis para todas as espécies de crocodilianos. O primeiro permite a extração de indivíduos para fins de subsistência ou criação de diferentes maneiras, tais como a caça comercial controlada, caça de subsistência, extrações para fazendas de criação,

zoológicos, comércio de animais de estimação e outras variações. A segunda forma de uso é a não extrativista, considerada como aquela em que qualquer espécie selvagem é observada, estudada ou registrada sem ser retirada, sendo que os exemplos mais comuns para este tipo de uso são as ações de observação de aves, pesca esportiva (captura e liberação), alimentação da vida selvagem, safari fotográfico e ecoturismo, sendo que ambos os usos têm algum tipo de impacto direto sobre as populações e seus habitats (OJASTI e DALLMEIER, 2000).

Os crocodilianos desempenham um papel importante na dinâmica dos ecossistemas em que vivem, além de terem um grande potencial como recurso econômico no desenvolvimento de programas que garantam sua conservação e uso sustentável. Segundo King (1989), a implantação de programas de manejo que aliam o potencial de aproveitamento econômico e a conservação de suas populações selvagens remanescentes tem colaborado com o sucesso da recuperação de várias espécies de crocodilianos nas últimas décadas. Como exemplo podemos citar o continente asiático, onde seis espécies de crocodilianos estão classificadas como ameaçadas, sendo elas: *Alligator sinensis*, *Crocodylus mindorensis*, *Crocodylus palustris*, *Crocodylus siamensis*, *Tomistoma schlegelii* e *Gavialis gangeticus*. Suas populações naturais são protegidas pelas leis de cada país e seu comércio é proibido pela CITES. A criação em cativeiro dessas espécies é desenvolvida principalmente por fazendas e zoológicos privados, tanto de países onde são distribuídos naturalmente quanto nos EUA e países da Europa, principalmente com o objetivo de reabastecer a natureza. No entanto, como um incentivo à conservação através de programas de uso sustentável, a contribuição econômica e a recuperação das populações naturais dessas espécies podem ser maiores, tal como ocorre na Austrália, onde *Crocodylus porosus*, *Crocodylus novaeguineae* e *Crocodylus johnstoni* têm programas de exploração comercial, gerando contribuições para a conservação de populações naturais, que permanecem estáveis (ver Tabela 2).

No caso de populações de crocodilos na África, ocorre algo semelhante ao descrito acima. Embora *Crocodylus niloticus* seja usado de maneira sustentável sob diferentes métodos (Tabela 2), estima-se que aproximadamente 1,5 milhão de peles de crocodilo do Nilo sejam legalmente exportadas para mais de 30 países por ano (MANOLIS e WEBB, 2016). Esses números pressupõem que, por meio de programas de uso sustentável, além de promover a conservação, a economia também é estimulada e a criação de empregos é incentivada (ZIETSMAN, 2017).

No que se refere a América Latina e Caribe, a comercialização de peles de crocodilianos é uma atividade realizada há muito tempo, com importância para gerar benefícios econômicos, sendo que uma fração pode ser usada para programas de conservação. Nesta região as peles do gênero *Caiman* dominam a oferta no mercado, não necessariamente por seu valor ou lucratividade, mas pelo volume de vendas. Neste aspecto, a Colômbia é o país de maior contribuição, seguida pela Venezuela, Paraguai e, em menor grau, Guiana, Panamá e Bolívia. Acredita-se que o Brasil, apesar de apresentar uma baixa porcentagem na taxa de exportação, tenha um alto potencial comercial, dada a capacidade de produção de peles, sendo importante

observar que tudo o que é produzido no país ocorre através de criação em cativeiro (*Farming* ou *Ranching*), uma vez que não é permitido o uso de populações naturais (VELASCO e DE SOLA, 2005). Essa proibição está regulamentada pela Lei de Proteção à Fauna nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, exceto em áreas contempladas pela IN 28 de 05 de setembro de 2012, onde se estabelece normas para a utilização sustentável das populações naturais de crocodilianos por comunidades tradicionais em Unidades de Conservação: Reserva Extrativista (RESEX), Floresta Nacional (FLONA) e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) na área da distribuição das espécies.

Logicamente, diferentes espécies de crocodilianos devem apresentar diferentes características quanto a possibilidade do seu uso, variando na relação entre espécies e países, ao status das populações selvagens, nos conceitos estabelecidos sobre os riscos de realizar coletas nas diferentes etapas da vida e às políticas nacionais (MANOLIS e WEBB, 2016; SEIJAS, 2011). De acordo com a CITES, a utilização de crocodilianos em diferentes programas de gerenciamento envolve uma ou mais das seguintes estratégias: colheita de ovos e incubação no cativeiro ou de animais jovens, em alguns casos (*Ranching*); caça seletiva (*Harvesting*); e criação em cativeiro, no sistema de ciclo fechado (*Farming*). A seguir, descrevemos cada tipo de sistema.

## ***Ranching***

Talvez seja o método mais utilizado atualmente, consistindo na colheita de ovos e, em menor grau, filhotes da natureza. Os ovos são então levados ao criatório para terminarem de serem incubados. Após o nascimento, ou na entrada de jovens, os animais são criados sob condições controladas, sendo que, em alguns países, ocorre a determinação de uma taxa de devolução de indivíduos à natureza. Considerando a alta mortalidade natural de embriões e neonatos durante o primeiro ano de vida, esta devolução proporciona estabilidade na população, permitindo que ela continue crescendo. O restante dos indivíduos nascidos no cativeiro é designado para um circuito comercial, onde a pele e a carne são os principais produtos finais. Esse método mantém a abordagem de proteger os crocodilianos, tendo como base a filosofia da conservação através do uso sustentável, permitindo o uso de indivíduos para fins comerciais, a fim de dar valor econômico à proteção dos ecossistemas em que vivem (LARRIERA, 2011). No Brasil, este sistema foi regulamentado pela Portaria IBAMA nº 126, em 13 de fevereiro de 1990, que estabelece o registro de criadouros com fins de recria de *Caiman yacare* (Figuras 2 e 3).





Figura 2: Caimasul Caimans do Sul do Pantanal - exemplo de Sistema *Ranching* com *Caiman yacare* (Corumbá, MS). Foto: Caimasul Caimans do Sul do Pantanal.



Figura 3: Recinto de crescimento de *Caiman yacare* - Caimasul Caimans do Sul do Pantanal (Corumbá, MS). Foto: Caimasul Caimans do Sul do Pantanal.

## Harvesting

Outra maneira de aplicar o uso sustentável em crocodilianos é através da caça controlada, que se refere à extração direta de crocodilianos, sendo uma das principais formas de uso de consumo em alguns países (MAGNUSSON, 1997). A coleta seletiva de machos grandes e maduros foi projetada para minimizar os efeitos da caça no potencial reprodutivo de populações selvagens, evitando a retirada de fêmeas (VELASCO et al., 2003). Esse tipo de exploração permite que um maior número de machos jovens aumente rapidamente, atingindo maturidade sexual de forma mais precoce do que se os machos dominantes permanecessem na população (VELASCO e DE SOLA, 1999). Logicamente estes novos reprodutores terão a oportunidade de fecundar um maior número de fêmeas receptivas, aumentando o número de ovos e, conseqüentemente, aumentando também o número de nascimentos.

## Farming

Também chamado de criação em ciclo fechado, é um método onde indivíduos adultos se reproduzem em cativeiro e a progênie resultante é criada em condições controladas (Figura 4). As primeiras fazendas de crocodilianos foram estabelecidas na África nos anos 60 (DZOMA et al., 2008), com a utilização de crocodilos-do-Nilo para fins estritamente comerciais. Mais à frente, este sistema também foi utilizado para promover a conservação do crocodilo-das-Filipinas, mas em ambos os casos, também promoveu o desenvolvimento socioeconômico das populações humanas locais associadas às fazendas de crocodilos (MERCADO, 2008). Originalmente pensadas apenas com a intenção de produzir peles, voltaram-se também para a produção de carne e ao turismo ecológico, agregando valor ao sistema produtivo, visto que a demanda por peles diminuiu na última década.

De maneira semelhante, este também foi o primeiro sistema a ser implantado no Brasil através da Portaria 130 P, de abril de 1978, publicada sob a alçada do antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Esta Portaria tratava da criação do *Caiman yacare* em cativeiro e levou a uma explosão do número de interessados em manejar a espécie. Porém, grande parte das fazendas que se instalaram no Brasil na década de 1980 não obtiveram sucesso e, apenas uma minoria chegou operando no ano 2000. Um agravante a essa situação foi que, durante a década de 1980, foi permitida a implantação de criatórios da espécie fora de sua área de distribuição natural, nos estados do sul e sudeste do Brasil, fazendo com que os resultados não fossem os esperados por causa do clima, falta de estudos e de capacitação profissional, dentre tantos outros problemas. O abandono de tais projetos resultou em um incalculável número de solturas de animais nessas áreas, o que, longe de ser inócuo à conservação da espécie, foi possivelmente danoso às espécies nativas, onde o jacaré-do-Pantanal foi introduzido como espécie exótica (VERDADE, 1994). Esse fato levou o IBDF a publicar em julho de 1987 a Portaria 324 P, que determinava a criação de uma espécie somente na sua bacia de ocorrência.



Figura 4: Criatório Caiman Ltda. - exemplo de Sistema *Farming* (ciclo completo no cativeiro) com *Caiman latirostris*. A - Áreas de reprodução e B – Recinto de reprodução (Jacutinga, MG). Fotos: Luís A. B. Bassetti.

Por outro lado, um bom exemplo da utilização do sistema em ciclo fechado no Brasil ocorreu com a espécie *Caiman latirostris*. O modelo foi proposto pelo Laboratório de Ecologia Animal da ESALQ/USP, antigo Centro Interdepartamental de Zootecnia e Biologia de Animais Silvestres (CIZBAS), campus Piracicaba, que implantou em 1988 o Programa de Propagação em Cativeiro do Jacaré-de-Papo-Amarelo (VERDADE e LAVORENTI, 1990), mais tarde conhecido como Programa de Conservação e Manejo do Jacaré-de-Papo-Amarelo. Desde então, a colônia em cativeiro da espécie *Caiman latirostris* foi monitorada através de seu *Studbook* Regional (VERDADE e SANTIAGO, 1991b; VERDADE e MOLINA, 1992 e VERDADE e KASSOUF-PERINA, 1993).

Embora a criação em cativeiro em ciclo fechado, por si só, não tenha sido concebida como uma solução para reverter os processos de declínio populacional, ela pode contribuir para a redução da caça ilegal e recuperação de populações selvagens, bem como para a promoção de ideais conservacionistas através de visitas monitoradas às áreas de criação, além de fornecer a possibilidade de execução de inúmeros estudos científicos. Neste sentido, diversas pesquisas em termorregulação (BASSETTI, 2002; BASSETTI et al., 2005; 2014), comportamento social (VERDADE, 1992; 1999), manejo alimentar (VERDADE et al., 1992c), manejo sanitário (RAMOS et al., 1992; SARKIS-GONÇALVES et al., 2001; MACGREGOR, 2006) e fisiologia reprodutiva (LARSEN et al., 1992; VAC et al., 1992; VERDADE et al., 1992a, b; 1993; VERDADE, 1995) foram realizadas, sendo que as informações geradas permitiram a elaboração de um sistema eficiente de manejo da espécie em cativeiro (VERDADE, 1997). Isso fez com que os criadores pudessem dar seus primeiros passos sozinhos, criando suas próprias técnicas de criação, garantindo a entrada de carne e peles inspecionadas e legalizadas para o mercado consumidor, combatendo a caça ilegal e, conseqüentemente, favorecendo a recuperação das populações naturais.

Este modelo poderia então ser considerado o mais importante método de fornecer peles para o mercado, possivelmente devido à sua lucratividade, às regulamentações internacionais da CITES, às melhorias no processo de criação e à diversificação de ofertas de produtos a partir da existência dos criatórios. No entanto, os preços das peles das colheitas silvestres e da criação em cativeiro ainda se movem juntos. Além disso, o custo para a implantação deste sistema é mais caro quando comparado aos outros, visto que há a necessidade da manutenção de matrizes e reprodutores no plantel. Se o preço das peles não-selvagens fosse mais alto, isso incentivaria inovações na gestão do mercado e investimentos em tecnologia e infraestrutura para o desenvolvimento de criatórios mais eficientes.

Tabela 2: Tipos de manejo sustentável utilizados para diferentes espécies de crocodilianos (Hutton et al., 2002; Webb et al., 2004; Macgregor, 2006). Detalhes: *Farming* (F); *Harvesting* (H) e *Ranching* (R). Continua na página seguinte.

<b>Espécie</b>	<b>Tipo de uso</b>	<b>País</b>
<i>Alligator mississippiensis</i>	F, H e R	EUA.
<i>Alligator sinensis</i>	F com fins de repovoamento.	China.
<i>Caiman crocodilus</i>	H	Nicarágua, Guiana, Bolívia e Paraguai.
	F	Colômbia.
	R e F	Brasil.
	R e H	Venezuela.
<i>Caiman yacare</i>	R	Argentina.
	F e H	Bolívia.
	R	Brasil.
	H	Paraguai.
<i>Caiman latirostris</i>	R	Argentina.
	F	Brasil.
<i>Crocodylus acutus</i>	F	Colômbia e Honduras.
	R	Cuba.
<i>Crocodylus intermedius</i>	F	Colômbia e Venezuela.
<i>Crocodylus johnstoni</i>	F, H e R	Austrália.
<i>Crocodylus mindorensis</i>	F com fins de repovoamento.	Filipinas.
<i>Crocodylus moreletii</i>	F	México.
<i>Crocodylus niloticus</i>	F e R	África do Sul, Zimbábue, Madagascar e Quênia.
	R e H	Tanzânia.
	R	Etiópia, Botswana, Malawi, Moçambique, Zâmbia e Uganda.

---

<i>Crocodylus rhombifer</i>	F com fins de repovoamento.	Cuba.
<i>Crocodylus novaeguineae</i>	H e R	Indonésia e Papua Nova Guiné.
<i>Crocodylus palustris</i>	F com fins de repovoamento.	Índia.
<i>Crocodylus porosus</i>	F	China, Malásia, Singapura, Vietnam, Tailândia e Filipinas.
<i>Crocodylus porosus</i>	F, H e R	Austrália, Indonésia e Papua Nova Guiné.
<i>Crocodylus siamensis</i>	F com fins de repovoamento.	Tailândia, Camboja e Vietnam.
<i>Gavialis gangeticus</i>	Proteção através de áreas protegidas.	Bangladesh, Índia e Nepal.
<i>Mecistops cataphractus</i>	Proteção através de áreas protegidas.	Camarões, Congo, República Democrática do Congo, Costa do Marfim, Gabão, Gâmbia, Gana, Libéria e Serra Leoa.
<i>Melanosuchus niger</i>	H e R	Brasil.
<i>Osteolaemus tetraspis</i>	Proteção através de áreas protegidas.	Angola, Benin, Burkina Faso, Camarões, Costa do Marfim, República Democrática do Congo, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Libéria, Nigéria, Senegal, Serra Leoa e Togo.
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	H	Guiana.
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	H	Guiana.
<i>Tomistoma schlegelii</i>	F	Malásia e Tailândia.

---

## Considerações Finais

De maneira geral, o manejo da fauna silvestre, sob diferentes aplicações de uso sustentável, é uma alternativa viável para garantir a conservação de algumas espécies. De forma alguma será possível aplicar restrições de maneira indefinida ao uso da fauna ou flora selvagem através das fronteiras internacionais, enquanto que, ao mesmo tempo, as necessidades humanas básicas estão aumentando. Isso não significa que todas as espécies de interesse econômico sejam salvas da exaustão ou extinção, mas simplesmente que, enquanto as pessoas interessadas em explorar um recurso específico entenderem que a lógica do uso sustentável é a mais rentável a longo prazo, as chances de sobrevivência de um a espécie em questão aumentam rapidamente (LARRIERA, 2011).

Programas de uso sustentável de populações selvagens de crocodilianos mostraram que objetivos de conservação, incluindo a recuperação de populações ameaçadas, podem ser alcançados enquanto parte da população é colhida para o comércio, gerando incentivos para manter os programas em execução. A situação histórica mudou significativamente até o momento, onde várias das espécies afetadas se recuperaram e estão atualmente sob exploração comercial, gerando recursos econômicos que são reinvestidos em programas de monitoramento, o que permite determinar o efeito das colheitas sustentáveis no tempo (VELASCO et al., 2003).

Também, foi demonstrado que a conservação e o comércio podem coexistir sem conflito, apesar de serem motivados por objetivos diferentes e, mais importante, ficou provado que, se as pessoas e a vida selvagem se beneficiarem dos programas de conservação da vida selvagem, esses programas terão mais chances de internalizar custos e se tornarem autossuficientes a longo prazo (LARRIERA, 2011). Paradoxalmente, o sucesso da conservação se deve ao valor econômico das espécies e, ao analisar as espécies de crocodilianos afetadas, aquelas que não puderem ser comercializadas pelo motivo que as prejudica, continuarão seriamente comprometidas.

É, portanto, correto mencionar que as espécies que atualmente não possuem valor econômico dependem exclusivamente de áreas protegidas, de redução da perda de hábitat, de projetos de educação ambiental para as comunidades como estratégia de sobrevivência e conservação e do aporte de dinheiro em projetos de uso sustentável em espécies com valor comercial que, por ventura, utilizem a mesma área de ocorrência.

## Referências

BASSETTI, L. A. B. Comportamento de termorregulação em jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) Mantidos em Cativeiro. In: **Memórias do VI Workshop sobre Conservação e Manejo do Jacaré-do-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)** – IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. São Paulo – SP, 22 de outubro de 2002.

BASSETTI, L. A. B.; CHIANN, C.; TOLOI, C. M. C.; VERDADE, L. M. Comportamento

de termorregulação em jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) adultos em cativeiro. In: **Memorias de la reunión regional de américa latina y el caribe del grupo de especialistas en cocodrilos**. Santa Fé. Papéis... (CSG/SSC/UICN). Santa Fé: Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe, 2005. p. 330-340.

BASSETTI, L. A. B.; MARQUES, T. S.; MALVÁSIO, A.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. V. Thermoregulation in captive Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Zoological Studies*, 53:9, 2014.

CAUGHLEY, G.; SINCLAIR, A. R. E. Wildlife Ecology and Management. *Journal of Animal Ecology*, 64(3): 420-422, 1994.

CUNNINGHAM, S., SHIRLEY, M. E., HEKKALA, E. Fine scale patterns of genetic partitioning in the rediscovered African crocodile, *Crocodylus suchus* (Saint-Hilaire 1807). *PeerJ*, 4, e1901, 2016.

DZOMA, S., SEJOE, S.; SEGWAGWE, B. Commercial crocodile *Farming* in Botswana. *Tropical Animal Health Production*, 40: 377–381, 2008.

EATON, M. Dwarf Crocodile *Osteolaemus tetraspis*. In: **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Third Edition. Crocodile Specialist Group: Darwin, 2010. p. 127-132.

HEKKALA, E.; SHIRLEY, M.; AMATO, A.; AUSTIN, J.; CHARTER, S.; THORBJARNARSON, J.; VLIET, K.; HOUCK, M.; DESALLE, R.; BLUM, J. An ancient icon reveals new mysteries: mummy DNA resurrects a cryptic species within the Nile crocodile. *Molecular Ecology*, 20: 4195-4215, 2011.

HUTTON, J.; WEBB, G. Legal trade snaps back: 1-10. In: **Crocodiles. Proceedings of the 16th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. IUCN, Gland, 2011.

HUTTON, J., ROSS, P.; WEBB, G. A review: Using the market to create incentives for the sustainable use of crocodilians. In: **Crocodiles. Proceedings of the 16th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. IUCN: Gland, Switzerland, 2002. p. 382-399.

IUCN Species Survival Commission (SSC). **Directrices para el uso de los criterios de la lista roja de la IUCN a nivel regional y nacional: versión 4.0**. IUCN Publication, 43. ISBN: 978-8317-1584-1, 2012.

JELDEN, D. Crocodilians and the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). In: **Crocodiles. Proceedings of the 17th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**, Darwin, Australia. IUCN: Gland, 2004. p. 66-68.

JENKINS, R. The world conservation strategy and CITES: Principles for the management of crocodilians. In: WEBB, G., MANOLIS, C.; WHITEHEAD, P. (Eds.). **Wildlife Management: Crocodiles and Alligators**, 1987. p 27-31.



- KING, F. W. Conservation and management. In: ROSS, C. A.; GARNETT, S.; PYRZAKOWSKI, T. (Eds.). **Crocodiles and alligators**. Goldem Press, Silverwater, Australia, 1989. p. 216-229.
- KING, F. W. ¿Es posible el uso sustentable de la fauna silvestre si éste depende de un mercado externo? In: FANG T.; MONTENEGRO, O.; BODMER, R. (Eds.). **Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina**. USA, 1999. p. 37-40.
- LARRIERA, A. *Ranching the Broad-snouted caiman (Caiman latirostris) in Argentina: an economic incentive for wetland conservation by local inhabitants*. In: **CITES and CBNRM proceedings of an international symposium “the relevance of CBNRM to the conservation and sustainable use of CITES-listed species in exporting countries**. Gland: UICN, 2011.
- LARSEN, R. E.; VERDADE, L. M.; MEIRELLES, C. F.; LAVORENTI, A. Broad-nosed caimans (*Caiman latirostris*) semen collection, evaluation, and maintenance in diluents. In: **Crocodiles. Proceedings of the 11th Working Meeting of Crocodile Specialist Group**. Vol. 1. UICN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland, 1992. p. 270-276.
- MACGREGOR, J. International trade in crocodilian skins: Review and analysis of the trade and industry dynamics for market-based conservation. In: **Crocodiles. Proceedings of the 16th Working Meeting of the UICN-SSC Crocodile Specialist Group**. UICN: Gland, Switzerland. 2002. p. 12-18.
- MACGREGOR, J. **The Call of the Wild: Captive Crocodilian Production and the Shaping of Conservation Incentives**. TRAFFIC International, Cambridge, UK., n. 12, 2006. 50 p.
- MAGNUSSON, W. Where are the ranches? Crocodile Specialist Group Newsletter, 16: 204-20, 1997.
- MANOLIS, S. C.; WEBB, G. J. W. (Eds.). **Best Management Practices for Crocodilian Farming**. Version 1. UICN-SSC Crocodile Specialist Group: Darwin, Australia, 2016.
- MERCADO, V. Current status of the crocodile industry in the republic of Philippines. National Museum Papers 14, 26-34, 2008.
- OJASTI, J.; y DALLMEIER, F. (Ed.). **Manejo de Fauna Silvestre Neotropical**. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program: Washington D.C., n. 5, 2000. 290 p.
- RAMÍREZ, A.; SÁNCHEZ, J.; GARCÍA, A. El desarrollo del uso sustentable: Interpretación y análisis. Revista de investigación. Universidad La Salle, 6(021): 55-59, 2004.
- RAMOS, M. C. C.; MATUSHIMA, E. R.; VERDADE, L. M.; CARVALHO, V. M.; SANCHEZ, F. F. Microbiota bacteriana aeróbica oral de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*): implicações no manejo em cativeiro. In: VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A. (Eds.). **Anais do 2º Workshop sobre Conservação e Manejo do Jacaré-de-Papo-Amarelo (Caiman latirostris)**. ESALQ: Piracicaba, 1992. p. 33-42.

- ROSS, J. P. (Ed.). **Crocodiles. Status survey and conservation Action Plan**. 2a. Edición. UICN/SSC Crocodile Specialist Group. UICN: Gland, Switzerland & Cambridge, UK, 1998.
- SARKIS-GONÇALVES, F.; MIRANDA-VILELA, M. P.; BASSETTI, L. A. B.; VERDADE, L. M. Manejo de Jacarés-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*) em Cativoiro. In: MATTOS, W. R. S. et al. (Eds.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 565-579.
- SEIJAS, A. **Los Crocodylia de Venezuela: Ecología y Conservación**. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales: Caracas, Venezuela, 2011. 288 p.
- SHIRLEY, M.; CARR, A.; NESTLER, J.; VLIET, K.; BROCHU, C. Systematic revision of the living African Slender-snouted crocodiles (*Mecistops* Gray, 1844). *Zootaxa*, 4504(2): 151-193, 2018.
- SHIRLEY, M.; VLIET, K.; CARR, A.; AUSTIN, J. Rigorous approaches to species delimitation have significant implications for African crocodile systematics and conservation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1776): 2013-2483, 2014.
- TELLERÍA, J. Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10: 13-25, 2013.
- THORBJARNARSON, J. **Crocodiles: An Action Plan for Their Conservation**. In: MESSEL, H.; KING, F.; ROSS, J. P. (Eds.), UICN/SSC Crocodile Specialist Group, Gland, Switzerland, 1992.
- VAC, M. H.; VERDADE, L. M.; MEIRELLES, C. F.; LARSEN, R. E.; MICHELOTTI, F.; RANGEL, M. C.; SALEM, C. Z.; LAVORENTI, A. Ultrasound evaluation of the follicle development in adult female Broad-nosed caimans (*Caiman latirostris*). In: **Crocodiles. Proc. Proceedings of the 11th Working Meeting of Crocodile Specialist Group**. Vol. 2, UICN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland, 1992. p. 176-183.
- VELASCO, A.; DE SOLA, R. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) de Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical*, 8 (1-2):10-17, 1999.
- VELASCO, A.; DE SOLA, R. Exportaciones de pieles de cocodrilos desde latino américa y el caribe. In: **Proceedings de la Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos** (CSG/SSC/UICN). Santa Fe, Argentina, 2005.
- VELASCO, A.; COLOMINE, G.; DE SOLA, R.; VILLARROEL, G. Effects of sustained harvests on wild populations of *Caiman crocodilus crocodilus* in Venezuela. *Interciencia*, 28(9): 544-548, 2003.
- VERDADE, L. M. Agonistic social behavior of Broad-nosed caiman (*Caiman latirostris*) in captivity: implications to reproductive management. In: **Crocodiles. Proceedings of the 11th Working Meeting of Crocodile Specialist Group**. Vol. 2. UICN - The World Conservation

Union. Gland, Switzerland, 1992. p. 200-217.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: Jacarés, sistemas e recursos humanos. *Biota Neotropica*, v. 4, n. 2, 1994. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?point-of-view+BN02804022004>.

VERDADE, L. M. Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In: LARRIERA, A.; VERDADE, L. M. (Eds). **Conservación y Manejo de los Crocodylia de América Latina**. Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina. 1995. p. 57-79.

VERDADE, L. M. Manejo e conservação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo. In: BODMER, R. E., PÁDUA, C. V.; CULLEN, L., JR. (Eds.). **Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil**. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Pará. 1997. p. 222-232.

VERDADE, L. M. *Caiman latirostris* (Broad-snouted caiman) behavior. *Herpetological Review*, 30(1): 38-39, 1999.

VERDADE, L. M.; KASSOUF-PERINA, S. **Studbook Regional do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*) - 1992/1993**. Sociedade de Zoológicos do Brasil: Sorocaba. 1993. 46 p.

VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A. Preliminary notes on the status and conservation of *Caiman latirostris* in São Paulo, Brazil. In: **Proceedings of the 10th Working Meeting of Crocodile Specialist Group**. Vol 2. UICN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland, 1990. p. 231-237.

VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A.; MICHELOTTI, F.; RANGEL, M. C.; CULLEN JR., L.; ERNANDES, M. M. Preliminary notes on nesting Biology of the Broad-nosed caiman (*Caiman latirostris*) in São Paulo, Brazil. In: **Crocodiles. Proceedings of the 11th Working Meeting of Crocodile Specialist Group** UICN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland, 1992a. p. 226-232.

VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A.; PACKER, I. U. Manejo reprodutivo do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em cativeiro. In: VERDADE, L. M.; PACKER, I. U. ROCHA, M. B.; MOLINA, F. B.; DUARTE, P. G.; LULA, L. A. B. M. (Eds.). **Anais do 3º Workshop sobre Conservação e Manejo do Jacaré-de- Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)**. ESALQ, Piracicaba, 1993. p. 143-151.

VERDADE, L. M., A. LAVORENTI; SILVA, R. D. M. Potencial de utilização de carcaças e refugos de granjas avícolas na alimentação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no Estado de São Paulo. In: **Anais da 27a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia (Campinas, SP, Brasil)**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: Piracicaba, São Paulo, 1990.

VERDADE, L. M.; MICHELOTTI, F.; RANGEL, M. C.; CULLEN JR., L.; ERNANDES,

M.M.; LAVORENTI, A. Manejo dos ovos de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no CIZBAS/ESALQ – USP. In: VERDADE, L.M.; LAVORENTI, A. (Eds.). **Anais do 2º Workshop sobre Conservação e Manejo do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)**. ESALQ, Piracicaba, 1992b. p. 92-99.

VERDADE, L. M.; MICHELOTTI, F.; RANGEL, M. C.; CULLEN JR., L.; ERNANDES, M. M.; LAVORENTI, A. Manejo alimentar de filhotes de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) em cativeiro. In: VERDADE, L.M.; LAVORENTI, A. (Eds.). **Anais do 2º Workshop sobre Conservação e Manejo do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)**. ESALQ, Piracicaba, 1992c. p. 77-91.

VERDADE, L. M.; MOLINA, F. B. **Studbook Regional do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)** - 1991/1992. ESALQ, Piracicaba, 1993. 55 p.

VERDADE, L. M.; SANTIAGO, M. E. B. **Studbook Regional do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*)** - 1990/1991. ESALQ, Piracicaba, 1991. 35 p.

VERDADE, L. M.; SARKIS, F. Age at first reproduction in captive *Caiman latirostris* (Broad-snouted caiman). *Herpetological Review*, 29(4): 227-228, 1998.

WEBB, G.; BROOK, B.; WHITEHEAD, P.; MANOLIS, C. Wildlife management principles and practices in crocodile conservation and sustainable use. In: **Crocodiles. Proceedings of the 17th Working Meeting of the UICN-SSC Crocodile Specialist Group**. UICN: Gland, Switzerland, 2004. p. 84-91.

ZIETSMAN, D. The relevance of ethical value perceptions and supply chain information to international tourists considering purchasing exotic leather products. (Dissertation). Pretoria: University of Pretoria, 2017.



Foto: Leonardo Merçon

## **ABATE DE CROCODILIANOS: LEGISLAÇÃO, PROCEDIMENTOS E PRODUTO FINAL**

Sérgio Turra Sobrane Filho, Leticia Guerra Aldrigui, Anilma Sampaio Cardoso

## Introdução

### Aspectos legais relacionados aos crocodilianos de interesse zootécnico

A exploração da fauna silvestre ocorreu antes mesmo do domínio da agricultura. Isto pode ser explicado pelo fato de que à medida que a pressão de exploração foi aumentando proporcionalmente ao crescimento das comunidades, o homem passou a dominar as técnicas de domesticação de algumas espécies, substituindo a caça de subsistência pelas técnicas de produção dos animais (VERDADE, 2004). No entanto, no Brasil, algumas espécies como os crocodilianos (jacarés) tiveram uma expansão na pressão de caça nos anos de 1950 a 1970, devido ao interesse comercial pela pele para utilização como couro em artigos de luxo (carteiras, bolsas, cintos e outros). Essa pressão foi uma das motivadoras para criação da Lei nº 5197/67, também chamada de “Lei de Proteção à Fauna”, assinada em 1967, que instituiu a proibição de caça à fauna silvestre brasileira:

*“Art. 1º. Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado, sendo proibida a sua utilização, perseguição, destruição, caça ou apanha.”*

(BRASIL, 1967)

A criação comercial da fauna silvestre já era prevista na “Lei de Proteção à Fauna” e era tratada como uma das alternativas do governo brasileiro a ser fomentada e estimulada com o propósito de reduzir a caça predatória. Porém, as regulamentações de criações comerciais de algumas espécies de animais silvestres como *Caiman crocodilus yacare* (jacaré-do-Pantanal) deram-se após a criação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) em 22 de fevereiro de 1989 através da promulgação da Lei nº 7.735 (BRASIL, 1989), e somente em 15 de outubro de 1997 com a Portaria do IBAMA nº 118-N que as criações comerciais de animais silvestres receberam as primeiras normatizações e regulamentações específicas (IBAMA, 1997). Em 30 de abril de 2015, o IBAMA publicou a Instrução Normativa nº 7 que finalmente instituiu e normatizou as categorias de uso e manejo de fauna silvestre em cativeiro para o sistema semi-fechado (*Ranching*) e o de ciclo fechado ou intensivo (*Farming*), restrito às áreas de ocorrência da espécie de interesse, no caso, permitidos só para *Caiman crocodilus* (jacaretinga), *Caiman yacare* (jacaré-do-Pantanal), *Melanosuchus niger* (jacaré-açu) e *Caiman latirostris* (jacaré-do-papo-amarelo), para este último sendo apenas permitido o sistema intensivo.

A retirada dos indivíduos da natureza, sem que haja declínio da população (*Harvesting*), foi regulamentada através da Instrução normativa 28, de 05 de setembro de 2012, que

estabelece normas para a utilização sustentável das populações naturais do jacaré-açu e do jacaretinga, de acordo com o plano de manejo de crocodilianos em Unidades de Conservação de uso sustentável: Reservas Extrativistas (RESEX), Florestas Nacionais (FLONA) e Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), na área da distribuição das espécies. Para conseguir a autorização do estado, a unidade de conservação interessada deve enviar uma proposta de plano de manejo das espécies de interesse baseadas em dados coletados no local sobre a população das espécies. Esse plano fornecerá as diretrizes de extração, ou seja, quantos indivíduos podem ser retirados, a cota por sexo e os tamanhos permitidos. Esse documento será enviado ao órgão responsável do estado e estará sujeito à aprovação. Como exemplo, temos a Resolução CEMAAM nº 8, de 27 junho de 2011 que estabelece procedimentos técnicos para o manejo de jacarés, oriundos de Unidades de Conservação de Uso Sustentável do Estado do Amazonas.

Para o jacaré-do-Pantanal, há o sistema *Headstarting* ou “Sistema Aberto de Criação e Recria”, que é restrito aos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, autorizado pelo IBAMA através da Instrução Normativa 63 de 30 de março de 2005. Nesse sistema os fazendeiros protegem os ninhos para garantir a incubação e a eclosão dos ovos, colocando os filhotes em um ambiente muito similar ao que viveriam em ambiente natural. Após aproximadamente um ano, quando os filhotes devem medir em torno de meio metro, os animais são marcados e soltos, voltando a viver livremente em ambiente natural. Os fazendeiros que adotam essas práticas têm permissão para capturar os animais adultos que já vivem na área da fazenda, com uma cota de 60% do total de animais que foram recriados e soltos na área de manejo (FERNANDES, 2011).

O licenciamento para os empreendimentos de criação de fauna silvestre foi descentralizado do IBAMA em 2011, através da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro, que delegou essa função aos órgãos ambientais estaduais, cada um seguindo instruções normativas particulares. Duas das seis espécies encontradas no Brasil não possuem características desejáveis para a utilização de seu couro, o jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) e o jacaré-coroa (*Paleosuchus trigonatus*), pois são espécies de pequeno porte com osteodermos mais rígidos, quando comparados aos demais crocodilianos brasileiros, resultando em menor interesse para o mercado de couro (KING e BRAZAITIS, 1971; KLUCZKOVSKI, 2017).

## **Legislação envolvida no abate e processamento de crocodilianos**

Os abatedouros e frigoríficos de crocodilianos brasileiros (estabelecimentos que processam os produtos - carne e pele) não possuem normas e regulamentações específicas para o abate e processamento dos jacarés, por isso estão sujeitos à legislação e à fiscalização geral para a sua implantação e funcionamento. A Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989 (BRASIL, 1989) estabelece a competência da fiscalização segundo o tipo de comercialização a ser efetuado:

- Secretarias Municipais de Agricultura - comercialização no município.
- Secretarias Estaduais de Agricultura - comercialização intermunicipal.

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - comercializações interestaduais ou internacionais.

Desta forma, os estabelecimentos devem estar previamente registrados nos órgãos competentes antes de entrar em funcionamento. Quando pensamos em âmbito nacional é responsabilidade da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA, a normalização e supervisão das atividades de defesa sanitária e através do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DISPOA) a inspeção de produtos e derivados de origem animal (GOMIDE, RAMOS e FONTES, 2006). Seguindo a responsabilidade nacional, o DISPOA é o departamento responsável pela elaboração do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que antigamente não classificava os animais silvestres como “animais de açougue”, porém, com a revisão do RIISPOA lançada em 29 de março de 2017, passou a classificar da seguinte forma:

*“Art. 10. Para os fins deste Decreto, são adotados os seguintes conceitos:*

*XI - espécies de açougue - são os bovídeos, equídeos, suídeos, ovinos, caprinos, lagomorfos e aves domésticas, bem como os animais silvestres criados em cativeiro, abatidos em estabelecimentos sob inspeção veterinária”*

(BRASIL, 2017)

Apesar do avanço na caracterização dos animais silvestres como espécimes de açougue, os crocodilianos, por serem répteis, ainda são classificados como “pescado”, no RIISPOA:

*“Art. 205. Entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana.”*

(BRASIL, 2017)

Assim, segundo o MAPA, o abate e processamento de jacaré deve seguir os procedimentos higiênicos sanitários e operacionais adotados para os pescados. Porém, existem algumas distinções como, por exemplo, a obrigatoriedade da inspeção *ante mortem* para os répteis e anfíbios, o que não é necessário para os demais animais, também classificados como “pescados”.

No âmbito estadual, as regulamentações são muito similares às nacionais, todavia,



muitas vezes, consideram-se as características da produção do estado, como é o caso do Estado do Amazonas, que através da Resolução nº 008, de 27 de junho de 2011, do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Amazonas (CEEMAAM), estabeleceu os procedimentos técnicos de abate e processamento, para uma situação específica, o manejo extrativista de jacarés oriundos das unidades de conservação do estado, facilitando principalmente os processos de evisceração no local do abate e também possibilitando todo o processamento em barcos fábricas. O sistema de abate e processamento de crocodilianos é uma novidade no Brasil, e como tal, está em processo de formação, porém, muitas vezes a falta de clareza nas normativas e nas definições e a burocracia para implementação dos empreendimentos acabam inibindo os investimentos no setor que possui potencial de crescimento tanto no mercado interno quanto no mercado internacional.

### **Critérios utilizados na seleção dos animais destinados ao abate**

A seleção de animais destinados ao abate é um processo importante e fundamental em toda a cadeia produtiva de origem animal, devendo considerar fatores como: rendimento da carcaça e qualidade da carne dos animais e o perfil do consumidor. No caso dos crocodilianos, a qualidade da carne pode ser de interesse secundário quando o foco principal da produção está direcionado à produção do couro. O critério de seleção para o abate está relacionado diretamente ao interesse do mercado alvo. Em situações que há um cliente definido, este especifica a característica de interesse, principalmente, quando se trata do mercado de couro.

Contudo, em qualquer dos segmentos produtivos, os crocodilianos que são criados em criadouros comerciais podem ter seu ponto de abate definido através da medição da circunferência abdominal (medida próxima das patas traseiras), através do peso do animal ou através do tamanho (comprimento). Quando estes são criados para produção de carne, esta medida deve ser de no mínimo 18 cm de circunferência abdominal (FERNANDES, 2011), a qual pode ser atingida aos 12 meses de idade, desde que o animal mantenha uma alimentação adequada de forma a suprir suas exigências nutricionais. Porém, para um melhor aproveitamento da pele, indica-se realizar o abate aos dois anos de idade, com um melhor rendimento de carcaça (FETT, 2005).

Em criações para produção de couro ou dupla aptidão (carne e couro), indica-se abater os crocodilianos ao atingir 27 cm de circunferência abdominal, isto proporciona um melhor aproveitamento da pele, aumentando assim o valor do produto final no mercado consumidor (FETT, 2005). Porém, é necessário considerar sempre a relação entre o peso e idade do animal, principalmente, quando o objetivo final for a obtenção do couro, pois animais que ultrapassam 30 meses de vida possuem acentuada quantidade de osteodermas mais calcificados, isto é, placas ósseas da pele, reduzindo sua flexibilidade e, conseqüentemente, dificultando o beneficiamento do couro (PIRAN, 2010).

Todavia, os critérios para a realização do abate em Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) seguem um padrão diferenciado, qual seja, abate-se os animais com tamanhos entre 2,1 a 2,8 m de comprimento total, os quais devem ser capturados e transportados até a unidade de processamento autorizada, para a realização do abate (BOTERO-ARIAS et al., 2009). Nos casos de criadouros com finalidade comercial utilizados para recria em cativeiro, os animais somente podem seguir para comercialização a partir do sexto mês de vida, logo após a separação da cota destinada ao IBAMA, que corresponde ao percentual de filhotes que deverão ser devolvidos à natureza, conforme normativas expressas pela Portaria nº 126, de 13 de fevereiro de 1990.

### **Manejo pré-abate: captura, transporte e inspeção *ante mortem***

De acordo com Manolis e Webb (2016) em: “*Best Management Practices for Crocodilian Farming*” [Boas práticas de manejo para criação de crocodilianos], a segurança dos manipuladores, bem como dos animais, é primordial. Por isso, nesta etapa, é de extrema importância que haja um treinamento com os membros da equipe a fim de lhes dar segurança e tranquilidade para efetuar as capturas. No momento do manejo é relevante evitar barulhos e conversas desnecessárias entre os membros da equipe, evitando, assim, estímulos sensoriais, que podem contribuir para aumentar o estresse no animal e, também, para prevenir possíveis distrações entre as pessoas, cuidados que amenizam as situações de risco. A captura pode ser feita de várias maneiras (Quadro 1), sendo classificada de “Ativa” quando o animal é dominado através de contenção manual, laços, arpões, cambão, pinção, redes e anzóis ou classificada de “Passiva” quando o animal é capturado de forma indireta, atraindo os indivíduos para armadilhas (WILKINSON, 2005; DE LA OSSA et al., 2013). Os métodos de captura podem variar de acordo com a espécie, tamanho dos animais, instalações, contexto de captura, habilidade da equipe e sistema de produção.

A contenção manual é a mais utilizada em sistemas fechados de criação (*Farming*) quando os animais são pequenos, medindo até 1,5 metro de comprimento. Por questões de segurança, a contenção é realizada por duas ou três pessoas, que, utilizando luvas grossas, imobilizam o animal amarrando sua boca com fitas ou tiras de borracha (Sousa, L.G., comunicação pessoal). Ademais, recomenda-se cobrir os olhos do animal para evitar o estresse (SEYMOUR et al., 1987). A utilização de arpões, anzóis e redes são comuns no sistema *Harvesting*, já as armadilhas não são muito usuais, pois não permitem a seleção dos animais que são capturados.

Após a captura, os animais são encaminhados para o abate. Quando o abatedouro não fica na mesma propriedade, os animais devem ser transportados com cautela para garantir o bem-estar. O transporte deve estar autorizado pelo órgão ambiental competente e os animais marcados individualmente, acompanhados de nota fiscal emitida pelo criadouro (IN 07 - 2015 IBAMA). Os técnicos devem estar atentos à temperatura, uma vez que, acima de 34°C pode

causar desidratação no animal e abaixo de 20°C pode ser demasiadamente frio. Em dias muito quentes, a utilização de caminhões com refrigeração pode ser necessária (MANOLIS e WEBB, 2016).

Quadro 1: Métodos de captura recomendados de acordo com o tamanho dos crocodilianos.

<b>Método</b>	<b>Tamanho do animal (metro)</b>	<b>Modo</b>
<i><b>Direto</b></i>		
Pinça	< 0,9 m	Em volta do pescoço.
Captura Manual	< 1,5 m	Em volta do pescoço.
Laço	1 a 1,5 m	Em volta do pescoço ou da mandíbula superior.
Arpão	1 a 5 m	Cauda para animais menores que 1,2 m.
Rede	> 0,5 m	
<i><b>Indireto</b></i>		
Armadilha tipo caixa	> 1,5 m	

Fonte: Adaptado de Manolis e Webb (2016).

Independente do modelo de manejo, os animais capturados permanecem em jejum por um período que varia de 24 a 48 horas, essa prática facilita a evisceração e diminui riscos de contaminação da carcaça com o conteúdo intestinal (MANOLIS e WEBB, 2016). Tendo a boca contida com a ajuda de elásticos ou fitas para evitar acidentes, passam pela inspeção *ante mortem*, que é a exigida no Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, que dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Durante a inspeção, os animais são examinados em busca de doenças ou escoriações que inviabilizem sua comercialização ou representem risco à saúde pública. Os animais impróprios são selecionados para serem abatidos separadamente (PIRAN, 2010). Os animais que estiverem em condições físicas e sanitárias adequadas, passam por pesagem e manejo de limpeza, utilizando-se esponja e água ou pistola lavadora de alta pressão, a fim de remover sujidades como terra ou lodo que podem contaminar a carcaça no momento do abate e evisceração. Após essa etapa uma solução de água clorada (0,5 ppm) é utilizada em tanques para a imersão do animal ou é aspergida sobre ele (FERNANDES, 2011). Em seguida o animal está pronto para seguir as etapas de insensibilização e abate.

## Técnicas de insensibilização e abate

A realização da insensibilização de animais é tida como a prática mais crítica durante o abate. Tem como objetivo principal induzir o animal a um estado de inconsciência, que deve manter-se até o fim da sangria, não permitindo causar sofrimento desnecessário ao animal, mas propiciar uma sangria tão eficiente quanto possível. As condições humanitárias devem prevalecer tanto no momento do abate quanto nos momentos que o precedem (GRACEY e COLLINS, 1992). Deve-se lembrar que para se realizar uma insensibilização eficiente é necessário que o animal esteja perfeitamente imobilizado.

A imobilização dos animais é o primeiro passo a ser realizado. Visando sempre o abate humanitário, os crocodilianos devem ser amordaçados com fita isolante ou elásticos, tomando cuidado para não cobrir ou fechar as narinas. Este procedimento estimula a bradicardia, facilitando o transporte até o abatedouro. O transporte deve ser realizado preferencialmente na madrugada, o que minimiza o estresse térmico e promove menor estresse de deslocamento. A apanha dos animais deve ocorrer de forma individual, mantendo os animais sempre na posição horizontal, colocando-os em tanques de contenção ventilados e com espaço de circulação, podendo assim seguir para o local de abate.

A insensibilização pode ser realizada de diferentes formas como pistola humanitária pneumática modelo Zilka ® (Gil Equipamentos, Brasil) (FERNANDES, 2011), pistola de dardo cativo, golpe de marreta e atordoamento elétrico. A função principal da insensibilização é promover uma concussão cerebral no animal, seguindo as normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, onde exige-se que sejam seguidos os procedimentos higiênicos sanitários, operacionais e a legislação adotada para o pescado.

Diversos são os parâmetros que determinam um bom método de abate (SWATLAND, 2000), desde que o método utilizado não permita que os animais sejam tratados com crueldade, não sofram estresse desnecessariamente, que se realize a sangria de forma mais rápida e precisa possível, minimize as possíveis contusões na carcaça e seja econômico, higiênico e seguro para os operadores. Os procedimentos empregados no abate de crocodilianos são similares às demais espécies, com a ressalva para o processo de desmedulização, que é realizado para interromper os movimentos espasmódicos, que podem permanecer por até 40 minutos após a sangria, o que ocasiona dificuldades na esfola (MANOLIS e WEBB, 2016).

Após o jacaré ser selecionado para o abate, ele é conduzido a um galpão onde é submetido a jejum de 24 a 48 horas e permanece em tanques de água clorada. O jejum favorece a evisceração da carcaça no decorrer do processo de abate. Realiza-se um exame *ante-mortem* para certificar-se que o animal pode seguir para o abate. Trinta minutos antes do abate, os animais são lavados com água clorada e direcionados ao frigorífico (FERNANDES, 2011). Neste momento, deve-se realizar o atordoamento no animal. Na pistola modelo Zilka o ar comprimido

ativa um pistão que penetra no crânio do animal causando morte cerebral imediata mantendo-o inconsciente (CAMPOS et al., 2005). Este método interrompe a possibilidade de sofrimento do animal, promovendo com isso uma menor liberação de toxinas na carne (PRÂNDAL et al., 1994; BRESSAN, 1998).

Já o sucesso da insensibilização com o uso da pistola de dardo cativo dependerá da força do projétil, assim como, da correta e precisa localização do disparo no crânio do animal que deve ser realizado próximo da superfície da cabeça, ou seja, local onde o crânio (osso frontal) é mais delgado (GALLO et al., 2003). Ao penetrar no encéfalo, o dardo cativo promove hemorragia cerebral, com severa destruição e perda de tecido neural do cerebelo e mesencéfalo, atingindo frequentemente a ponte, a medula oblonga e a parte caudal do córtex cerebral (FINNIE, 1993).

Outro possível método de atordoamento utilizado é a marreta, a qual promove grave lesão do tecido ósseo, com afundamento da região atingida, levando o encéfalo a produzir um processo de contusão crânio encefálica e não concussão (ROÇA, 1999). O uso adequado depende de treinamento, pois o golpe deve ser preciso. O atordoamento através de descarga elétrica também é uma alternativa viável, que deve ser adequada ao porte do animal e deve ser aplicada na pele do crocodiliano, preferencialmente no pescoço, devendo a pele estar úmida para que a carga seja aplicada. A potência da descarga elétrica dependerá do tamanho do animal ou padrões adotados em cada local, e a tensão pode ser de 110 Volts (PEUKER et al., 2005) durante quatro a seis segundos ou quatro segundos, usando um *stunner* de 220 Volts. O atordoamento tende a ser rápido, e os animais atordoados podem ser imobilizados por até 10 minutos, mas aconselha-se não ultrapassar três minutos (MANOLIS e WEBB, 2016).

Após a correta utilização da técnica de atordoamento, procede-se a desmedulização (um corte transversal para a destruição da medula cervical) e, em seguida, o animal é preso em um gancho pela cauda. Através da abertura dorsal na região da nuca, inicia-se o processo de sangria que dura, em média, 10 minutos. Em seguida, procede-se à esfola que é a retirada da pele (couro) do animal. Logo ao fim da esfola, a pele inteira é obtida e segue para outro setor de produção para receber o devido tratamento. Após a total retirada da pele, é realizado um corte por toda a extensão ventral do animal, para abrir a cavidade torácica, abdominal e pélvica e se realiza a oclusão do esôfago e do reto, iniciando assim a evisceração. A evisceração é a retirada dos órgãos da cavidade pélvica, das vísceras abdominais e torácicas e o diafragma, os quais seguem para a sala de vísceras, onde receberão os devidos tratamentos (FERNANDES, 2011).

Prossegue-se com a toailete das carcaças, etapa em que são retiradas possíveis contaminações, músculos comprometidos, coágulos e gorduras excedentes da carcaça. Todas as carcaças devem ser inspecionadas para que possam ser verificadas possíveis contaminações decorrentes de falhas operacionais anteriores e sua remoção. Em seguida, as carcaças devem ser lavadas manualmente com água clorada em temperatura ambiente, para eliminar sangue e coágulos que ainda se façam presentes na carne (FERNANDES, 2011).

Em seguida as carcaças são pesadas e encaminhadas à câmara de resfriamento onde permanecem por no mínimo 12 horas a uma temperatura de 5°C, seguindo para análises de reações bioquímicas e liberadas para o início das atividades de desossa. A desossa é o processo de retirada dos cortes comerciais para serem destinados ao mercado, sendo realizada por manipuladores que separam a carne dos ossos e cartilagens, obedecendo todos os critérios higiênicos, onde a sala é climatizada com temperatura controlada inferior a 10°C.

### Esfola - corte *belly* e *hornback*

A esfola é o processo que tem início logo após a sangria e que consiste na retirada da pele do animal. A retirada da pele pode ocorrer através do uso de dois tipos de cortes distintos, o tipo *Belly* ou tipo *Hornback*, cujas diferenças estão no formato e no desenho da pele. Ao final do processo de esfola, tem-se a pele inteira, a qual seguirá para outra área de produção para receber o tratamento devido. O corte *Belly* (Figura 1) é realizado da linha média dorsal, seguindo a região cervical até a extremidade da cauda, mantendo a integridade da pele na região ventral do animal e o corte *Hornback* é alcançado através da incisão na linha média ventral, seguindo nas regiões do pescoço, tronco e cauda, mantendo íntegra a pele do dorso (FERNANDES, 2011).



Figura 1: Cortes comerciais de pele de crocodilianos. A) Corte *Belly*. B) Corte *Hornback*. Fotos: Juliana Gomes Sousa.

### Carcaça: rendimento de carcaça e cortes comerciais

Alguns fatores como o rendimento de carcaça e de cortes e a qualidade nutritiva da carne são determinantes para a viabilidade de criação de um mercado cárneo fora do contexto convencional dos animais de açougue (frangos, bovinos e suínos). Os crocodilianos brasileiros atendem a estes fatores, primeiramente por apresentarem um rendimento de carcaça semelhante aos

obtidos com os animais domésticos, isto é, em torno de 55 a 63%, (KLUCZKOVSKI JUNIOR et al., 2015).

Possuem, portanto, um excelente aproveitamento produtivo. Ademais, a carne de jacaré apresenta elevada qualidade nutricional, atendendo aos interesses atuais por carnes saudáveis (RODRIGUES, 2007). Assim, esse tópico busca abordar os principais cortes produzidos com características comerciais e as informações nutricionais de diferentes espécies de crocodilianos brasileiros. No Quadro 2, é possível notar que há pouca diferença no rendimento de carcaça entre as espécies de crocodilianos brasileiros com interesse comercial.

Quadro 2: Rendimento de carcaça dos principais crocodilianos brasileiros de interesse comercial.

Espécie	Nome Popular	Rendimento de Carcaça (%)
<i>Caiman latirostris</i> <sup>1</sup>	jacaré-de-papo-amarelo	54,0
<i>Caiman yacare</i> <sup>2</sup>	jacaré-do-Pantanal	60,5
<i>Caiman crocodilus</i> <sup>3</sup>	jacaretinga	57,12
<i>Melanosuchus niger</i> <sup>4</sup>	jacaré-açu	57,02

(1) Cossu et al. (2007); (2) Medeiros et al. (2017); (3) Souza et al. (2006) *apud* Kluczkovski Junior et al. (2015); (4) Kluczkovski Junior e Kluczkovski (2015).

*Caiman yacare*, o jacaré-do-Pantanal, possui o maior rendimento entre as espécies citadas. Esse maior rendimento pode ser associado a uma maior pressão de seleção genética da espécie nos criatórios comerciais. Porém, é importante ressaltar que o rendimento de carcaça varia de acordo com o sexo do animal e idade, fatores que podem influenciar no resultados dos estudos citados. MEDEIROS et al. (2017) observaram o efeito do sexo onde as fêmeas de *C. yacare* apresentaram um rendimento um pouco inferior aos dos machos (60,49% *versus* 61,83%). Tal estudo aponta que os animais mais leves possuem um rendimento superior aos mais pesados, sendo assim, mais interessantes para o processo produtivo. Ao pensarmos na comparação com os animais açougues, o rendimento dos crocodilianos se assemelha ao dos bovinos, que é em média de 54% (MIGUEL et al., 2014), mas são inferiores aos dos frangos de corte que apresentam cerca de 75% (SOBRANE FILHO, 2018) de rendimento e dos suínos, em torno de 80% (OLIVEIRA et al., 2018).

A exploração da pele para a fabricação do couro, até hoje, é o maior foco da exploração comercial dos crocodilianos brasileiros. Porém, com o tempo, a carne que era uma atividade apenas complementar e sem um mercado consumidor desenvolvido, ganhou importância comercial e investimento em tecnologia, levando ao aperfeiçoamento dos cortes cárneos, *marketing* de divulgação tendo como consequência, uma melhor apresentação, confiabilidade

e agregação de valor aos produtos (GIRARDI et al., 2008). Rodrigues et al. (2007) relataram a carência de informações sobre a qualidade nutricional e física nos cortes cárneos de jacarés, o que inviabilizava a comercialização sistêmica na época. Nesse período, era discutido como cortes comerciais apenas: os filés do lombo, filé do dorso, filé da cauda e membros, todos obtidos de cortes primários na carcaça (Figura 2) e comercializados na forma de carne “*in natura*” ou salgada.

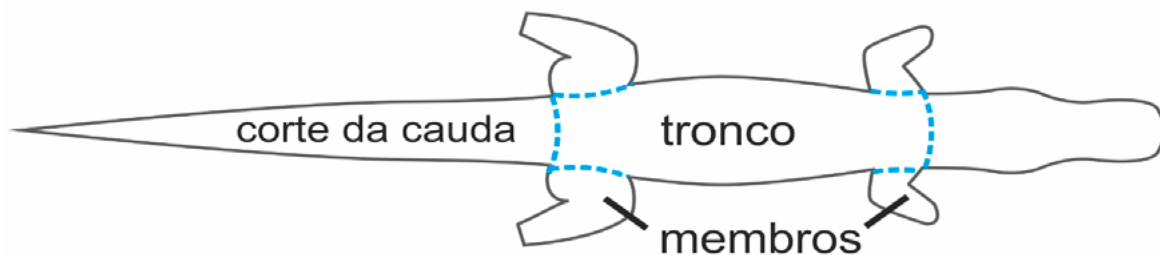


Figura 2: Cortes primários da carcaça de jacaré, para posterior obtenção dos cortes secundários. Ilustração: Pedro Rebello Wadt.

Em 2008, a carne de crocódilios brasileiros recebeu destaque com a liberação do registro do Serviço de Inspeção Federal - SIF para a primeira unidade processadora de répteis da América Latina, localizada em Cáceres, Mato Grosso, possibilitando a comercialização da carne em todo território nacional e a exportação (PIRAN, 2010). Com a abertura de mercado, a cadeia produtiva de jacarés precisou se organizar, e além disso, buscar atender as demandas do mercado cárneo, aumentando o *mix* de produtos e a comprovação da qualidade. Isso possibilitou também o surgimento de outras formas de processamento da carne de jacaré-do-Pantanal, apontados por Romanelli et al. (2002) como alternativas de consumo, por exemplo: apressentado, hambúrguer, enlatada e defumada.

Posteriormente, o número de cortes comerciais aumentou para motivar o consumo e conseguir assemelhar os cortes dos crocódilios a alguns cortes já convencionais dos animais de açougue (ex.: o filé mignon), facilitando a escolha pelo consumidor e até mesmo deixando mais intuitiva a forma de preparo. Atualmente, os principais cortes comercializados são as iscas, filé do dorso, filé do lombo, as aparas, filé mignon, a sobrecoxa, coxa, o filé da cauda e a ponta da cauda (Figura 3). No entanto, as aparas apresentam uma coloração naturalmente mais escura (Figura 4) e isso prejudica a sua aceitação no mercado (Sousa, J.G., comunicação pessoal). Com a melhora na seleção genética dos animais, criados de forma intensiva ou no sistema de *Ranching*, é possível que haja modificação e ampliação na quantidade de corte cárneos de acordo com a necessidade do mercado. Além dos cortes “*in natura*”, a carne processada já está presente no mercado na forma de hambúrgueres, linguiças, salames e outros.



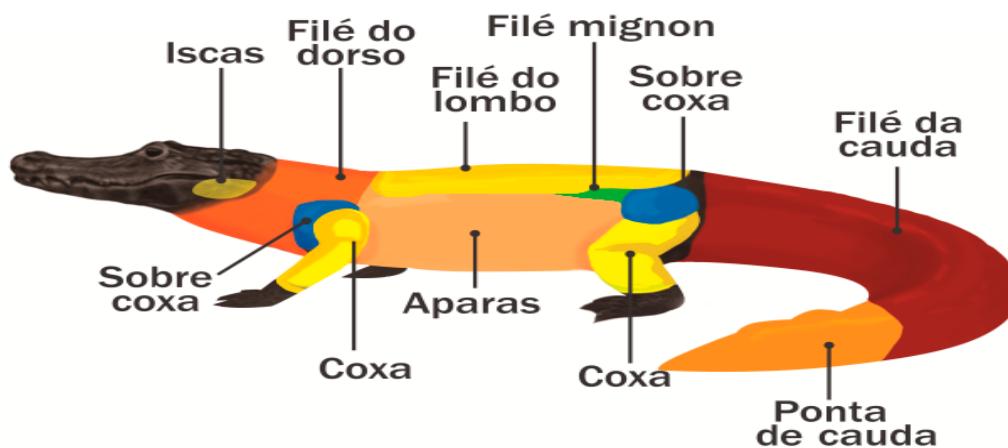


Figura 3: Cortes da carne de jacaré atualmente comercializados, visando a venda “*in natura*”. Ilustração: Pedro Rebello Wadt.



Figura 4: Carcaça de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*). As setas destacam a região naturalmente mais escura das aparas. Foto: Juliana Gomes Sousa.

### Características da carne de jacarés e aspectos nutricionais

A carne dos crocodilianos brasileiros é dita “branca”, fato comprovado pela análise realizada com jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) (RODRIGUES et al., 2007), e para o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) avaliada (SOBRANE FILHO et al., 2018). Ambos os autores

observaram que os níveis de coloração vermelha da carne eram baixos quando comparados aos da carne bovina dita “vermelha” e assemelhavam-se a carne de frango, dita “branca”, o que para muitos consumidores indica uma carne mais “saudável”. A carne de jacaré é considerada uma importante fonte proteica devido a sua qualidade nutricional, apresentar baixo teor lipídico sendo, portanto, fonte de interesse numa sociedade engajada na busca por uma alimentação saudável.

Na Tabela 1, podemos observar que em média, os cortes dos jacarés, independente da espécie, apresentam níveis lipídicos menores do que os animais de açougue. A carne de jacaré também apresenta, como a maioria das carnes dos animais exóticos, baixa quantidade de colesterol e menos calorias quando comparada com os animais de açougue (VICENTE et al., 2006; PIRAN et al., 2010).

Tabela 1: Média da composição nutricional da carne dos crocodilianos brasileiros e dos animais de açougue.

Espécies	Componentes (%)			
	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas
<i>Caiman latirostris</i> <sup>a</sup>	76,28	21,57	1,64	1,11
<i>Caiman yacare</i> <sup>b</sup>	74,49	21,88	2,98	1,17
<i>Caiman crocodilus</i> <sup>c</sup>	78,94	17,56	1,69	0,8
<i>Melanosuchus niger</i> <sup>d</sup>	78,17	19,23	1,09	0,75
<b>Animais de Açougue<sup>e</sup></b>				
Bovinos	72,4	21,6	5,5	1
Suínos	67,7	22,6	8,8	1
Aves	76,4	17,8	4,9	0,9

Fontes: <sup>(a)</sup>Sobrane Filho et al. (2018); <sup>(b)</sup>Fernandes et al. (2017); <sup>(c)</sup>Souza (2006) *apud* Kluczkovski Junior e Kluczkovski (2015); <sup>(d)</sup>Kluczkovski Junior et al. (2015); <sup>(e)</sup>NEPA-UNICAMP. Adaptada de Kluczkovski Junior e Kluczkovski (2015).

Na Tabela 2 está apresentada a composição centesimal do filé da cauda de diferentes espécies de crocodilianos. Nesta, pode-se observar uma variação no nível de proteína e lipídeos, que pode ser devido a diferenças na origem dos animais (cativeiro *versus* hábitat natural). Essa comparação entre diferentes espécies de crocodilianos deve ser feita com ressalvas, uma vez que temos no caso do *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger*, animais oriundos da natureza, enquanto o *Caiman latirostris* e *Caiman yacare* são oriundos de cativeiro, recebendo alimentação controlada e condições ambientais distintas. Esta situação foi observada por Vicente Neto et al. (2006), visto que os jacarés-do-Pantanal (*Caiman yacare*), oriundos de criadores, tiveram composição nutricional distinta dos cortes cárneos quando comparada com animais

capturados de hábitat natural, justificando um menor teor protéico e menor teor lipídico do *Caiman crocodilus* (jacaretinga) e *Melanosuchus niger* (jacaré-açu), excluindo, obviamente, as diferenças particulares das espécies.

Tabela 2: Composição centesimal do filé da cauda de diferentes espécies de crocodilianos brasileiros de interesse comercial.

Espécies	Componentes (%)			
	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas
<i>Caiman latirostris</i> <sup>a</sup>	73,34	22,16	2,25	1,01
<i>Caiman yacare</i> <sup>b</sup>	75,5	22,8	2,1	1,3
<i>Caiman crocodilus</i> <sup>c</sup>	80,68	17,51	1,0	0,79
<i>Melanosuchus niger</i> <sup>d</sup>	78,42	17,79	1,75	0,88

Fontes: <sup>(a)</sup>Sobrane Filho et al. (2018); <sup>(b)</sup>Fernandes et al. (2017); <sup>(c)</sup>Souza (2006) *apud* Kluczkovski Junior e Kluczkovski (2015); <sup>(d)</sup>Kluczkovski Junior et al. (2015).

Além do local de origem do jacaré, outras variáveis podem influenciar na composição nutricional da carne, como o sexo, pois os machos apresentam uma carne mais amarelada e com um menor conteúdo lipídico que as fêmeas (FERNANDES et al., 2017) e o tamanho dos animais, sendo observado que os animais (jacaré-do-Pantanal) com 14 meses possuíam cortes cárneos com melhor qualidade físico-química do que os mais velhos (VICENTE NETO et al., 2007). Em contrapartida, Sobrane Filho et al. (2018) observaram que os jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) possuem melhor qualidade físico-química quando mais velhos. Outros estudos necessitam ser realizados, principalmente nas espécies que estão sendo exploradas no sistema “*Harvesting*”, para melhor compreender a composição química dos cortes cárneos e as reais diferenças existentes nas espécies, em relação à qualidade produtiva e nutricional dos cortes.

Fernandes et al. (2017), ao avaliarem espécimes de jacarés-do-Pantanal, quanto à qualidade nutricional dos cortes, concluíram que o filé da cauda apresentou menor teor lipídico e maior quantidade de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, enquanto o filé do lombo, filé do dorso e a coxa apresentaram maior quantidade de níveis totais de ácidos graxos poli-insaturados, sendo interessantes à nutrição humana. Já Vicente Neto et al. (2006), observaram que o filé do dorso apresentou as características mais adequadas de composição centesimal e de colesterol, demonstrando assim uma melhor qualidade. Desta forma, a qualidade nutricional dos cortes cárneos dos crocodilianos vem de encontro a aceitação do consumidor (ROMANELLI, 1995; AZEVEDO et al., 2009; CASTRO et al., 2018), colaborando com o desenvolvimento da cadeia produtiva de crocodilianos.

## Considerações Finais

De modo geral, a cadeia produtiva dos crocodilianos brasileiros está passando por uma evolução, assim como qualquer espécie produtiva. Na cadeia da carne suína, o setor, como um todo, mobilizou-se para entender os principais gargalos do consumo da carne suína entre 1994 e 2004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS, 2019), e chegaram aos seguintes fatores comprometedores:

1. Preconceito com relação ao impacto sobre a saúde do consumidor.
2. Cortes pouco práticos, na perspectiva do cliente.
3. Cortes volumosos, quase sempre associados a eventos festivos.
4. Apresentação inadequada nos pontos-de-venda, quase sempre associada à gordura.
5. Percepção de preço elevado.

Assim como ocorreu com a suinocultura, os criadores de jacarés possuem similares gargalos de consumo que devem ser estudados. Podemos pontuar de forma análoga algumas melhorias já ocorridas na cadeia cárnea de crocodilianos, tais como a diversificação de cortes, diminuição de volume dos cortes e a melhor apresentação nos pontos de venda.

Porém, alguns pontos como preconceito em relação ao produto (por ser de jacarés) e as dúvidas quanto à origem da carne devem ser combatidos pelo setor produtivo, através de campanhas de ampla divulgação, como ocorrido recentemente na campanha “Carne de Jacaré sabor saudável e consciência ambiental”, executada pela Cooperativa dos criadores de Jacaré do Pantanal (COOCRIJAPAN), visando o combate ao desconhecimento da população quanto a cadeia cárnea dos crocodilianos e o seu crescimento, além da real qualidade de produto.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. Um novo olhar sobre a carne suína. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/um-novo-olhar>> Acesso em: 20 de março de 2019.

AZEVEDO, I. C. et al. Teste de aceitação e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. *Ciência Rural*, v. 39, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n2/a34v39n2.pdf>>.

BOTERO-ARIAS, R.; MARMOTEL, M.; QUEIROZ, H. L. Projeto de manejo experimental de jacarés no Estado do Amazonas: Abate de jacarés no Setor Jarauá – Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. *Uacari*, v. 5, n. 2, p. 49-58, 2009.

BRASIL. Lei 5.197 de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção a fauna e das outras providências. *Diário Oficial da União* publicado em 5/1/1967. Disponível em: <<http://www>.

planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/l5197.htm>. Acesso em 06 fev. 2019.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7735.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7735.htm)>. Acesso em: 01/2019.

BRASIL, Lei nº. 7.889, de 23 de novembro de 1989. Dispõe sobre inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal e dá outras providências, 1989.

BRASIL. Lei complementar Nº 140 de 8 de dezembro de 2011 - Descentralização da gestão e autorização de empreendimentos de fauna silvestre. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, v. 1, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura (RIISPOA). Pescados e derivados. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Alteração do *caput* do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, de 29 de março de 1952. Diário Oficial da União, Brasília, MAPA, 2017. Aprovado pelo Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. 108p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 126, de 13 de fevereiro de 1990. Dispõe sobre registro de criadouro com finalidade comercial, destinado à recria em cativeiro de *Caiman crocodylus yacare*. Diário Oficial da União, Brasília, 19 fev. 1990. Seção I, p. 3332/33.

BRASIL. Resolução CEMAAM nº 008, de 27 de junho de 2011. Estabelece Procedimentos Técnicos para o Manejo de Jacaré, oriundo de Unidades de Conservação de Uso Sustentável do Estado do Amazonas, 2011.

BRESSAN, M. C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne do peito de frango. (Tese). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 201 p., 1998.

CAMPOS, Z.; COUTINHO, M. E.; OLIVEIRA, T. M. Abate humanitário de crocodilianos. Circular Técnica 59, Embrapa Pantanal, 2 p., 2005.

CASTRO, R. L. R. et al. Análise sensorial de filé de cauda de jacaré-do-Pantanal embalados em atmosfera modificada, 55, 2018, Goiânia. In: **55<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de**

**Zootecnia**, Goiânia – GO. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2496.pdf>>. Acesso em 12/01/2019.

COSSU, M. E. et al. Carcass and meat characterization of "yacare overo" (*Caiman latirostris*) and "yacare negro" (*Caiman yacare*). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 44, n. 5, p. 329, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26615/28398>>.

DE LA OSSA, V. J. et al. Métodos de Campo. In: MORALES- BETANCOURT, M. A.; LASSO, C. A.; DE LA OSSA, V. J.; FAJARDO-PATIÑO, A. (Eds.). **VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia**. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia, Cap. 3, p. 39-68, 2013.

FERNANDES, V. R. T. Caracterização e processamento da carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*): composição físico-química e rendimento. (Dissertação). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2011. 129 p.

FETT, M. S. **Criação de jacaré para abate**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI - RS. Departamento Regional. 2005. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/acessoRT/1435>. Acesso em 10/04/19.

FINNIE, J. W. Brain Damage Caused by a Captive Bolt Pistol. J. Comp. Path, v. 109, p. 253-258, 1993.

GALLO, C.; TEUBER, C.; CARTES, M.; URIBE, H.; GRANDIN, T. Mejoras en la insensibilización de bovinos con pistola neumática de proyectil retenido tras cambios de equipamiento y capacitación del personal. Archivos de Medicina Veterinaria, v. 35, n. 2, p. 159-170, 2003.

GIRARDI, W. C.; DA SILVA J. A.; TORAL, F. L. B. Efeito do peso ao abate do jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*, Daudin 1802) sobre o rendimento de cortes comerciais da carcaça. In: **45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Lavras, MG, 45, 2008.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 370 p., 2006.

GRACEY, J. F; COLLINS, D. S. Humane Slaughter. In: **Meat hygiene**. London: Bailliere Tindall, 1992. p. 143-167.

IBAMA. Instrução Normativa nº 07 de 30 de abril de 2015. Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas.

IBAMA. Instrução Normativa nº 63 de 30 de março de 2005. Dispõem respectivamente sobre funcionamento de criadouros de animais da fauna silvestre brasileira com fins econômicos e

industriais e o registro de criadouro com finalidade comercial, destinado à recria em cativeiro de “*Caiman crocodylus yacare*”, na Bacia do Rio Paraguai. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/IN-IBAMA\\_63\\_de\\_30\\_Mar%C3%A7o\\_2005\\_Projeto\\_Demosntrativo\\_Sistema\\_Aberto\\_de\\_Recria.PDF](http://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/legislacao/IN-IBAMA_63_de_30_Mar%C3%A7o_2005_Projeto_Demosntrativo_Sistema_Aberto_de_Recria.PDF). Acesso em 10/12/2018.

IBAMA. Portaria nº 118-N, de 15 de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0118-151097.PDF>. Acesso em 11/01/2019.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Instrução Normativa 28/2012, de 05 de setembro de 2012. Estabelece normas para utilização sustentável de Crocodilianos, por meio de Plano de Manejo, em RESEX, FLONA e RDS. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que\\_somos/minuta\\_in\\_Manejo\\_croc\\_versao\\_final\\_30\\_08\\_2012.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que_somos/minuta_in_Manejo_croc_versao_final_30_08_2012.pdf)>. Acesso em 15/12/2018.

KING, F. W.; BRAZAITIS, P. Species identification of commercial crocodilian skins. *Zoologica* (NY), v. 56, n. 2, p.15-70, 1971.

KLUCZKOVSKI, A. Caracterização do perfil de ácidos graxos da gordura e no concentrado proteico e caracterização da textura da carne de jacarés. (Tese). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, PPG em Ciência dos Alimentos, 71 p., 2017.

KLUCZKOVSKI JUNIOR, A.; KLUCZKOVSKI, A. M. **Cadeia produtiva de jacarés da Amazônia: aspectos técnicos e comerciais**. 1ª. ed., Manaus: Nova Letra Gráfica & Editora. 128 p. 2015.

KLUCZKOVSKI JUNIOR, A et al. Carcass yield and proximate composition of Black caiman (*Melanosuchus niger*) meat. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, v. 7, n. 4, p. 47-53, 2015. Disponível em: <<http://academicjournals.org/journal/IJFA/article-abstract/4AA43F752325>>.

MANOLIS, S. C.; WEBB, G. J. W. (Eds.). **Best Management Practices for Crocodilian Farming**. Version 1. IUCN – SSC Crocodile Specialist Group: Darwin, Australia, 2016.

MEDEIROS, N. B. C. et al. Rendimento de carcaça e cortes comerciais de *Caiman yacare* criados em sistema *ranching* na Amazônia Legal, 4, 2017, Paragominas. In: **IV Congresso de Zootecnia da Amazônia**, Paragominas, 2017. Disponível em: < <http://www.sisgeenco.com.br/sistema/zootecnia/zootecnia2017/ARQUIVOS/GT6-40-26-20171006141927.pdf>>. Acesso em 18/01/2019.

MIGUEL, G. Z. et al. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore×Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat Science*, v. 96, n. 2, p. 884-891, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.030>. Acessado em 15/01/2019.

OLIVEIRA, R. F. et al. Effects of air temperature on physiology and productive performance of pigs during growing and finishing phases. *South African Journal of Animal Science*, v. 48, n. 4, p. 627-635, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-15892018000400004&lang=pt](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892018000400004&lang=pt)>. Acessado em 15/01/2019.

PEUCKER, S. K. J.; JACK, R. H.; DAVIS, B. M.; GRAHAM, I. Development of electrical stunning equipment for farmed crocodiles. In: **Crocodiles. Proceedings of the 17th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. Darwin, 24-29 May, 2004.

PIRAN, C. Propostas para a gestão da qualidade e da segurança do alimento da unidade processadora de carne de Jacaré da Cocrijapan. (Dissertação). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 153 p., 2010.

PRANDAL, O.; FISCHER, SCHIMIDHOFER, T.; SINEL, H. J. **Tecnologia y Higiene de la Carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

ROÇA, R. O. Abate humanitário: o ritual kasher e os métodos de insensibilização de bovinos. (Tese). Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 232 p., 1999.

RODRIGUES, E. C. et al. Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 2, p. 448-455, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n2/a27v31n2>>.

ROMANELLI, P. F. Propriedades tecnológicas da carne do jacaré-do-Pantanal *Caiman crocodilus yacare* (Daudin, 1802) (Reptilia, Crocodilia). Universidade Estadual de Campinas, 157 p., 1995. Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP4fa000cdc1e780dbcd63aa6dfb3d979b>>

SEYMOUR, R. S.; WEBB, G. J. W.; BENNETT, A. F.; BRADFORD, D. F. Effect of capture on the physiology of *Crocodylus porosus*. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J. **Wildlife Management: Crocodile and Alligators**. Surrey Beatty & Sons: Sydney, 1987. p. 253-257.

SOBRANE FILHO, S. T. L-arginina suplementar para frangos de corte. (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras. 109 p., 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/29082>>.

SOBRANE FILHO, S.T.; CRUZ, F. L.; LIMA, E. M. C.; SANTOS, D. M.; ROSA, P. V. Composição centesimal da carne de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris* Daudin, 1802) de diferentes grupos etários. In: **Congresso Mineiro de Engenharia de Alimentos**, 4, 2018, Lavras - MG. **Anais do IV Congresso Mineiro de Engenharia de Alimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, v. 4, p. 1-5, 2018.

SWATLAND, H. J. Slaughtering. p. 10, 2000. Disponível em: <<http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm>. 10p. 1999>.



VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. *Biota Neotropica*, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.

VICENTE NETO, J. et al. Composição centesimal e colesterol da carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 701-706, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a16.pdf>>. Acesso em 22/01/2019.

VICENTE NETO, J. et al. Avaliação físico química da carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare* Daudin, 1802) de idades diferentes. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 1430-1434, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542007000500](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000500)>.

WILKINSON, P. M. Captura de crocodídeos vivos: incluye caimanes, cocodrilos y crocodídeos del nuevo mundo. In: **Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG/SSC/IUCN)**, 17 a 20 de maio, Santa Fe, Argentina, p. 13-28, 2005.

## TEMA 4

# Medicina Veterinária e Saúde de Crocodilianos

Capítulo 9 - Semiologia e clínica de crocodilianos	pág. 233
Capítulo 10 - Patologia clínica de crocodilianos brasileiros	pág. 257
Capítulo 11 - Contenção farmacológica e anestesia em crocodilianos	pág. 296
Capítulo 12 - Ectoparasitas de crocodilianos brasileiros	pág. 310
Capítulo 13 - Técnicas de necropsia em crocodilianos	pág. 328
Capítulo 14 - Endoparasitas em crocodilianos brasileiros	pág. 350
Capítulo 15 - Histologia de crocodilianos	pág. 366

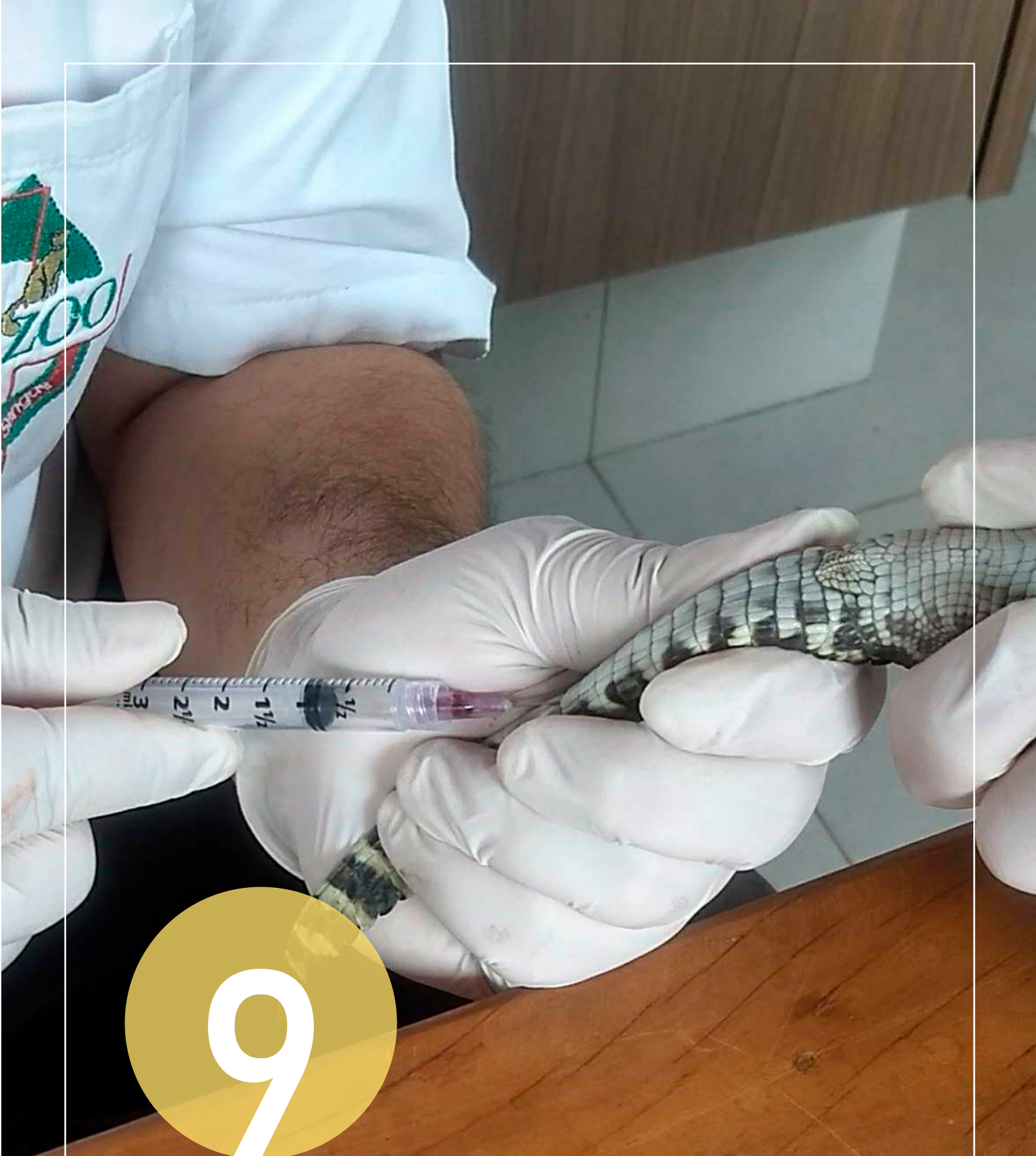


Foto: Adriano Bauer

## SEMIOLOGIA E CLÍNICA DE CROCODILIANOS

Adriano Bauer, Renato Moyon Florio Yabiku, Gustavo Bauer

## Introdução

A medicina veterinária de animais selvagens encontra-se em constante evolução, com o surgimento de cada vez mais estudos aplicados às diferentes classes e espécies. Particularmente, a destruição de habitats e a caça ilegal resultaram no declínio das populações selvagens até meados dos anos 80, motivando a criação e implantação dos programas de manejo em cativeiro para fins de conservação que, associados aos jardins zoológicos e criadouros comerciais de produção, contribuíram intensamente com o desenvolvimento da medicina veterinária de crocodilianos (BASSETTI, 2016).

Tais ações vêm proporcionando um aumento na produção de material científico, cada vez mais refinado que possibilita oferecer aos animais, uma medicina de qualidade, aliando tecnologia, capacitação técnica e educação ambiental, culminando na melhora da qualidade de vida aos animais mantidos em coleções zoológicas e na conservação dos animais e de seus habitats de origem.

Por definição, “semiologia é a parte da medicina que estuda os métodos de exame clínico, pesquisa os sintomas e os interpreta, reunindo dessa forma, os elementos necessários para construir o diagnóstico e presumir a evolução da enfermidade” (FEITOSA, 2014). No entanto, a avaliação semiológica dos répteis depende do conhecimento das particularidades fisiológicas determinadas pelo fato de serem ectotérmicos e com isso apresentarem demanda energética diferente dos animais endotérmicos e uma íntima relação com fatores abióticos do meio ambiente onde estão inseridos.

## Características anatômicas e fisiológicas

### *Fisiologia cardíaca*

O coração dos crocodilianos apresenta característica diferente dos outros répteis, com quatro cavidades completas, dividido em dois átrios e dois ventrículos, lembrando o arranjo encontrado em aves e mamíferos. Entretanto, além da aorta sistêmica que emerge do ventrículo esquerdo, há uma segunda aorta que deixa o ventrículo direito ao lado da artéria pulmonar. As duas aortas comunicam-se após as válvulas cardíacas através do forame de Panizza (NILSSON, 1994).

O forame de Panizza age como uma válvula de pressão permitindo que ocorra o fluxo do sangue entre os sistemas venoso e arterial. Este fluxo de alta pressão para baixa pressão resulta em mistura venosa. Quando o animal está respirando, a pressão ventricular esquerda é maior, permitindo que uma pequena quantidade de sangue oxigenado flua através do forame de Panizza para o suprimento de sangue venoso. Quando o crocodilo submerge, o ar contido nos pulmões restringe o fluxo sanguíneo através dos leitos capilares pulmonares, resultando em hipertensão pulmonar que aumenta a pressão no ventrículo direito e artéria pulmonar. Como resultado, o sangue flui da direita para a esquerda através do forame de Panizza. O sangue

não oxigenado é desviado dos pulmões através do arco aórtico esquerdo para órgãos menos sensíveis a baixos níveis de oxigênio (fígado e estômago) e o sangue oxigenado é desviado para órgãos mais sensíveis à baixa concentração de oxigênio (coração e cérebro).

Durante mergulhos prolongados, onde o suprimento de oxigênio é completamente interrompido, o sistema funciona de maneira sincronizada para garantir o aporte sanguíneo para as artérias coronárias e cefálica, o que permite ao animal permanecer apneico em repouso por até seis horas (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

### ***Fisiologia respiratória***

A unidade funcional no pulmão dos répteis é denominada favéolo e encontra-se na parede do parênquima. O volume pulmonar é muito maior do que o volume pulmonar dos mamíferos, no entanto, nos répteis, a área de troca gasosa é cem vezes menor. O grande volume pulmonar é uma das adaptações evolutivas dos répteis que permitiram o processo de transição do ambiente aquático para o terrestre e serve como um estoque de ar oxigenado. Em aligátors (*Alligator mississippiensis*), o ar inspirado é responsável por 85% do estoque total de oxigênio, e durante o mergulho este oxigênio pode ser consumido quase completamente ( $PO_2$  equivalente a 7 mmHg) sem que o animal perca a consciência (WOOD e LENFANT, 1976).

Os crocodilianos permanecem grande parte do tempo sob a água, apenas com olhos e narinas para fora, e as narinas atuam como válvulas impedindo a entrada de água. Na cavidade oral a válvula gular, localizada na porção caudal da língua e do palato, isola a glote e possibilita que os animais abram a boca mesmo quando totalmente submersos (FLEMING e FONTENOT, 2014a).

Existem dois movimentos ventilatórios distintos, o bombeamento gular, utilizado apenas para olfação e os movimentos abdominais para respiração (HUCHZERMEYER, 2003). Na cavidade celomática, duas membranas de tecido conjuntivo (pós-pulmonar e pós-hepática), são ligadas aos músculos intercostais, abdominal transverso e músculo diafragmático, e atuam de maneira semelhante ao diafragma dos mamíferos (FLEMING e FONTENOT, 2014b). Na expiração ocorre um deslocamento cranial do fígado pelos músculos abdominais transversos, enquanto na inspiração a contração dos músculos diafragmáticos traciona o fígado no sentido caudal, criando uma pressão negativa e favorecendo a entrada de ar nos pulmões. A laringe localiza-se imediatamente após as narinas internas, de modo que a porção caudal da cavidade oral é eliminada do trajeto de fluxo de ar durante a inspiração e não contribui para o espaço morto respiratório (GANS e CLARK, 1976). Quando o animal está submerso, a expiração torna-se passiva, devido à pressão da água sobre o corpo do animal e a inspiração requer um aumento do esforço muscular (GANS e CLARK, 1976).

Nos mamíferos, o equilíbrio ácido-base e a  $PCO_2$  são essenciais no controle da respiração. No entanto, como os répteis são muito tolerantes tanto à anóxia quanto às alterações

ácido-básicas, a temperatura torna-se o fator principal de controle respiratório. O aumento da temperatura corporal aumenta a demanda por oxigênio, estimulando o aumento do volume de oxigênio circulante. O aumento da tensão de oxigênio diminui a taxa de respiração (WOOD e LENFANT, 1976; O'MALLEY, 2005).

### ***Fisiologia renal***

Os crocodilianos apresentam um par de rins lobulados adjacentes à coluna vertebral e não possuem bexiga urinária. Estruturalmente, os glomérulos nos répteis são pouco desenvolvidos, com menos capilares por grama de peso corporal do que o encontrado nas aves (HOLZ e RAIDAL, 2006). Nos rins dos répteis, o fornecimento de sangue arterial acontece através de ramos da artéria renal e a drenagem venosa dos rins é realizada pelas veias ilíacas e pélvicas, chegando à veia pós-cava (HOLZ e RAIDAL, 2006).

A excreção de compostos nitrogenados pelos rins dos crocodilianos, em jejum, é realizada nas formas de amônia e ácido úrico em quantidades aproximadamente iguais. Após a alimentação a excreção de amônia atinge o pico máximo, enquanto a proporção de ácido úrico na urina diminui. Esta diminuição na depuração do ácido úrico leva ao aumento dos níveis de ácido úrico no plasma, predispondo os animais à gota úrica (HUCHZERMEYER, 2003).

### ***Sistema porta renal***

O sangue flui da cauda pela veia caudal e dos membros pélvicos pelas veias ilíacas, encontrando as duas veias porta renais aferentes que levam o sangue até os rins. Nos rins, o sangue entra em uma série de capilares que perfundem as células dos túbulos renais. A partir daí, o sangue sai dos rins pelas veias porta renais eferentes. Estes fundem-se para formar a veia pós-cava, que leva o sangue de volta ao coração (HOLZ, 1999).

### ***Função do sistema porta renal***

Os rins dos répteis não apresentam a alça de Henle e por isso não são capazes de produzir urina hipertônica em relação ao plasma sanguíneo. Para diminuir a excreção de água pela urina é necessário que ocorra a diminuição da taxa de filtração glomerular, e é aqui que atua o sistema porta renal. A diminuição da taxa de filtração glomerular acontece através de mecanismo mediado por ação do hormônio arginina vasotocina, levando à constrição da arteríola glomerular aferente, interrompendo o fluxo de sangue através do glomérulo. O sistema porta renal, portanto, atua garantindo o fornecimento de sangue para as células tubulares e impedindo a necrose isquêmica, mesmo com a diminuição da taxa de filtração glomerular em consequência da diminuição da perfusão do órgão (HOLZ, 1999).

No entanto, o fluxo sanguíneo dos membros pélvicos e cauda nem sempre passarão pelos rins antes de atingir a circulação sistêmica. As veias pélvicas unem-se às veias ilíacas antes da ligação com as veias porta renais aferentes e podem desviar o sangue ao redor dos rins levando à veia abdominal, onde o sangue flui para o fígado. O mecanismo que controla a atividade do sistema porta renal ainda não é plenamente compreendido.

### ***Sistema digestório***

Crocodilianos são carnívoros oportunistas e podem tanto caçar ativamente, como predação de carcaças mortas por outros animais. Apresentam um trato digestório simples, característico de animais carnívoros e relativamente curto, se comparado ao de mamíferos ou de aves. Não realizam mastigação e arrancam pedaços das presas por dilaceração através de movimentos giratórios no próprio eixo longitudinal, após à apreensão com os dentes (HUCHZERMEYER, 2003; O'MALLEY, 2005; FLEMING e FONTENOT, 2014b).

Os dentes cônicos e pontiagudos são renovados constantemente nos animais jovens e com menor intensidade conforme a idade avança. A dentição é classificada como tecodonte, onde os dentes encontram-se acomodados dentro de um alvéolo dental profundo, porém, não possuem membrana periodontal (HUCHZERMEYER, 2003). É comum acontecer a regurgitação de bolas de pelos e eventualmente outros itens de difícil digestão. Gastrólitos também são frequentemente encontrados durante exames radiográficos e considerados normais para os crocodilianos (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

Ademais, apresentam acúmulo de gordura abdominal, utilizada como principal estoque energético para o músculo cardíaco e acumulam gordura em células somáticas de gordura no mediastino, celoma e musculatura da cauda (HUCHZERMEYER, 2003).

### ***Sistema tegumentar***

A pele é totalmente coberta de escamas e não apresenta glândulas sudoríparas. As escamas na região dorsal, do tronco e da cabeça possuem placas ósseas e são denominadas osteodermos. Podem apresentar um par de glândulas gulares e em algumas espécies também são encontradas glândulas peri-cloacais.

### ***Olhos e orelhas***

Os olhos apresentam duas pálpebras (superior e inferior) assim como a membrana nictitante, possibilitando que os animais mantenham os olhos abertos durante o mergulho. Os olhos podem ser recolhidos para dentro do globo ocular durante a alimentação, através da ação de musculatura esquelética. Duas aberturas, (uma de cada lado da cabeça), caudais à posição

dos olhos, correspondem às aberturas das orelhas. Quando o animal submerge, essa abertura fecha-se como uma válvula, impedindo a entrada de água (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

### ***Sistema reprodutor***

Os crocodilianos apresentam hierarquia social complexa, estabelecida através da agressividade com outros membros do grupo, por sinalizações visuais, vocalização e demarcação territorial com feromônios. Os machos costumam ser maiores do que as fêmeas e frequentemente apresentam comportamento agressivo junto a outros machos, onde um indivíduo impõe dominância sobre todos os outros machos do grupo (MOLINA, 2001; GRIGG e KIRSHNER, 2015).

A fertilização é interna, são ovíparos e apresentam comportamento reprodutivo elaborado que envolve inclusive o cuidado parental, característica marcante nos crocodilianos. As fêmeas constroem os ninhos, realizam a postura, defendem o ninho durante todo o período de incubação dos ovos e continuam cuidando dos filhotes por semanas após a eclosão.

A determinação sexual não é cromossomial e sofre influência direta da temperatura a que os ovos são submetidos na incubação, durante o período de desenvolvimento embrionário (GRIGG e KIRSHNER, 2015).

## **Manejo**

Os crocodilianos são encontrados em vários ecossistemas, especialmente nos trópicos e vivem em estreita associação com habitats aquáticos, como rios, lagos, pântanos e estuários. Deste modo, o conhecimento da fisiologia básica de cada espécie e dos quatro pontos cardeais do manejo de répteis – ITAU – onde Iluminação, Temperatura, Alimentação e Umidade do habitat tornam-se imprescindíveis no processo de avaliação clínica dos animais, uma vez que as condições ambientais inadequadas implicarão em situações predisponentes de grande parte das enfermidades que acometem os répteis em geral, especialmente quando tratarmos de animais mantidos em cativeiro.

### ***Iluminação***

A luz visível é apenas uma porção do espectro eletromagnético cuja radiação composta por fótons, pode ser captada pelos olhos humanos. Répteis diurnos, sobretudo os herbívoros, possuem visão tetracromática, ou seja, possuem quatro tipos de cones: vermelho, verde, azul e *True-UV*. Este último permite enxergar radiação UVA. Esta radiação está associada ao bem estar, pois permite ao animal localizar alimentos, parceiros reprodutivos, rivais e predadores. A radiação UVB é invisível para os répteis e está relacionada à síntese de vitamina D e consequente absorção de cálcio no intestino e a falta de radiação UVB pode levar a doenças osteometabólicas severas (O'MALLEY, 2005).



O Sol é a principal fonte de energia térmica para termorregulação e fornece iluminação essencial para a vida. A luz solar compreende todo o espectro eletromagnético. Em cativeiro, a suplementação das diversas radiações (da infravermelha à UVB) não é tão simples. Lâmpadas frias emitem luz branca e não aquecem muito, mas emitem radiação UVA e todo o espectro luminoso, enquanto lâmpadas incandescentes liberam bastante energia térmica (radiação infravermelha) e espectro de luz amarelado. As lâmpadas de vapor metálico emitem radiação UVA e UVB em níveis satisfatórios e podem ser utilizadas com segurança se respeitadas as distâncias mínimas de segurança.

### ***Termorregulação***

Como vertebrados ectotérmicos, não apresentam mecanismos endógenos para regular a temperatura corpórea, portanto, dependem do ambiente externo para ganhar ou perder calor e assim, controlar as atividades metabólicas (ASPINALL e CAPELLO, 2015).

A termorregulação é controlada pelo núcleo pré-óptico no hipotálamo, onde o sangue, oriundo do coração, chega através das artérias carótidas internas. Os sensores de temperatura ali presentes desencadeiam os padrões comportamentais e fisiológicos para controle da temperatura corpórea (O'MALLEY, 2005). Os crocodilianos utilizam principalmente o assoalhamento, alternando entre o aquecimento direto sob a luz solar e a área sombreada ou a água. Esse mecanismo é repetido constantemente com a finalidade de manter a temperatura corpórea dentro de uma estreita faixa de variação (MOLINA, 2001).

Dependendo do hábitat de origem da espécie, existe uma temperatura corporal preferida. A zona de conforto térmico representa o intervalo de temperatura ambiente em que um réptil funciona mais eficientemente, sendo maior para animais oriundos de regiões tropicais e ligeiramente mais baixos para animais de clima temperado (ASPINALL e CAPELLO, 2015).

Durante os processos patológicos, infecciosos ou não, os répteis podem apresentar dificuldades na regulação de temperatura, como o que chamamos de “febre comportamental”. Em grande parte dos casos, os animais procuram incessantemente por fontes de calor. No entanto, durante períodos de hipóxia, como nos casos de pneumonia grave, podem apresentar comportamento antagônico procurando regiões de temperaturas mais baixas na tentativa de diminuir a demanda por oxigênio (O'MALLEY, 2005).

Flutuações de temperatura podem frequentemente resultar em uma diminuição ou mesmo interrupção do consumo de alimentos durante períodos mais frios. Mesmo os crocodilianos mantidos em recintos fechados, podem reduzir o apetite durante os meses de inverno, com a queda da temperatura ambiente e a alteração do ciclo de luminosidade. Porém, animais anoréxicos à temperatura ambiente constante, dentro de um intervalo de 26 a 32 °C devem ser considerados anormais (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

## ***Alimentação***

Como carnívoros oportunistas, comem uma variedade de itens, incluindo insetos, moluscos, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, e a maior parte das espécies é de caçadores noturnos, cujas dietas podem variar de acordo com o hábitat, tamanho e idade (MOLINA, 2001). Para animais mantidos em cativeiro, a alimentação precisa considerar detalhes que são fundamentais para o sucesso no desenvolvimento. Animais congelados utilizados para alimentação não devem ser armazenados por mais de três meses para evitar a decomposição de antioxidantes, como a vitamina E, outras vitaminas e minerais.

Outro detalhe importante é o fato de que muitas espécies de peixes brancos possuem a enzima tiaminase entérica, que quebra a vitamina B1. A tiaminase não é inativada pelo congelamento e, portanto, continua a quebrar a vitamina B nos peixes congelados. Quanto mais tempo o peixe estiver congelado, menos vitamina B estará disponível, o que pode resultar em hipovitaminose B nos animais que deles se alimentam. Crocodilianos alimentados com dieta à base de peixes podem e devem ser suplementados com complexos vitamínicos e minerais ou outras presas inteiras. O estoque de peixes congelados não deve ser maior do que a necessidade mensal do manejo para reduzir o acúmulo de tiaminase nesses peixes. Suplementos vitamínicos e minerais empregados na suplementação da alimentação devem ser armazenados congelados ou refrigerados. O armazenamento em ambientes com temperaturas flutuantes pode provocar rápida degeneração dos nutrientes (FLEMING e FONTENOT, 2014a).

## ***Umidade***

Como já citado, os crocodilianos apresentam estreita relação com corpos d'água e, portanto, o planejamento de recintos de exposição ou manutenção ou mesmo situações de internação, devem contemplar um corpo d'água onde o animal possa entrar. Embora os crocodilianos sejam muito resilientes quanto à qualidade da água, o controle dos parâmetros químicos deve ser realizado de maneira sistemática para evitar o crescimento de microrganismos patogênicos. A aeração e filtração da água, assim como a frequência da renovação parcial da água dos reservatórios utilizados, devem ser compatíveis com o volume de água a ser tratado, bem como deve ser considerada a quantidade de matéria orgânica acumulada na água.

## **Exame clínico**

A avaliação clínica, portanto, deve considerar as questões ambientais e eliminar todas as variáveis relacionadas ao manejo. Por isso, a anamnese com perguntas pertinentes ao lugar e tipos de manejo é parte determinante do exame clínico. As perguntas a seguir podem contribuir para definir quais atitudes serão tomadas no decorrer da avaliação do animal (Quadro 1).

#### Quadro 1: Perguntas importantes para anamnese de crocodilianos

1. Qual o hábitat de origem da espécie e qual o comportamento normal esperado para a mesma?
2. Qual o histórico de saúde do plantel com relação às enfermidades anteriores e queixa principal atual?
3. Quais são os protocolos de admissão de novos indivíduos e como funciona a quarentena?
4. Quais os cuidados de biossegurança implantados no recinto para mitigação de contaminação?
5. Existe controle (presença de termo-higrômetro no recinto) e registro (histórico) das temperaturas e umidade sazonais do ambiente e da água?
6. Existe protocolo padrão de controle das qualidades físico-químicas da água? Qual a origem da água que abastece o recinto?
7. Existem barreiras visuais adequadas para fuga, pontos de assoalhamento, e área de lago suficientes em relação ao tamanho e a quantidade dos animais no recinto?
8. Qual é a composição básica da dieta? Frequência de administração como é oferecida aos animais? Existe algum programa de suplementação vitamínico e mineral?

Fonte: Adaptado de Martelli (2018).

Ao iniciar a inspeção, primeiro deve-se observar os animais de longe, no recinto ou em vida livre para não interferir na resposta comportamental (Quadro 2). É importante lembrar que os crocodilianos são animais de comportamento social e que dentro de um grupo sempre haverá uma hierarquia. Indivíduos que se aquecem em lugares incomuns podem ser indivíduos excluídos por um animal dominante (MOLINA, 2001; HUCHZERMEYER, 2003; MARTELLI, 2018).

Durante essa avaliação prévia, também é importante procurar por excretas fora da água, regurgitado ou restos de alimento e a presença ou não de áreas de nidificação. O histórico detalhado dos animais do plantel é primordial no processo de construção do raciocínio clínico.

Preferencialmente, o exame físico deve acontecer no mínimo cinco dias após a alimentação, para evitar interferências na interpretação de exames ultrassonográficos realizados com estômago repleto e também devido ao aumento fisiológico da lipemia, bicarbonatos e ácido úrico plasmáticos no período pós-prandial (MARTELLI, 2018).

Quadro 2: Sinais clínicos observados a distância em crocodilianos.

Sinais clínicos	Diagnóstico potencial
Aumento de volume abdominal.	Pansteatite necrótica, onfalite, enterites e gota úrica.
Opstótono, letargia e incoordenação.	Infecções, trauma, doença osteometabólica e deficiência de tiamina.
Lesões de pele, lacerações, fraturas e edema articular.	Traumas, doenças metabólicas e sepse.
Descarga nasal e cavidade oral.	Infecções respiratórias, gastroenterites e regurgitação.
Olhos vermelhos ou brancos e panoftalmia.	Associados a doenças infecciosas sistêmicas (clamidiose, micoplasmose, herpesvirus) e traumas.

Fonte: Adaptado de Fleming e Fontenot (2014b).

### **Contenção**

A contenção representa grande parte do sucesso no manejo de qualquer animal selvagem. A escolha entre contenção física ou química depende do coordenador da atividade e da sua experiência na utilização das técnicas (MARTELLI, 2018). A contenção física de crocodilianos é uma atividade que envolve grande risco potencial e muita responsabilidade, porém, é possível que muitos procedimentos de rotina sejam realizados, sem a necessidade de utilização de fármacos sedativos ou anestésicos. Antes que seja iniciado o procedimento, o planejamento da contenção deve considerar aspectos básicos como: o risco potencial ao animal e à equipe; a finalidade da contenção; o acesso a sítios de colheita, a administração de fármacos ou realização de exames diagnósticos. Assim, o trabalho torna-se mais seguro para todos os técnicos envolvidos e para os animais, viabilizando a realização de todas as atividades pretendidas.

A contenção física de crocodilianos envolve a utilização de laços ou cambões, toalhas úmidas, fita adesiva, cordas e eventualmente cabos de aço. A avaliação do espaço, a presença de outros animais na área, se o manejo será realizado na parte seca ou na água, possíveis rotas de fuga, enfim, todas as variáveis devem ser avaliadas previamente (VLIET, 2014). Após a contenção da cabeça com laço ou cambão, procede-se a imobilização do corpo do animal utilizando a quantidade de pessoas necessárias de acordo com o tamanho do crocodiliano. O uso de dardos para aplicação de fármacos à distância pode apresentar dificuldade adicional, devido à presença dos osteodermas na região dorsal. Ainda, quando utilizada essa técnica, é importante que o animal seja prontamente imobilizado e conduzido a uma área segura, evitando riscos de afogamento durante a indução e recuperação anestésica (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

No caso de procedimentos anestésicos, especialmente o emprego de anestesia inalatória, é fundamental recordar da fisiologia do sistema circulatório. O desvio da circulação da direita para a esquerda através do Forame de Panizza pode ter implicações clínicas durante a anestesia inalatória, pois o desvio do sangue para circulação sistêmica pode prolongar o efeito da ação do anestésico nos pulmões (FLEMING e FONTENOT, 2014b).

### ***Vias de venipunção e administração de fármacos***

As vias de administração de fármacos mais utilizadas são as vias intramuscular e intravenosa, porém as vias intracelômica e intraóssea também podem ser viáveis dependendo do tamanho do animal e da finalidade do acesso. Os membros pélvicos e cauda podem ser utilizados como vias de acesso intramuscular e intravenosa, porém, deve-se atentar ao tipo de fármaco a ser administrado e considerar os riscos do mesmo ser direcionado à circulação porta renal e o potencial de lesões, principalmente fármacos nefrotóxicos (BAUER e BAUER, 2014).

Os principais sítios de acesso venoso são a veia jugular externa (seio occipital), veia coccígea lateral e a veia coccígea ventral. Para acessar a veia jugular externa através do seio venoso occipital, deve-se posicionar o animal em decúbito esternal em uma superfície plana e identificar a crista do occipital palpando o crânio. Insira a agulha inclinada num ângulo de 30 graus na linha média, caudal à crista do occipital. Para facilitar a abordagem do seio venoso dorsal entre as três primeiras vértebras cervicais, pode-se realizar uma leve ventroflexão do pescoço. Depois de perfurar a pele entre os osteodermos, aplique pressão negativa e, lentamente, avance a agulha. Quando o sangue começar a surgir na seringa, mantenha a pressão negativa até que a amostra de sangue seja obtida. A menos que a agulha seja excessivamente avançada no sentido ventral, além do seio venoso, o risco de lesão na medula espinhal ou no sistema nervoso central é mínimo, mas deve-se ter cautela (LLOYD e MORRIS, 1999; GRIGG e KIRSHNER, 2015).

A veia coccígea ventral pode ser puncionada com o animal posicionado em decúbito esternal ou contido em decúbito dorsal, dependendo do tamanho do animal (Figuras 1 e 2). O acesso à veia coccígea ventral é realizado puncionando a cauda num ângulo de 60 graus na linha média e avançando a seringa com pressão negativa no sentido ventro-dorsal até que comece a verter sangue na seringa. Uma vez acessado o vaso deve-se continuar a aplicar a pressão negativa até que se tenha colhido amostra de sangue suficiente. No caso de acesso à veia coccígea lateral, procede-se da mesma maneira, porém perfurando a cauda na linha médio-lateral e avançando a seringa no sentido latero-lateral até que o sangue apareça na seringa, realizando assim, a colheita da amostra (LLOYD e MORRIS, 1999).

Em ambos os casos, o calibre do vaso vai diminuindo no sentido crânio-caudal, sendo o menor diâmetro na extremidade da cauda. No caso de animais muito grandes, pode ser necessária a utilização de agulhas espinais para que seja possível atravessar a camada muscular da cauda e ter acesso ao vaso. Outro sítio de colheita para pequenos volumes é o seio venoso localizado no assoalho da mandíbula (Figura 3) (MARTELLI, 2018).



Figura 1: Punção da veia coccígea caudal com animal posicionado em decúbito esternal. Foto: Adriano Bauer.

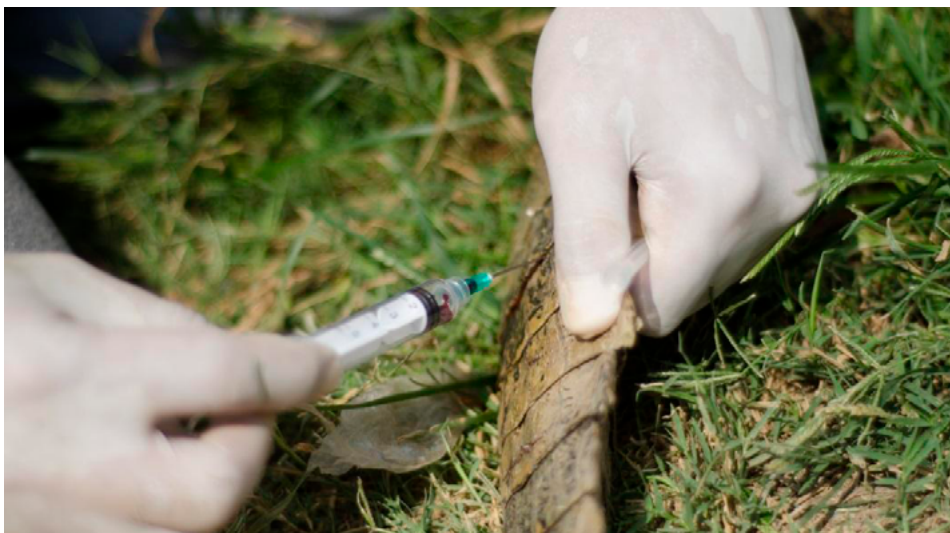


Figura 2: Punção da veia coccígea lateral com animal posicionado em decúbito esternal. Foto: Renato Moyon Yabiku.



Figura 3: Punção do seio venoso no assoalho mandibular de um espécime de jacaré.

Foto: Adriano Bauer.

A cardiocentese também é uma via de venopunção descrita na literatura (LLOYD e MORRIS, 1999). Para realizar a punção cardíaca, deve-se posicionar o animal em decúbito dorsal. O coração encontra-se na linha medial na altura da décima segunda fileira de escamas ventrais, cranial aos membros pélvicos. Inserir a agulha num ângulo de 45 graus no sentido caudo-cranial aplicando pressão negativa até atingir o ventrículo cardíaco. Para animais grandes, pode ser necessária a utilização de agulhas espinais de até 15 centímetros para alcançar a porção caudal do ventrículo

### ***Volume de sangue total***

O volume de sangue total circulante nos crocodylianos é proporcionalmente menor do que nos mamíferos e corresponde entre 3,5 a 5,5% do peso total, assim, o volume de sangue seguro a ser retirado deve ser considerado entre 0,03 a 0,05% do peso do animal (FLEMING e FONTENOT, 2014a).

### ***Diagnóstico***

Existem várias referências da utilização de exames de imagem e patologia clínica na medicina de répteis (CAMPBELL, 2014; DIVERS, 2014; HOCHLEITHNER e HOLLAND, 2014; WYNEKEN, 2014; KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018; MARTELLI, 2018). Técnicas de cultura microbiológica são frequentemente utilizadas em trabalhos científicos, principalmente relacionados à microbiota da cavidade oral e cloacal (BASSETTI e VERDADE, 2014).

Valores de referência para hemograma e bioquímica sérica podem apresentar variações em função de fatores ambientais como temperatura, umidade relativa e nutrição, bem como fatores sazonais como estado reprodutivo e idade (BAUER e BAUER, 2014). Por isso, apesar de existirem vários trabalhos determinando padrões hematológicos crocodilianos, ainda existem lacunas a serem preenchidas para que o diagnóstico seja cada vez mais preciso. A realização periódica de exames hematológicos nos plantéis de zoológicos e criadouros é importante, para aumentar cada vez mais a quantidade de parâmetros analisados em animais onde o manejo é controlado, padronizando os resultados obtidos para assim, refinar a amostragem estatística, tornando as referências mais fidedignas.

Exames radiográficos em crocodilianos podem apresentar desafios na execução e interpretação, devido às dificuldades de manejo, sobretudo, associadas ao tamanho e agressividade dos animais, e também pela presença dos osteodermos dorsais sobrepondo os órgãos localizados abaixo deles (KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018). Ainda assim, sua utilização é eficaz para visualização de corpos estranhos, avaliação da densidade óssea, espaços intervertebrais e fraturas (MITCHELL, 2002; DUNBAR et al., 2015).

Alguns trabalhos empregam a ultrassonografia para acompanhamento da atividade folicular ovariana em jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) e crocodilo-australiano-de-água-doce (*Crocodylus johnstoni*) (TUCKER e LIMPUS, 2006; BASSETTI e VERDADE, 2014). O exame ultrassonográfico pode ser empregado também para determinação de um coeficiente indicador do escore corporal. Para tal, são utilizadas as dimensões da esteatoteca ou gordura celomática (GC) comparados com as medidas do ventrículo (V) aplicando os valores na fórmula GC:V, valores maiores ou iguais a cinco indicam um acúmulo de energia enquanto valores abaixo de meio (0,5) indicam péssima condição corporal (MARTELLI, 2018).

Vale ressaltar que, a endoscopia diagnóstica é uma técnica minimamente invasiva e vem sendo muito utilizada na rotina clínica de animais selvagens, entre eles os crocodilianos. Esta técnica é muito empregada para avaliação de trato respiratório, digestório e para celioscopia exploratória (DIVERS, 2014).

## Enfermidades não infecciosas

Em sua maioria, as ocorrências encontradas nos crocodilianos mantidos em cativeiro são enfermidades não infecciosas e estão relacionadas às lesões traumáticas e doenças associadas ao manejo incorreto. As lesões traumáticas são as observadas com maior frequência em situações de vida livre e em coleções zoológicas, onde são mantidos muitos animais em um mesmo recinto (HUCHZERMEYER, 2003; KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018; MARTELLI, 2018).

Entre as enfermidades mais comuns, relacionadas aos erros de manejo, estão a deficiência de tiamina, pansteatite necrótica e doença do músculo branco associadas à deficiência de vitamina E, além das doenças osteometabólicas (HUCHZERMEYER, 2003). Em filhotes, a



síndrome da má adaptação é um problema muito comum e está associada às oscilações de temperatura no manejo de filhotes, condições inadequadas do recinto e superpopulação (BASSETTI e VERDADE, 2014).

### ***Deficiência de tiamina***

A tiamina ou vitamina B1 é produzida em quantidades suficientes pela microbiota intestinal normal. A destruição da flora pelo uso indiscriminado de antibióticos via oral e as ocasionadas por queda na imunidade, devido a falhas no manejo, podem comprometer a produção dessas vitaminas. A dieta básica utilizada no manejo de crocodilianos normalmente apresenta baixas quantidades de tiamina e, além disso, o descongelamento e o congelamento das carnes oferecidas na alimentação e a presença da enzima tiaminase, existente em alguns peixes, também atuam na destruição da tiamina presente (HUCHZERMEYER, 2003). Os animais afetados podem apresentar como sinais clínicos depressão, falta de vocalização e a perda de propriocepção (principalmente em filhotes), paresia, tremores musculares e opstótono. A introdução da dieta, utilizando-se *premix* vitamínico-mineral, pode reverter o quadro, desde que o problema seja identificado precocemente (HUCHZERMEYER, 2003).

### ***Esteatite necrótica e doença do músculo branco***

A esteatite é uma desordem nutricional que afeta mamíferos, crocodilianos, quelônios, peixes, e aves piscívoras e é caracterizada pela inflamação e necrose do tecido adiposo e a deposição de lipofuscina e pigmento ceróide nas reservas de gordura, rins, baço e fígado. A esteatite necrótica é comumente associada à ingestão de altos níveis de ácidos graxos insaturados na dieta originados devido ao congelamento prolongado ou exposição ao calor ambiental e que induzem o processo de oxidação ou rancificação das gorduras. Também, pode estar associada à deficiência de vitamina E, selênio ou ambos (LANE et al., 2014).

No animal, os ácidos graxos insaturados promovem a degradação pelo processo oxidativo das reservas de gorduras e a consequente morte do tecido adiposo, levando ao processo de saponificação. A gordura saponificada é considerada pelo organismo como substância estranha e, conseqüentemente, provoca uma reação inflamatória – chamada esteatite. A saponificação dos grandes depósitos de gordura intermuscular da cauda (Figura 4) e da gordura celomática tornam esses tecidos rígidos, comprometendo a movimentação e motilidade intestinal do animal (Figura 5). A inflamação e a necrose de todos os depósitos de gordura é denominada pansteatite.



Figura 4: Lesão correspondente à esteatite na cauda de *Melanosuchus niger*. Foto: Renato Moyen Yabiku.



Figura 5: Lesão correspondente à pansteatite necrótica em *Melanosuchus niger*, envolvendo todos os acúmulos de gordura do organismo. Foto: Adriano Bauer.

Quantidades inadequadas de vitamina E e de selênio na dieta também podem originar a degeneração de alguns músculos - a degeneração de Zenker. Os músculos assumem uma aparência branca e são incapazes de se contrair, fazendo com que o animal afetado fique paralisado. A degeneração da musculatura pode ou não aparecer associada à esteatite necrótica (HUCHZERMEYER, 2003). Nos casos de deficiência associadas à dieta inadequada, a identificação do processo nas etapas precoces favorece o tratamento, que deve ser realizado com a suplementação das vitaminas deficitárias e a correção do manejo. Quanto maior for o grau de inflamação e degeneração muscular, pior é o prognóstico, sendo a eutanásia recomendada em muitos casos.

### ***Doenças osteometabólicas***

O termo doença osteometabólica não diz respeito a uma doença apenas, mas é um termo utilizado para descrever uma gama de distúrbios médicos que afetam a integridade e função dos ossos. Entre esses distúrbios, os já relatados em répteis são: hiperparatireoidismo nutricional secundário, hiperparatireoidismo renal secundário, osteodistrofia fibrosa, osteopetrose e osteopatia hipertrófica (MADER, 2006a).

Dentre as patologias citadas, as mais recorrentes são os casos de hiperparatireoidismo secundário, sendo o mais comum o nutricional, porém, o renal também ocorre em menor frequência. A fisiologia de absorção de cálcio nos répteis envolve três pontos principais, aporte suficiente de cálcio na dieta, fonte de radiação ultravioleta (UV) e o manejo adequado de temperatura para pleno desempenho metabólico. O mecanismo de absorção do cálcio inicia-se com a conversão do colesterol em vitamina D3, realizada após ação da radiação UV na pele. A vitamina D3 é então transformada em dihidroxicolecalciferol (1,25 DHCC) através de reações metabólicas que ocorrem no fígado e rins, promovendo a absorção intestinal de cálcio elevando os níveis de cálcio circulante. O aumento do cálcio sérico desencadeia a produção de calcitonina nas glândulas ultimobranquiais, aumentando a excreção renal de cálcio e realizando *feedback* negativo sobre as paratireoides, cessando a produção de paratormônio. Então, com a diminuição da ação do paratormônio, diminui a reabsorção de cálcio das reservas naturais do organismo.

Quando algum ponto do mecanismo de absorção de cálcio falha, a paratireoide entra em ação produzindo paratormônio para manter os níveis de cálcio através da mobilização de cálcio dos ossos de volta à circulação. Se essa falha não for corrigida, a paratireoide pode sofrer hipertrofia levando ao hiperparatireoidismo (MADER, 2006a). O hiperparatireoidismo nutricional secundário está relacionado basicamente à dieta pobre em cálcio, desencadeando o processo descrito acima. O diagnóstico do hiperparatireoidismo nutricional secundário é realizado através de exames laboratoriais onde os níveis de cálcio total e cálcio ionizado podem se apresentar diminuídos. O perfil bioquímico do animal, com hiperparatireoidismo

nutricional secundário frequentemente, apresenta hiperproteinemia com aumento da proporção de albumina em relação às globulinas.

No hiperparatireoidismo renal, a origem do problema está associada à lesão renal. Os rins desempenham papel fundamental na reabsorção e excreção de fósforo pela via urinária. Quando os rins começam a se tornar deficientes, a excreção de fósforo diminui e acaba retornando para a circulação, exigindo o aumento da excreção de paratormônio para manutenção da proporção de cálcio-fósforo circulante, que deve ser de 1,5-2:1. O diagnóstico diferencial do hiperparatireoidismo renal secundário para o primário, portanto, está relacionado ao aumento dos níveis séricos de fósforo e não à diminuição dos valores de cálcio. Normalmente, o cálcio encontra-se aumentado para compensar os altos níveis de fósforo.

Os sinais clínicos iniciais mais associados às doenças metabólicas são a letargia, inapetência, distensão da região abdominal e os tremores. Nos casos mais avançados, podem apresentar convulsões e incoordenação levando à morte (KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018). O tratamento do hiperparatireoidismo nutricional secundário envolve a correção do manejo ambiental e alimentar, onde o prognóstico está muito ligado ao estágio de evolução do problema. Nos casos de hiperparatireoidismo renal secundário, o tratamento precisa contemplar os altos índices de fósforo e utilizar fármacos que tenham ação quelante de fósforo, para que esses níveis caiam gradativamente. Pode ser necessário o emprego de antibióticos em casos de infecções secundárias e o uso de analgésicos é recomendado, além de tratamento de suporte nos casos mais graves (MADER, 2006a).

### ***Síndrome da má adaptação***

Esta é uma doença associada ao estresse nos animais recém-nascidos em cativeiro. Os sinais clínicos mais evidentes são a perda de peso, lesões ulcerativas rostrais, dermatites necróticas, apatia, anorexia, enterites e desidratação, estando estes relacionados às condições inadequadas de manejo do ambiente. O prognóstico é reservado porque, devido à fragilidade dos filhotes, a letalidade nessas condições é elevada e o tratamento envolve a reversão do quadro de anorexia com alimentação via sonda e correção do manejo (BASSETTI e VERDADE, 2014).

### ***Gota úrica***

A gota, em qualquer de suas formas (visceral, articular e periarticular) é uma afecção comum em pacientes répteis. Embora a gota seja frequentemente vista em humanos e macacos, não é um problema comum na medicina veterinária em geral (MADER, 2006b). Nos répteis terrestres, a purina é metabolizada em ácido úrico, enquanto, em répteis aquáticos, é decomposta em alantoína.

Os fatores predisponentes para a gota incluem o baixo consumo de água, a ingestão

excessiva de purinas na dieta e os fármacos de elevado potencial nefrotóxico. A doença renal, especialmente a que afete os túbulos renais (uma vez que o ácido úrico é excretado pelos túbulos), pode levar à diminuição da excreção de ácido úrico e hiperuricemia (KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018).

No sangue, o ácido úrico está presente predominantemente como o urato monossódico. Tanto o ácido úrico livre, como os sais de urato, são relativamente insolúveis em água. Quando a concentração de uma ou ambas dessas formas elevam-se no sangue ou em outros fluidos corporais, como o líquido sinovial, o ácido úrico cristaliza-se, formando precipitados insolúveis que são depositados em vários tecidos do corpo (MADER, 2006b). Os níveis de ácido úrico devem ser inferiores a 600  $\mu\text{mol/L}$  para répteis herbívoros. Hiperuricemia superior a 900  $\mu\text{mol/L}$  é geralmente associada à doença renal, com deposição de urato ocorrendo em tecidos acima de 1500  $\mu\text{mol/L}$ . O aumento do ácido úrico em mais do que duas vezes o valor de referência normal, em geral significa doença renal ou gota (KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018).

O prognóstico costuma ser reservado, pois em grande parte dos casos de gota úrica, o diagnóstico demora a ser realizado. No entanto, a hiperuricemia pode ser tratada com alopurinol, que diminui a produção de ácido úrico ao interromper a degradação das purinas. A dose usual é de 20-25 mg/kg/dia ou 50 mg/kg a cada três dias. O tratamento é longo e pode durar vários meses (KNOTEK; SIMPSON e MARTELLI, 2018).

### ***Traumas***

As lesões traumáticas são muito frequentes no manejo de crocodilianos em cativeiro e podem responder até 5% da mortalidade e até 100% das soluções de continuidade das colônias (BASSETTI e VERDADE, 2014). O territorialismo e a agressividade dos animais, especialmente no período reprodutivo, ocasionam muitas disputas nos recintos levando a lacerações, fraturas e possivelmente amputações de membros.

Além do risco associado ao evento traumático propriamente dito, estas lesões implicam em prejuízos comerciais nos criatórios com finalidade de produção de carne e couro, que devem ser evitados, planejando os recintos cuidadosamente, com pontos de fuga, esconderijo e barreiras visuais, a fim de diminuir a agressividade entre os animais. O manejo das lesões deve ser realizado o mais rápido possível, devendo-se realizar assepsia das lesões e a utilização de antibioticoterapia sistêmica deve ser considerada nos casos de lesões muito amplas e profundas (BASSETTI e VERDADE, 2014).

## **Enfermidades infecciosas**

Muitas doenças infecciosas podem ser encontradas nos crocodilianos tanto em vida livre, quanto em cativeiro. Doenças bacterianas e virais são frequentemente encontradas nos animais

mantidos em criatórios em alta densidade populacional. Animais de vida livre são comumente acometidos por parasitos.

O tratamento deve ser preferencialmente implementado após a confirmação do diagnóstico, que segue o mesmo padrão utilizado para outras espécies de animais, aplicando-se técnicas de biologia molecular, patologia clínica e histopatológico, exames de imagem e microbiológicos. De posse dessas informações, a instituição do protocolo terapêutico torna-se mais precisa e segura, elevando as chances de recuperação dos animais.

Abaixo segue uma lista (Quadro 3) relacionando os principais agentes infecciosos relatados em crocodilianos, segundo Flening e Fontenot (2014b).

Quadro 3: Principais agentes infecciosos em crocodilianos. Continua nas páginas seguintes.

Tipo de agente etiológico	Etiologia	Epizootiologia	Sinais Clínicos	Diagnóstico	Manejo
<b>BACTÉRIAS</b>					
Salmonelose	<i>Salmonella enteritidis</i> , <i>S. typhimurium</i> e muitas outras cepas.	Infecção comum em criatórios e instituições zoológicas.	Filhotes enterite e sepse em adultos portadores.	Cultura e histopatológico.	Filhotes: tratar baseando-se no resultado da cultura e antibiograma. Monitorar adultos portadores.
Micoplasmose	<i>M. alligatoris</i> , <i>M. crocodyli</i> .	Principalmente em criatórios e recintos superpopulosos.	Poliartrite, pneumonia e morte súbita.	Cultura para <i>Mycoplasma</i> sp. ou PCR de líquido sinovial, pulmão e fezes.	Triagem com kits de ELISA. Tratamento com tetraciclina, enrofloxacina, tilosina. Eficácia do tratamento pode ser contestada.
Clamidiose	<i>Chlamydia</i> sp., similar a <i>Chlamydia psittaci</i> .	Infecção comum em filhotes nos criatórios, associada à adenovirose. Hepatite.	Dois tipos principais: blefarconjuntivite e hepatite aguda.	Suabe ou cultura da secreção ocular e biópsia do fígado.	Tratamento com tetraciclina ou azitromicina.
Dermatofilose	<i>Dermatophilus</i> sp.	Patógeno filamentoso encontrado no ambiente em recintos em más condições de higiene.	Alterações de coloração amarronzada nas escamas ventrais.	Citologia, histopatológico ou cultura das lesões ventrais.	Tratamento com tetraciclina, uso de sulfato de cobre tópico, correção do manejo sanitário.
<b>VIRUS</b>					
Pox vírus	<i>Parapox</i> sp.	Encontrados em lesões de pele em animais jovens.	Crosta esbranquiçada a amarronzada na cavidade oral e escamas ventrais.	Histopatológico corpúsculos de Bollinger e de Borrel.	Auto limitante. Pode ser necessária a intervenção cirúrgica das lesões maiores.

Hepatite adenoviral	<i>Adenovirus</i> sp.	Filhotes menores de cinco meses, transmissão vertical e horizontal.	Hepatite.	Vírus pode ser encontrado no fígado, pulmões, pâncreas e intestinos.	Não há tratamento. Suporte para infecções secundárias.
Encefalite equina do leste (EEE)	<i>Alphavirus</i> sp.	Titulação em animais sadios, o mosquito é vetor.	Não existem sinais clínicos típicos.	Reservatório para o vírus nos períodos de inverno.	Monitoração da titulação.
Febre do nilo ocidental (WNV)	<i>Flavivirus</i> sp.	Titulação em crocodilianos selvagens e de cativeiros. Mosquito é vetor e ocorre transmissão horizontal.	Sinais clínicos não específicos. Doença neurológica e Síndrome linfocitocítica proliferativa em criadouros.	Titulação individual não tem relação com a doença clínica.	Monitorar a titulação dos indivíduos. Não causa morte.
<b>FUNGOS</b> Várias espécies, entre elas <i>Mucor</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp.		Dermatites e micoses gástrica, oral e respiratória.	Relacionados a más condições sanitárias e de manejo.	Cultura e histopatológico.	Melhoras nas condições sanitárias do recinto, tratamento antifúngico tópico e sistêmico.
<b>PARASITOS</b> Coccidioses	<i>Eimeria</i> e <i>Isospor</i> a são os principais. Muitos são espécies específicos.	Transmissão fecal/oral, morbidade variável e frequentemente encontrada em animais de cativeiro.	Coccidiose intestinal concomitante com infecção bacteriana secundária pode acarretar bloqueio intestinal.	Coproparasitológico ou identificação histopatológica.	Triagem de novos animais. Tratamento com sulfa e coccidiostáticos.
Hepatozoonose	Hemogregarinas, <i>Hepatozoon caymani</i> .	Parasitas sanguíneos transmitidos por artrópodes ou por ingestão de peixes e anfíbios.	Esquizontes assexuados podem ser encontrados no fígado, enquanto gametas podem ser encontrados no sangue. Reprodução sexuada acontece no artrópode.	Esfregaço sanguíneo.	Difícil de ser controlado nos recintos abertos. Normalmente não são patogênicos, a menos que exista quadro de imunossupressão ou doença crônica.
Ascarídeos	Mais de 40 espécies identificadas.	Hospedeiro intermediário envolvido.	Não costuma apresentar sinais clínicos, úlceras estomacais, lesões na mucosa do trato gastrointestinal.	Coproparasitológico.	Uso de dieta peletizada ou o congelamento do alimento por 72h pode diminuir a ocorrência de ascarídeos. Tratamento com febendazol costuma ser eficiente.
Trematódeos	Mais de 80 espécies identificadas.	Ciclo depende do hospedeiro intermediário.	Patologia limitada, exceto quando existe infestação concomitante com outras doenças. Existem espécies internas (digenéticas) e externas.	Visualização direta do parasito <i>ante-mortem</i> e <i>post-mortem</i> .	Não costuma ser necessário tratamento. Evitar a utilização de peixes do mesmo recinto dos animais na alimentação.
Pentastomídeos	<i>Sebekia</i> sp.	Hospedeiro intermediário.	Pode causar morbidade ou mortalidade em animais jovens.	Ovos podem ser encontrados no coproparasitológico.	Remoção por endoscopia.

<i>Alofia</i> sp.	Parasitam o trato respiratório superior e pulmões.	Pode ocasionar infecções secundárias nos pontos de fixação do parasito.	Exame direto por via endoscópica.
<i>Liperia</i> sp.		Algumas espécies de pentastomídeos são zoonóticas ( <i>Armillifer</i> sp. em serpentes).	

Fonte: Adaptado de Fleming e Fontenot (2014b).

## Considerações Finais

O conteúdo abordado neste capítulo, pretende ampliar o universo do conhecimento na medicina veterinária, quanto à aplicação das técnicas de avaliação semiológica tradicionais adaptadas à realidade de animais tão peculiares como os crocodilianos.

Difundir esse conhecimento, auxilia a promover a identificação precoce e facilitar o diagnóstico mais preciso das enfermidades frequentemente observadas, não apenas nos plantéis dos indivíduos mantidos em cativeiro, mas também, na avaliação sanitária dos animais de vida livre, considerando a interação animal/ambiente como fator preponderante na saúde das populações.

As informações contidas no presente capítulo são uma síntese sucinta do que existe na literatura, associado à experiência profissional dos autores responsáveis pela realização do mesmo. Esperamos que o material produzido seja de grande valia na profilaxia e controle de enfermidades e, conseqüentemente, no bem estar desses animais fascinantes.

## Agradecimentos

Agradecimentos especiais à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao Laboratório de Biologia Estrutural do Instituto Butantan, Departamento de Anatomia da FMVZ – USP e à AMAZOO *Pets*.

## Referências

- ASPINALL, V.; CAPELLO, M. Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology Textbook. In: **Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology Textbook**. 3rd. ed., p. 275.
- BASSETTI, L. A. B. Estado sanitário do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em paisagens antropizadas no Estado de São Paulo. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2016.
- BASSETTI, L. A. B.; VERDADE, L. M. Crocodylia (Jacarés e Crocodilos). In: CUBAS, Z. S.;



- SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Eds.). **Tratado de Animais Selvagens**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 155-169.
- BAUER, A.; BAUER, G. Squamata - Sauria (Iguana e Lagartos). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R. DA; CATÃO-DIAS, J. L. (Eds.). **Tratado de Animais Selvagens**. 2<sup>a</sup>. ed., 2014. p. 170-185.
- CAMPBELL, T. W. Clinical Pathology. In: MADER, D.; DIVERS, S. J. (Eds.). **Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery**. St. Louis: Elsevier Inc., 2014. p. 70-92.
- DIVERS, S. J. Diagnostic Endoscopy. In: MADER, D.; DIVERS, S. J. (Eds.). **Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery**. Elsevier Inc., 2014. p. 154-178.
- DUNBAR, J. P.; ZARELLI, M.; MARTIN, S. A.; GANDOLA, R.; KAVANAGH, K. A.; WALSH, F. M.; RIVAS, J. A.; REID, A.; LIVERPOOL, L.; CENTRE, P. V.; PARK, P. Trunk vertebrae osteomyelitis in a Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*). The Herpetological Bulletin, n. 134, p. 15-18, 2015.
- FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária: A Arte do Diagnóstico**. 3 ed. Roca, 2014.
- FLEMING, G. J.; FONTENOT, D. Crocodilians (Crocodiles, Alligators, Caimans, Gharial). In: WEST, G.; HEARD, D.; CAULKETT, N. (Eds.). **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia: Second Edition**. Blackwell Publishing, 2014a. p. 223-233.
- FLEMING, G. J.; FONTENOT, D. K. Crocodilians (Crocodiles, Alligators, Caiman, and Gharial). In: **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine**. Elsevier Inc., 2014b. p. 325-336.
- GANS, C.; CLARK, B. Studies on ventilation of *Caiman crocodilus* (Crocodilia: Reptilia). Respiration Physiology, v. 26, n. 3, p. 285-301, 1976. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0034568776900013>>. Acesso em: 8 ago. 2018.
- GRIGG, G. C.; KIRSHNER, D. **Biology and Evolution of Crocodylians**. Clayton South: CSIRO Publishing, 2015.
- HOCHLEITHNER, C.; HOLLAND, M. Ultrasonography. In: **Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery**. Elsevier Inc., 2014. p. 107-127.
- HOLZ, P. H. The reptilian renal portal system - A review. Bull. Assoc. Rept. Amphib. Vet., v. 9, n. 1, p. 4-9, 1999.
- HOLZ, P. H.; RAIDAL, S. R. Comparative renal anatomy of exotic species. Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2006.
- HUCHZERMEYER, F. W. **Crocodile - Biology, Husbandry and Diseases**. Londres: CABI Publishing, 2003. v. 74.
- KNOTEK, Z.; SIMPSON, S.; MARTELLI, P. Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice. In: DONELEY, B.; MONKS, D.; JOHNSON, R.; CARMEL, B. (Eds.). **Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2018. p. 145-158.

- LANE, E. P.; HUCHZERMEYER, F. W.; GOVENDER, D.; BENGIS, R. G.; BUSS, P. E.; HOFMEYER, M.; MYBURGH, J. G.; STEYL, J. C. A.; PIENAAR, D. J.; KOTZE, A. Panosteatitis of unknown etiology associated with large-scale Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) mortality in kruger national park, South Africa: Pathologic findings. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 44, n. 4, p. 899-910, 2014.
- LLOYD, M.; MORRIS, P. J. Phlebotomy techniques in Crocodilians. *Bulletin of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians*, v. 9, n. 3, p. 12-14, 1999. Disponível em: <<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med4&NEWS=N&AN=10382439%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10382439>>.
- MADER, D. R. Metabolic Bone Diseases. In: MADER, D. R. (Ed.). **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Elsevier Inc., 2006a. p. 841-851.
- MADER, D. R. Gout. In: MADER, D. R. (Ed.). **Reptile Medicine and Surgery**. 2. ed. Elsevier Inc., 2006b. p. 793-800.
- MARTELLI, P. R. Medical Evaluation of Crocodilians. In: **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy**. Vol. 9, ed. Elsevier Inc., 2018. p. 412-420.
- MITCHELL, M. A. Diagnosis and management of reptile orthopedic injuries. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, v. 5, n. 1, p. 97-114, 2002.
- MOLINA, F. Class Reptilia, Order Crocrodilia (Crocodilians): Caimans, Crocodiles. In: **Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals**. p. 9-12. 2001.
- NILSSON, S. The Crocodilian Heart and Central Hemodynamics. *Cardioscience*, v. 5, n. 3, p. 163-166, 1994.
- O'MALLEY, B. General anatomy and physiology of reptiles. In: **Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and Function of Mammals, Birds, Reptiles and Amphibians**. p. 17-39. 2005.
- TUCKER, A. D.; LIMPUS, C. J. Assessment of Reproductive Status in Australian Freshwater Crocodiles (*Crocodylus johnstoni*) by Ultrasound Imaging. *Copeia*, v. 1997, n. 4, p. 851, 2006.
- VLIET, K. A. Crocodilian Capture and Restraint. In: **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia: Second Edition**, p. 211-221. 2014.
- WOOD, S. C.; LENFANT, C. J. M. Respiration: Mechanics, Control and Gas Exchange. In: GANS, C. (Ed.). **Biology of the Reptilia**. Vol. 5, Physiology. New York, London, San Francisco: Academic Press, 1976. p. 225-267.
- WYNEKEN, J. Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. In: **Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery**. Elsevier Inc., 2014. p. 93-106.



10

Foto: Leonardo Merçon

## **PATOLOGIA CLÍNICA DE CROCODILIANOS BRASILEIROS**

Aline del Carmen Garcia Lopes, Emy Hiura, Fabrícia Modolo Giradi, Leandro Abreu da  
Fonseca, Marcelo Renan de Deus Santos

## Introdução

A patologia clínica é uma importante aliada do exame clínico para a determinação do estado de saúde de crocodilianos e fundamental para acompanhar a resposta dos animais às doenças e seus tratamentos (ALMOSNY e MONTEIRO, 2007). Os exames laboratoriais, principalmente hemograma e análises bioquímicas tornam possível o diagnóstico das diversas alterações patológicas (anemia, inflamação, infecção, alteração hematopoiética, parasitemia e alteração hemostática), a prevenção de doenças, verificação da adequabilidade do manejo, avaliação nutricional, adaptação ao cativeiro e podem servir também como biomarcadores de mudança ambiental (STACY e PESSIER, 2007; CAMPBELL, 2015).

Os métodos laboratoriais utilizados nos estudos em mamíferos têm sido adaptados e adequados para a hematologia de répteis, como o uso de anticoagulantes na coleta, a determinação do volume globular dos eritrócitos, a concentração de hemoglobina, a contagem de eritrócitos e leucócitos totais e a confecção do esfregaço sanguíneo, porém não prescindem do conhecimento específico para se verificar os resultados obtidos e a adequada interpretação (CAMPBELL, 2015).

Contudo, a patologia clínica de crocodilianos ainda é uma área restrita e com poucos estudos. De maneira geral, a patologia clínica de animais selvagens é uma área a ser descoberta uma vez que os parâmetros são específicos de cada espécie, sendo influenciáveis por diversas características como a região climática, idade e sexo, dieta e adaptações fisiológicas tornando a interpretação dos testes uma tarefa que demanda uma especialização. Nesse sentido, a troca de experiências entre profissionais deve ser estimulada para a solução de questões específicas de cada grupo taxonômico. A contagem e a morfologia das células do sangue variam muito entre as mais de 8000 espécies de répteis descritas, mesmo entre espécies do mesmo gênero. Além disso, muitos fatores intrínsecos e extrínsecos complicam a avaliação de dados hematológicos. Diante desse contexto, os veterinários precisam estar cientes desses fatores para interpretar e correlacionar com precisão os achados hematológicos e clínicos no seu paciente (RIVERA et al., 2009; STACY et al., 2011).

Outros aspectos a se considerar na eleição e execução de exames e interpretação de resultados são as características relativas ao ambiente onde o indivíduo se encontra. Estar em cativeiro ou vida livre, temperatura ambiente, disponibilidade de recursos, estressores antrópicos e fatores internos relativos à história natural como: tamanho, sexo, idade, fase do ciclo biológico, e dieta, uma vez que estes fatores podem modificar os valores de referências dos animais em cada local e contexto.

Este capítulo traz uma compilação de informações sobre a hematologia e bioquímica clínica de crocodilianos, baseada na literatura disponível e na experiência dos autores. O objetivo é tornar disponíveis as informações suficientes para que um profissional possa realizar e interpretar adequadamente exames laboratoriais de crocodilianos de cativeiro e de vida livre.

## Coleta e conservação das amostras

A correta interpretação de exames laboratoriais tem início a partir de uma coleta adequada do material a ser analisado, garantindo resultados precisos e confiáveis. Na medicina veterinária, a fase pré-analítica faz referência à aqueles procedimentos que são realizados fora do laboratório de rotina, ou seja, coleta do material, identificação, acondicionamento e transporte até o laboratório (BRAUN et al., 2015). A fase pré-analítica é crucial para uma correta interpretação dos resultados, pois é nessa fase onde frequentemente acontece a maioria dos erros. Estudos indicam que até 76% dos erros acontecem na fase pré-analítica (CARRARO e PLEBANI, 2007; RESTELLI et al., 2017).

A fase pré-analítica inclui os procedimentos que são realizados para assegurar a validade dos resultados obtidos. Esta fase pode ser dividida em duas subcategorias: (a) fatores técnicos e manipulação da amostra e (b) fatores biológicos próprios do animal (BRAUN et al., 2015). A primeira categoria refere-se a atividades tais como a escolha do anticoagulante, técnica de coleta e estabilidade do material biológico durante o processo de envio ao laboratório. A segunda categoria é um pouco mais complexa, pois implica considerar aspectos como jejum, estresse e sedação, o qual pode produzir alterações nos resultados obtidos (BRAUN et al., 2015).

Para realização de exames hematológicos e bioquímicos de jacarés, dependendo dos exames requeridos, podem ser utilizados os seguintes tubos:

- **Tubo de tampa vermelha:** São utilizados para obtenção de soro. No interior desses tubos, é comum encontrar substâncias para acelerar a formação do coágulo. É sempre importante homogeneizar o sangue dentro do tubo como movimentos suaves para assegurar a mistura com os aditivos presentes. O soro obtido é empregado para a realização de exames sorológicos, hormonais e bioquímicos de rotina.
- **Tubo tampa amarela:** É uma variação do tubo de tampa vermelha. Também é utilizado para obtenção de soro. Além de um ativador do coágulo, este tubo possui um gel que permite a separação entre soro e coágulo e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da amostra.
- **Tubo tampa verde:** Contém heparina lítica ou sódica como agente anticoagulante. O plasma obtido pode ser empregado para realização de exames hematológicos e bioquímicos rotineiros. A exceção da proteína total, lítio, sódio e o potássio, os resultados obtidos são similares aos obtidos no soro.
- **Tubo tampa cinza:** Contém EDTA e fluoreto de sódio. A função do fluoreto de sódio é inibir a glicólise, evitando o consumo de glicose pelos eritrócitos. Isto permite transportar o material até o laboratório sem alterações significativas na concentração de glicose (STOCKHAM e SCOTT, 2011). Também é empregado para a mensuração das concentrações de lactato.










O volume de sangue coletado também influencia na qualidade do resultado obtido. Portanto, deve-se definir previamente quais os exames deverão ser realizados, para coletar amostra suficiente para todo o procedimento analítico. A análise do sangue é um método não invasivo que pode fornecer informações clínicas importantes sobre a saúde e a condição fisiológica dos animais. Nos crocodilianos, amostras sanguíneas são usualmente coletadas no plexo (seio) venoso occipital (Figura 1) e ocasionalmente na veia coccígea ventral (veia caudal) dependendo do tamanho do animal.



Figura 1: Colheita de sangue por venopunção do seio venoso occipital em *Caiman latirostris*, em Sooretama - ES. Foto: Leonardo Merçon (2016).

Antes da punção deve-se fazer assepsia com álcool iodado no local da coleta para prevenir infecções. É importante que as agulhas hipodérmicas sejam adequadas ao tamanho do animal, uma vez que os crocodilianos têm uma variação de tamanho muito grande ao longo da vida. Portanto, deve-se levar em consideração a adequação dos materiais de coleta, bem como o volume que pode ser coletado do indivíduo (Quadro 1).

Quadro 1: Tamanho das agulhas hipodérmicas adequadas para o tamanho dos crocodilianos. As agulhas possuem cores padronizadas de acordo com o diâmetro.

Comprimento total do animal (cm)	Sistema Inglês (Gauge)	Sistema Métrico (mm)	Cor do Canhão
> 300	16 G	40 x 1,6	
> 300	18 G	40 x 1,2	
> 200	19 G	25 x 1,0	
> 200	20 G	25 x 0,9	
Até 200	21 G	25 x 0,8	
Até 200	22 G	25 x 0,7	
Até 60	23 G	25 x 0,6	
Até 40	24 G	25 x 0,55	
Filhotes recém-nascidos	26 G	13 x 0,45	

Estima-se que o volume de sangue total em répteis corresponda a 5 a 8 % do peso corporal. Segundo Padilla et al. (2011) em crocodilianos a quantidade de sangue extraída não deve exceder 10% do volume total de sangue estimado do indivíduo. Sendo assim uma coleta tolerável será de no máximo 0,5 % do peso corporal em volume (MADER e RUDLOFF, 2006; ALMOSNY, 2014; MYBURG et al., 2014; CAMPBELL, 2015). Por exemplo, um animal de 100g, só poderá ter coletado um volume máximo de 0,5 mL.

O anticoagulante de escolha para o hemograma de jacaré é a heparina de lítio, e em segundo lugar, a heparina sódica (que pode interferir na dosagem de sódio no plasma). O uso de heparina pode afetar a coloração de leucócitos ou contribuir para a aglomeração destes, o que pode consequentemente afetar a contagem de células. Por estes motivos recomenda-se que o esfregaço seja realizado com o sangue sem anticoagulante (STRIK et al., 2007). Há trabalhos relatando o uso de EDTA (ácido etilenodiaminotetra-acético) em *Alligator sinensis* e *Crocodylus palustris* (PENG et al., 2018; STACY e WHITAKER, 2000). A coleta de sangue com o tubo de EDTA se utiliza rotineiramente em mamíferos, porém, em répteis pode causar hemólise em diversas espécies. Portanto, recomendamos o uso com precaução e avaliação prévia e adequada para cada espécie de crocodiliano.

## Coleta e conservação de amostras

A correta interpretação de exames laboratoriais tem início a partir de uma coleta adequada do material a ser analisado, garantindo resultados precisos e confiáveis. Na medicina veterinária, a fase pré-analítica faz referência à aqueles procedimentos que são realizados fora do laboratório de rotina, ou seja, coleta do material, identificação, acondicionamento e transporte até o laboratório (BRAUN et al., 2015). A fase pré-analítica é crucial para uma correta interpretação dos resultados, pois é nessa fase onde frequentemente acontece a maioria dos erros. Estudos indicam que até 76% dos erros acontecem na fase pré-analítica (CARRARO e PLEBANI, 2007; RESTELLI et al., 2017).

A fase pré-analítica inclui os procedimentos que são realizados para assegurar a validade dos resultados obtidos. Esta fase pode ser dividida em duas subcategorias: (a) fatores técnicos e manipulação da amostra e (b) fatores biológicos próprios do animal (BRAUN et al., 2015). A primeira categoria refere-se a atividades tais como a escolha do anticoagulante, técnica de coleta e estabilidade do material biológico durante o processo de envio ao laboratório. A segunda categoria é um pouco mais complexa, pois implica considerar aspectos como jejum, estresse e sedação, o qual pode produzir alterações nos resultados obtidos (BRAUN et al., 2015).

O local de coleta das amostras de sangue também é um fator importante a ser considerado. A depender do local de coleta, as amostras podem, frequentemente, se contaminar com linfa, ocasionando em hemodiluição e conseqüentemente resultados falsamente diminuídos (CAMPBELL, 2015).

Para realização de exames bioquímicos de répteis, dependendo dos exames requeridos, podem ser utilizados os seguintes tubos:

- **Tubo de tampa vermelha:** São utilizados para obtenção de soro. No interior desses tubos, é comum encontrar substâncias para acelerar a formação do coágulo. É sempre importante homogeneizar o sangue dentro do tubo como movimentos suaves para assegurar a mistura com os aditivos presentes. O soro obtido é empregado para a realização de exames sorológicos, hormonais e bioquímicos de rotina.
- **Tubo tampa amarela:** É uma variação do tubo de tampa vermelha. Também é utilizado para obtenção de soro. Além de um ativador do coágulo, este tubo possui um gel que permite a separação entre soro e coágulo e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da amostra.
- **Tubo tampa verde:** Contém heparina lítica ou sódica como agente anticoagulante. O plasma obtido pode ser empregado para realização de exames bioquímicos rotineiros. A exceção da proteína total, lítio, sódio e o potássio, os resultados obtidos são similares aos obtidos no soro.



- **Tubo tampa cinza:** Contém EDTA e fluoreto de sódio. A função do fluoreto de sódio é inibir a glicólise, evitando o consumo de glicose pelos eritrócitos. Isto permite transportar o material até o laboratório sem alterações significativas na concentração de glicose (STOCKHAM e SCOTT, 2011). Também é empregado para a mensuração das concentrações de lactato.

O volume de sangue coletado também influencia na qualidade do resultado obtido. Portanto, deve-se definir previamente quais os exames deverão ser realizados, para coletar amostra suficiente para todo o procedimento analítico. O soro ou plasma obtido é, geralmente, incolor; no entanto, pode se tornar alaranjado ou amarelado se houver excesso de carotenoides na dieta dos animais (CAMPBELL, 2015).

Existem alterações que podem ocorrer antes do processamento do exame e que interferem na interpretação do resultado, como por exemplo, a presença de hemólise e lipemia. A hemólise torna o plasma ou soro avermelhado e ocorre por destruição dos eritrócitos com consequente diminuição do número total e alteração nos parâmetros hematimétricos, levando a uma interpretação errônea do eritrograma. Recomenda-se que a amostra com hemólise visível seja descartada. Além disso, pode também interferir nas análises bioquímicas colorimétricas. As causas mais comuns de hemólise iatrogênica são erros de coleta como pressão excessiva na seringa, agulha muito estreita, agitação da amostra, uso de material de coleta úmido e contato com gelo. Hemoparasitoses e anemias hemolíticas também podem causar hemólise. A lipemia é causada pelo excesso de lipídios no sangue de origem pós-prandial (após a alimentação) ou por dislipidemias, caracterizando-se por uma turvação esbranquiçada no plasma ou soro (WEISER, 2015). A lipemia pode ser evitada coletando-se amostras em jejum, o que não é possível de se garantir em animais de vida livre.

Por fim, outro cuidado necessário na hora da coleta é evitar a contaminação por linfa. Em crocodilianos o seio venoso cervical é envolto por um vaso linfático, sendo possível punçá-lo e contaminar a amostra com linfa, provocando hemodiluição e consequente diminuição dos parâmetros eritrocitários e elevação dos leucócitos. Portanto, é necessário estar atento no início da punção para certificar-se que a coleta está sendo feita de maneira correta, observando a coloração da amostra. Se translúcida, é mais provável que o sangue tenha sido coletado junto com linfa. Se houver qualquer indício de contaminação por linfa, a amostra deve ser descartada e a coleta refeita. Deve-se suspeitar de hemodiluição em amostras aparentemente diluídas (anêmicas) de animais com boa condição corporal (CAMPBELL, 2015).

Uma vez coletadas, as amostras de sangue devem ser mantidas protegidas da luz, em recipiente isotérmico de preferência com gelo reciclável, evitando o contato direto com o gelo, até a chegada ao laboratório. A temperatura ideal de transporte é de 4 a 8°C. Amostras para hemograma coletadas com heparina devem ser analisadas em no máximo 6 horas. Após esse

período pode haver agregação leucocitária e formação de fibrina. Para provas bioquímicas, quanto antes for separado o plasma, melhor, pois evita-se o consumo de glicose e outras alterações na amostra.

## Hematologia

O hemograma é um método fácil, direto e não invasivo para se avaliar a condição de saúde de um animal (ARTACHO et al., 2007). O hemograma se divide em eritrograma, leucograma e contagem de trombócitos. O princípio do hemograma é a avaliação quantitativa e qualitativa de células presentes no sangue.

O tecido sanguíneo se divide em parte líquida e celular. A parte líquida é formada por plasma, composto por água e todos os compostos hidrossolúveis (proteínas, carboidratos e eletrólitos) e lipídicos, no qual conseguimos dosar os parâmetros bioquímicos. Quando o sangue é coletado sem anticoagulante, após a coagulação e retração do coágulo, obtém-se o soro, que possui uma composição semelhante ao plasma, exceto por não possuir fatores de coagulação, especialmente o fibrinogênio, que deu origem à fibrina na formação do coágulo. O soro é mais adequado para as provas bioquímicas, pois não há interferência do anticoagulante utilizado na coleta (WEISER, 2015). A parte sólida ou celular é constituída por eritrócitos, leucócitos e trombócitos. As células sanguíneas são provenientes da medula óssea e sua formação é o processo de hematopoiese, que passaremos a descrever.

## Hematopoiese

A hematopoiese é a formação das células do sangue. Todas as linhagens de células sanguíneas são produzidas na medula óssea a partir de uma célula tronco pluripotencial. Os eritrócitos ou eritrócitos são produzidos a partir da diferenciação da célula pluripotencial, na linhagem eritróide (de eritroblastos até um eritrócito maduro). Em animais que possuem eritrócitos nucleados, incluindo os crocodilianos, os eritrócitos podem se multiplicar fora da medula óssea, a partir de células maduras. Neste caso, o fígado, o baço e a circulação são considerados importantes sítios hematopoiéticos secundários. Por isso, não é raro encontrar eritrócitos com figuras mitóticas no esfregaço sanguíneo (GOULART, 2004).

## Eritrócitos de crocodilianos

Os eritrócitos dos répteis são nucleados e elipsoidais diferentes dos mamíferos que possuem eritrócitos bicôncavos e anucleados (CAMPBELL, 2015). Para conseguir distinguir as células jovens das adultas utiliza-se o formato e o tamanho. O eritrócito jovem é oval ou arredondado e o tamanho é maior em comparação com o eritrócito adulto (STACY et al., 2011). Os eritrócitos maduros de crocodilianos são maiores que das aves e mamíferos, já os imaturos são células

arredondadas, com proporção núcleo:citoplasma (N:C) mais elevada, com grande núcleo arredondado e citoplasma mais basofílico (STACY et al., 2011; CAMPBELL, 2015) (Figura 1). O tempo de vida média dos eritrócitos dos répteis varia de 600 a 800 dias (NARDINI, 2013). Este tempo é extremamente longo quando comparamos com a média de tempo de vida dos eritrócitos de outras espécies de aproximadamente 150 dias (LOPES et al., 2007). Essa longevidade dos eritrócitos parece estar associada à baixa taxa metabólica dos répteis (NARDINI et al., 2013).

Nos crocodilianos os vasos linfáticos e seios sinusais geralmente correm juntamente com as veias, e a diluição com linfa pode ocorrer com qualquer amostra. As amostras extremamente contaminadas são facilmente reconhecidas e devem ser descartadas como já foi mencionado anteriormente.

Porém, em algumas situações, o grau de contaminação do sangue pela linfa pode ser difícil de determinar. Ao analisar a amostra observamos o VG (volume globular ou hematócrito) diminuído (< 15%), mas sem evidência de regeneração (ausência de policromia) e acompanhado de aumento de linfócitos pequenos na amostra, pode-se suspeitar que o grau de contaminação é alto e os resultados da hematologia são provavelmente inválidos (SYKES e KLAPHAKE, 2015). A alta frequência de hemodiluição ao coletar amostras, torna o diagnóstico de anemia mais difícil. Uma vez que as causas iatrogênicas foram descartadas, podemos pensar que a verdadeira anemia pode ser devida à perda de sangue, destruição ou diminuição da produção de eritrócitos (SYKES e KLAPHAKE, 2015).

De maneira semelhante aos mamíferos, a análise dos eritrócitos pode ajudar a caracterizar a resposta eritróide a diversas doenças. A presença de regeneração pode ser determinada com base no grau de policromia, mas, como os eritrócitos dos répteis são longevos (FRYE, 1991) a duração e o grau de anemia precisam ser considerados ao avaliar o paciente de forma individual (STACY et al., 2011).

Causas de anemia comumente relatadas incluem doenças infecciosas sistêmicas; doenças crônicas degenerativas ou inflamatórias; doença gastrointestinal; manejo inadequado; desnutrição, exposição a toxinas e neoplasia hematopoiética (CAMPBELL, 2004; SYKES E KLAPHAKE, 2008; SAGGESE, 2009). Segundo Sykes e Klaphake (2015), a anemia atribuível à diminuição da produção de eritrócitos por doenças crônicas é a causa mais comum, uma vez que os jacarés se encontram frequentemente debilitados por um período prolongado antes que os sinais clínicos sejam vistos. Os achados morfológicos eritrocitários associados à anemia regenerativa em jacarés incluem o aumento na policromasia, nos precursores eritróides, presença de pontilhado basofílico, binucleação, aumento de anisocitose e anisocariose e aumento do número de figuras mitóticas.

## Metodologia para realização de hemograma de jacarés

### Hemograma

O eritrograma contempla a contagem de eritrócitos, determinação do volume globular ou hematócrito (VG ou Ht), concentração de hemoglobina (Hb), cálculo do volume corpuscular médio (VCM) e da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e a avaliação morfológica (WEISER, 2015). Um dos aspectos mais desafiadores da hematologia de répteis é a precisão da contagem das células. Como os eritrócitos dos répteis são elipsoidais e nucleadas, o uso de contadores automatizados fica impossibilitado, sendo necessário o uso de métodos manuais na quantificação do número de hemácias e leucócitos (CAMPBELL, 2015).

### Contagem Total de Eritrócitos

A contagem manual do número total de hemácias é feita com a utilização da Câmara de Neubauer espelhada aprimorada com diluição de 1:100 em solução de Natt e Herrick (CAMPBELL, 2015). São então necessários: 1ml de diluente de Natt e Herrick e 10  $\mu$ l de sangue total (NATT e HERRICK, 1952). Os dois são homogeneizados e com a suspensão é realizado o preenchimento dos dois lados da Câmara de *Neubauer* para a realização da contagem. Com um microscópio (aumento de 400x) os eritrócitos são então contados nos 5 quadrados pequenos localizados no quadrante central (Figura 2). Conta-se os eritrócitos nos dois lados da câmara e faz-se a média. A diferença entre os dois lados não deve ser maior do que 10%. A contagem é então multiplicada pelo fator multiplicador ( $fm = 5000$ ) sendo o valor final expresso em número de hemácias/ $\mu$ l. Esse fator mudará se for utilizada outra diluição. Na diluição 1:200 será  $fm = 10000$ .

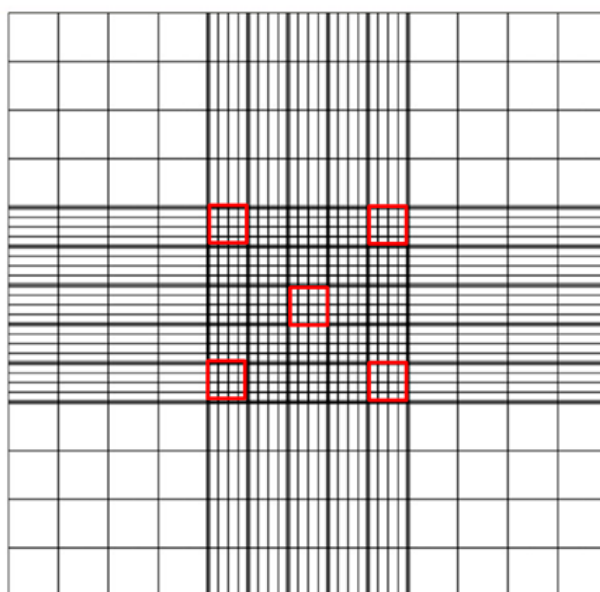


Figura 2: Quadrantes utilizados para contagem de hemácias na Câmara de *Neubauer*.

### **Volume Globular (VG) ou hematócrito (Ht)**

Para determinação do hematócrito (Ht) são necessários somente: tubos capilares, uma microcentrífuga de hematócrito e uma pequena quantidade de amostra de sangue (Figura 3). Por ser uma técnica simples e que necessita uma quantidade pequena de amostra de sangue do paciente, o hematócrito deve ser priorizado quando se trabalha com volumes pequenos. Há uma variação entre os valores de referência de Ht entre crocodilos e jacarés descritos por Peng et al. (2018) e são menores do que de mamíferos e aves. A determinação do hematócrito (Ht) é realizada por microcentrifugação a 11.000 RPM (rotações por minuto) por 5 minutos em centrífuga para hematócrito e em seguida é feita a leitura em escala própria ou utilizando uma régua. Após a centrifugação, serão separadas três frações (hemácias, leucócitos e plasma). O resultado é o percentual da coluna de hemácias em relação ao conteúdo total de sangue do microtubo.

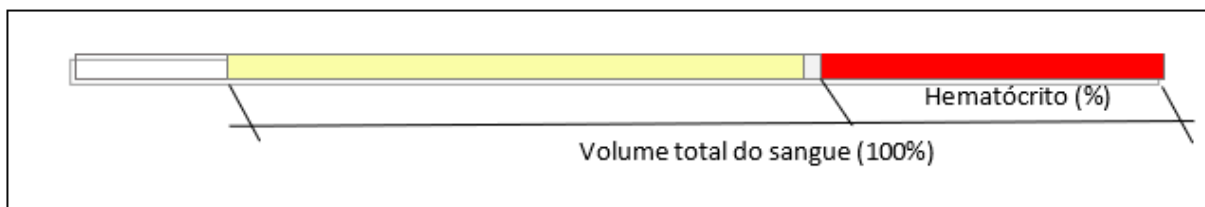


Figura 3: Representação do tubo de hematócrito mostrando o volume total de sangue e o percentual de células vermelhas correspondente ao hematócrito. A medida do VG pode ser feita com uma régua calculando o comprimento da camada de hemácias em relação ao comprimento.

### **Concentração de Hemoglobina (Hb)**

Os valores de referência para Hb em crocodilianos variam (PADILLA et al., 2011; GRIJALBA et al., 2020). A concentração de hemoglobina em répteis é 20% a 40% menor que a de mamíferos e aves (SAGGESE, 2009), de maneira similar ao descrito anteriormente com relação ao volume globular (FRYE, 1991). A dosagem de hemoglobina (Hb) na maioria dos kits reagentes é feita pelo método de cianometahemoglobina, reagindo-se 10  $\mu$ L de sangue total com 2,5 mL do reagente. Depois a mistura é centrifugada, para remoção dos restos celulares e a leitura do sobrenadante é realizada no espectrofotômetro utilizando filtro de 540 nm (ALMOSNY, 2014; CAMPBELL, 2015).

### **Volume Corpuscular Médio (VCM) e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM)**

Existem algumas especificidades sobre os eritrócitos de crocodilianos, como o número total de eritrócitos ser muito menor do que os mamíferos, apresentarem maior VCM e menor contagem

de hemácias (NARDINI et al., 2013). A partir dos valores de Ht, He e Hb, é realizado o cálculo para determinação do VCM e da CHCM (NARDINI et al., 2013; ALMOSNY, 2014).

$$VCM = \frac{Ht}{He} \times 10$$

$$CHCM = \frac{Hb}{Ht} \times 10$$

O VCM indica o volume médio dos eritrócitos e aumenta quando há uma resposta regenerativa da produção de eritrócitos, uma vez que as células jovens são maiores. Pode haver diminuição do VCM nas anemias por deficiência de Fe e hemorragias crônicas. O CHCM indica a concentração média de Hb nos eritrócitos e está relacionado à capacidade de transporte de O<sub>2</sub>, fundamental para animais com comportamento apnéico como os crocodilianos. A diminuição do CHCM está relacionada a anemias em geral, em especial as por deficiência de ferro e hemorragias crônicas.

Ambos os parâmetros estarão normais em uma anemia aguda recente, caracterizada pelo hematócrito e hemoglobina baixos, como ocorre nos traumatismos, alterando-se posteriormente com o avanço do quadro com regeneração ou não da série eritróide. Todos os parâmetros eritrocitários podem se alterar em amostras hemolisadas, especialmente os índices hematimétricos, levando a interpretações equivocadas. Portanto, amostras com hemólise visível devem ser descartadas.

### **Contagem de leucócitos totais**

A contagem total de leucócitos (L) também é realizada em Câmara de *Neubauer* com diluição do sangue total de 1:100 em solução de Natt e Herrick (NARDINI et al., 2013; CAMPBELL, 2015), semelhante a contagem total de hemácias. O que varia com relação à contagem total de hemácias é que a contagem total de leucócitos é realizada em quadrantes diferentes na Câmara de *Neubauer*. Utiliza-se para contagem de leucócitos os 4 quadrados grandes da periferia (Figura 4). O resultado da média dos dois lados da câmara é multiplicado pelo fator multiplicador 250.

Na contagem total de leucócitos é importante tomar cuidado para minimizar erros como homogeneização insuficiente, diluição incorreta do sangue, pipetagem incorreta na Câmara de *Neubauer* e confusão na diferenciação de leucócitos e trombócitos, que também são nucleados em répteis (STACY et al., 2011; NARDINI et al., 2013). Contagens manuais errôneas podem levar a interpretações errôneas do leucograma, por isso sempre deve-se confirmar e contar os dois lados da câmara e fazer a média aritmética. A diferença dos valores de contagem entre os dois lados da câmara não pode ser maior do que 10%.

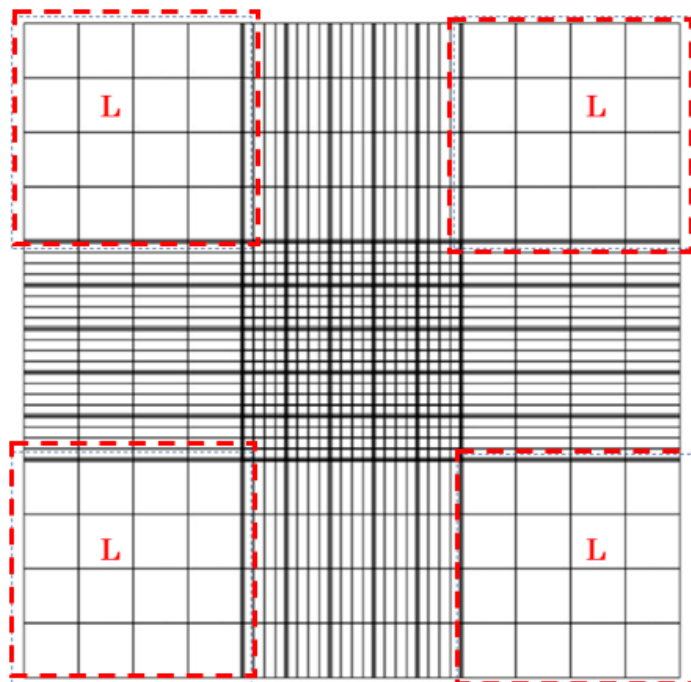


Figura 4: L - Quadrantes utilizados para contagem de leucócitos na Câmara de *Neubauer* (linhas pontilhadas).

O uso consistente de técnicas de amostragem, manipulação de amostras e métodos laboratoriais fornecem resultados laboratoriais mais confiáveis. Com esses aspectos em mente, a validade das anormalidades observadas no hemograma deve ser interpretada em relação à apresentação clínica do animal (STACY et al., 2011; WEISER, 2015).

### **Avaliação morfológica do esfregaço sanguíneo**

As alterações morfológicas nas células do sangue periférico podem indicar processos específicos da doença, ajudar a estabelecer uma lista de diagnósticos diferenciais e ajudar a monitorar o estado de saúde de um paciente durante o curso da doença ou resposta à alguma terapia (SAGGESE, 2009). Para a realização da avaliação morfológica é necessária a confecção do esfregaço sanguíneo e observação microscópica. Em jacarés jovens, quando somente uma quantidade limitada de sangue pode ser retirada com segurança, um esfregaço sanguíneo adequadamente preparado tem prioridade, porque a avaliação microscópica sozinha pode fornecer informações diagnósticas clinicamente relevantes (WEISER, 2015).

### **Morfologia dos Eritrócitos**

Os eritrócitos maduros ou adultos apresentaram forma elíptica, nucleada com posicionamento central, cromatina do núcleo com coloração basofílica e densa. O citoplasma é abundante,

ocupando cerca de 80% da célula. (CAMPBELL, 2015). Eritrócitos imaturos ou jovens são encontrados ocasionalmente. São células arredondadas, com núcleo grande em formato oval com citoplasma basofílico (STACY et al., 2011; CAMPBELL, 2015). Os valores de referência de *Caiman latirostris* estão na Tabela 1 (Figura 4 a 8).

Em animais saudáveis pode-se encontrar pequena quantidade (< 0,5%) de eritrócitos anucleados (eritroplastídeos), eritrócitos envelhecidos com pequenos núcleos redondos e picnóticos e eritrócitos em forma de lágrima; eles não parecem ter nenhum significado clínico (VERMA e BANERJEE, 1982; HAWKEY et al., 1991). Juntamente com a avaliação dos eritrócitos pode-se avaliar a presença de hemoparasitas no interior ou fora das células, especialmente em animais juvenis e adultos. Filhotes geralmente não possuem hemoparasitas (vide capítulo 14).

### **Leucócitos**

A contagem diferencial dos leucócitos é feita após a coloração por métodos tipo Romanowsky (*Giemsa*, *May-Grunwald* ou Panótico Rápido®) (WEISER, 2015). Devem ser contadas no mínimo 100 células para diferenciação leucocitária. A avaliação de infecção por hemoparasitas é realizada a partir da busca por formas parasitárias no esfregaço sanguíneo (WEISER, 2015). Os leucócitos de crocodilianos podem ser classificados como granulócitos (heterófilos, eosinófilos e basófilos) e agranulócitos (linfócitos e monócitos). Dependendo das espécies e gêneros, os leucócitos variam muito em número e morfologia de grânulos, padrões de coloração e concentração relativa no sangue periférico (STRIK et al., 2007). Os valores de referência em *C. latirostris* seguem na tabela 1.

### **Heterófilos**

Os heterófilos são os leucócitos que se elevam na circulação em resposta às infecções, inflamação e estresse. Os heterófilos na maioria das espécies de répteis compõem 30% a 45% (MATEO et al., 1984; CAMPBELL, 2015) do total de leucócitos, mas já foram descritos em crocodilianos valores acima de 54% (MATEO et al., 1984; ROSSINI et al., 2011). Esses valores podem se elevar consideravelmente dependendo da idade, pois os jacarés jovens tendem a ser mais suscetíveis a infecções e assim aumentando os valores de heterófilos (MILLAN et al., 1997). Outra causa de heterofilia seria ação de glicocorticóides relacionada ao estresse agudo que aumenta o número de heterófilos e diminui o número de linfócitos (linfopenia) (DAVIS et al., 2008).

Os heterófilos geralmente apresentam tamanho grande (10–23 µm), são células com forma arredondada, esférica ou irregular e possuem grânulos citoplasmáticos eosinofílicos alaranjados-brilhantes. O citoplasma de maneira geral é abundante, repleto de grânulos



compactos, cuja acidofilia varia em intensidade dependendo do aspecto do grânulo, corando-se na tonalidade rósea escura ou salmão. Quanto à morfologia, os grânulos mostram aspectos extremamente variados, tanto no que se refere à intensidade de cor, quanto a sua forma, podendo ser esféricos, fusiformes, em forma de bastão ou ovais. Há nítida predominância dos fusiformes em relação aos demais. O núcleo costuma ser, redondo ou oval, com denso aglomerado de cromatina irregular e possui localização excêntrica ou periférica (CAMPBELL, 2015). São o equivalente aos neutrófilos dos mamíferos e desempenham funções semelhantes, incluindo fagocitose e atividade antimicrobiana, desempenhando um papel significativo na imunidade inata em resposta a vários estímulos inflamatórios (ALMONSNY e MONTEIRO, 2007).

Como nos mamíferos, a presença de heterófilos imaturos (desvio à esquerda) está geralmente associada a infecções, especialmente as bacterianas. Comparando com heterófilos maduros, os heterófilos imaturos têm núcleos maiores, ocasionalmente pleomórficos, maiores relações Núcleo:Citoplasma (N:C) e aumento da basofilia citoplasmática, podendo conter um pequeno número de grânulos primários roxo escuros (STRIK et al., 2007) (Figuras 5, 6 e 7).

A avaliação quantitativa e qualitativa da toxicidade, semelhante ao encontrado em mamíferos, é importante como indicador prognóstico. O grau de toxicidade reflete a gravidade da doença e os heterófilos tóxicos podem ser observados em infecções bacterianas, inflamação grave ou necrose.

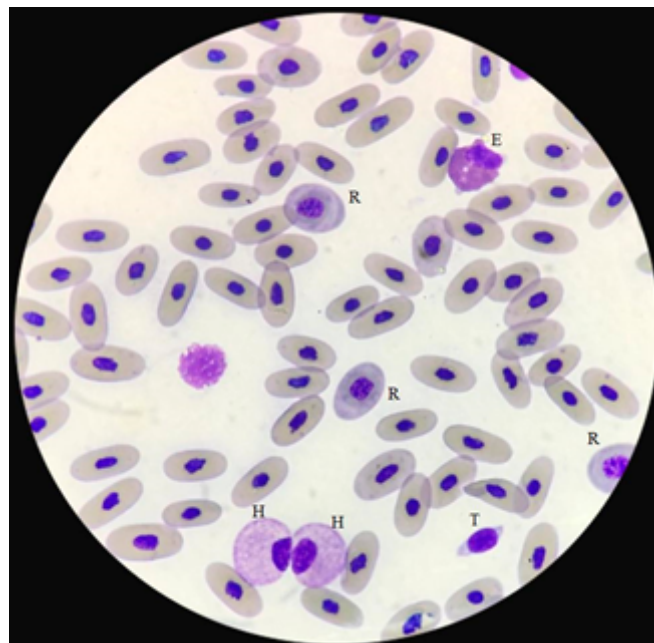


Figura 5: Eosinófilo (E), heterófilo (H), rubricitos ou eritrócitos jovens (R), trombócitos maduros (T) de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) (magnificação original de 1000x). Foto: Emy Hiura.

Achados morfológicos de toxicidade leve incluem basofilia citoplasmática e degranulação. A toxicidade grave é caracterizada por vacuolização citoplasmática, grânulos citoplasmáticos aberrantes (pleomórficos) e excessiva lobulação nuclear (STRIK et al., 2007). A degranulação de heterófilos sem basofilia citoplasmática pode ser um artefato de manipulação inadequada da amostra, armazenamento prolongado ou fixação inapropriada do filme sanguíneo (CAMPBELL, 2004; CAMPBELL, 2015).

### **Eosinófilos**

Os eosinófilos compõem 5% a 10% dos leucócitos em jacarés (GLASSMAN et al., 1981). Embora a função dos eosinófilos nos répteis não tenha sido bem estudada, o número anormalmente alto de eosinófilos tem sido associado a infecções parasitárias (por exemplo, protozoários e helmintos) e outros tipos de estimulação antigênica (MEAD e BORYSENKO, 1984; CAMPBELL, 2004; STRIK et al., 2007). O número de eosinófilos é influenciado por fatores sazonais, com menores números reportados no verão e maiores números durante o período de hibernação. O tamanho dos eosinófilos varia conforme a ordem filogenética entre 9 a 20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sendo que os crocodilianos têm eosinófilos de tamanho intermediário. Os eosinófilos têm um citoplasma claro e grânulos redondos e cor-de-rosa (eosinofílicos). Os núcleos são centrais ou excêntricos, redondos, ovais, alongados ou bilobulados (CAMPBELL, 2004; STACY et al., 2011) (Figura 5).

### **Basófilos**

Os basófilos, quando comparados aos demais leucócitos granulócitos, possuem forma esférica e são de tamanho menor (7-12  $\mu\text{m}$ ), mas podem atingir 20  $\mu\text{m}$  em algumas espécies. O citoplasma apresenta poucos grânulos, de forma esférica, fortemente basofílicos, de tamanho variável e quando dispostos sobre o núcleo podem impossibilitar a distinção do seu contorno (FRYE, 1991). Em algumas células, devido à escassez dos grânulos, é possível a caracterização de um núcleo esférico central corado em violeta. Os basófilos de répteis podem degranular durante a coleta de sangue, atraso no processamento da amostra ou preparação da lâmina de esfregaço, resultando em basófilos com citoplasma roxo claro e vacúolos claros (ALLISON e VELGUTH, 2009) (Figura 6). A porcentagem de basófilos varia muito entre espécies de crocodilianos, mas no geral não ultrapassa os 5% (GLASSMAN et al., 1981). O aumento do percentual de basófilos é relatado em certas hemoparasitoses e infecções virais. A função dos basófilos em répteis não é bem elucidada (SYPEK e BORYSENKO, 1988).

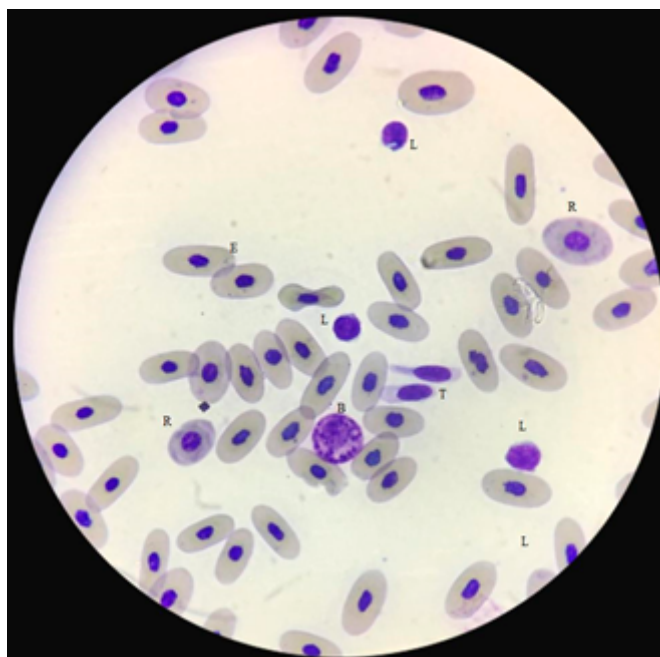


Figura 6: Basófilo (B), eritrócitos adultos (E), linfócitos (L), heterófilo (H), rubríctos ou eritrócitos jovens (R), trombócitos maduros (T) de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) (magnificação original de 1000x).  
Foto: Emy Hiura.

## Linfócitos

Os linfócitos dos répteis apresentam grande variação quanto ao tamanho e à forma. Podem variar em tamanho de 5 a 15  $\mu\text{m}$  e são semelhantes em sua morfologia aos linfócitos de mamíferos e aves. Possuem aspecto irregular ou mesmo esférico. O citoplasma é escasso, basofílico, com grânulos azurófilos, exibindo comumente projeções citoplasmáticas (CAMPBELL, 2015) (Figura 6 e 7). Pode ser um desafio diferenciar os linfócitos pequenos dos trombócitos quando se realiza a contagem total de linfócitos na Câmara de *Neubauer* ou durante a avaliação do esfregaço sanguíneo (SYPEK e BORYSENKO, 1988).

Na maioria das espécies de répteis, os linfócitos são os leucócitos predominantes e compõem até 80% dos leucócitos (SYPEK e BORYSENKO, 1988; DIVERS et al., 1996). Em *Alligator mississippiensis* observaram-se valores aproximados de 40 a 50 % (GLASSMAN et al., 1981) e foi notado que jacarés muito jovens podem ter valores de linfócitos menores devido a imaturidade do sistema imunológico (DAVIS et al., 2008). Semelhante aos linfócitos de aves e mamíferos, os linfócitos reptilianos são categorizados como células B e T com funções correspondentes, incluindo a produção de imunoglobulinas e resposta celular, respectivamente (SYPEK e BORYSENKO, 1988).

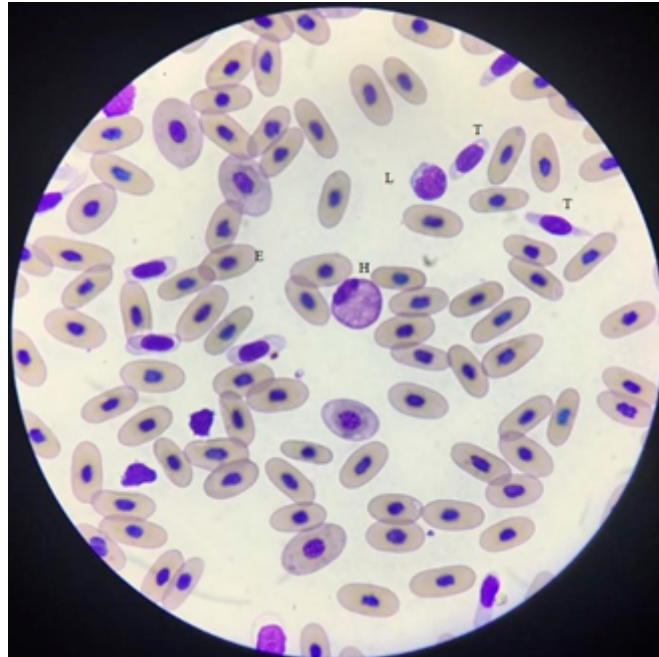


Figura 7: Linfócitos (L), heterófilo (H), eritrócitos adultos (E), trombócitos (T) de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) (magnificação original de 1000x).  
Foto: Emy Hiura.

As causas de linfocitose incluem inflamação ou infecção, cicatrização de feridas, parasitismo e doenças virais. A linfopenia pode estar associada à desnutrição e excesso de corticosteroides endógenos e exógenos, que causam a destruição dessas células (CAMPBELL, 2004). Os linfócitos grandes, linfócitos reativos e linfoblastos podem ser observados ocasionalmente, especialmente em condições de doença que causam estimulação imunológica. Outras formas que também podem estar presentes em casos de estimulação imunológica são os linfócitos plasmocitóides e os linfócitos granulares.

### **Monócitos**

Os monócitos variam em tamanho de 8 a 25  $\mu\text{m}$ , possuem forma que varia de oval a amebóide, abundante citoplasma azul-cinza claro e têm bordas citoplasmáticas distintas. Os núcleos são redondos, ovais, reniformes ou multilobulares e têm cromatina suave a ligeiramente agrupada, menos condensada e sua cor é relativamente mais clara que a do núcleo (SYPEK e BORYSENKO, 1988; CAMPBELL, 2015) (Figura 8).

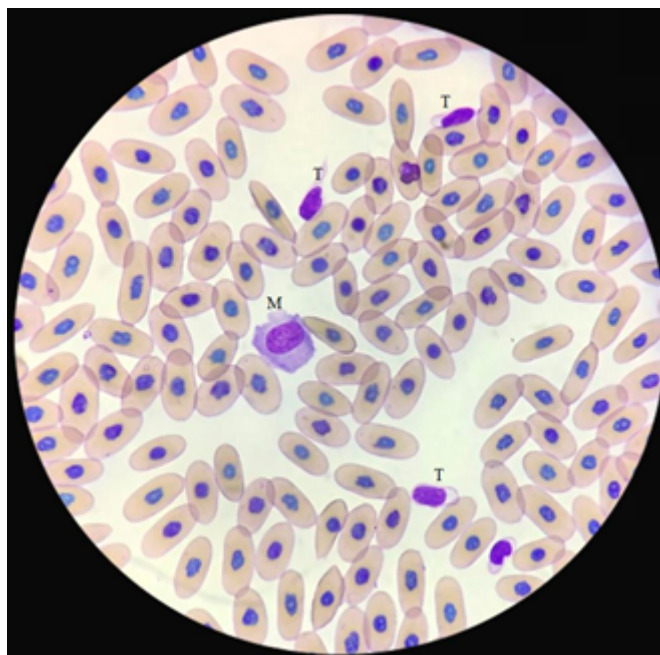


Figura 8: Monócitos (M) e trombócitos maduros (T) de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) (magnificação original de 1000x). Foto: Emy Hiura.

Os monócitos geralmente compõem de 0% a 5% dos leucócitos (GLASSMAN et al., 1981), no entanto, algumas espécies de répteis têm até 20% de monócitos. Os monócitos desenvolvem-se em macrófagos depois de deixarem a circulação e migrarem em direção aos tecidos. São essenciais para formação do granuloma e de células gigantes, uma resposta comum às infecções microbianas em répteis (STACY e PESSIER, 2007). As causas de monocitose em répteis são relacionadas as doenças inflamatórias agudas ou em processos inflamatórios crônicos devido a infecções bacterianas, infecções micóticas, parasitismo, infecções virais, corpos estranhos, dano tecidual e neoplasias (IRIZARRY-ROVIRA et al., 2002).

Segundo Stacy e Pessier (2007), exclusivamente nos répteis podem ser observados monócitos circulantes e macrófagos que contêm pigmento de melanina com vacúolos de lipídios, que devem ser diferenciados de hemoparasitas intracelulares. A eritrofagocitose que acontece pelos macrófagos pode estar relacionada com atraso no processamento das amostras e doenças imunomediadas, infecciosas ou neoplásicas (HARVEY, 2001).

É importante salientar sobre a divergência de opiniões sobre a existência ou não da célula chamada azurófilo. Essa célula é uma combinação de características morfológicas de monócitos e granulócitos em uma única célula, e tem autores que classificam como monócitos ativados e outros como azurófilos. Essa célula é mais comum de ser observada em serpentes (STRIK et al., 2007) e poucos são vistos em crocodilianos.

## **Trombócitos**

Para a realização da contagem manual do número total de trombócitos, é necessária a utilização da Câmara de Neubauer com diluição de 1:100 em solução de Natt e Herrick. A contagem é feita em toda a área quadriculada central e a quantidade de trombócitos por microlitro é obtida multiplicando o valor por 500 (CAMPBELL, 2015). Outra maneira de obter a avaliação de trombócitos é através do esfregaço sanguíneo, mas é uma contagem subjetiva, estimando a quantidade de trombócitos em diminuída, normal ou aumentada. Em animais hígidos os trombócitos variam entre 25 a 350 para cada 100 leucócitos no esfregaço sanguíneo (CAMPBELL, 2015).

As características morfológicas dos trombócitos são semelhantes aos pequenos linfócitos, e sua diferenciação pode ser desafiadora, sendo uma das principais dificuldades na contagem do diferencial de células em répteis. Amostras de sangue de répteis são geralmente coletadas em heparina lítica, o que ocasionalmente causa a agregação de trombócitos e possivelmente de leucócitos (CLAVER e AUGUSTIN, 2009). Os agregados trombocitários podem ser úteis na identificação da morfologia dos trombócitos e ajudam a diferenciá-los dos linfócitos. Em comparação com os linfócitos, os trombócitos são ligeiramente menores; são redondos, ovais ou elípticos, possuem aproximadamente 5 a 9  $\mu\text{m}$  e têm bordas citoplasmáticas mais proeminentes comparando-se com os linfócitos pequenos, e possuem citoplasma claro e escasso, que pode conter alguns grânulos finos e cor-de-rosa. Os núcleos são arredondados a ovais, centrais e têm cromatina escura e densa. Os trombócitos imaturos são maiores que as células maduras e têm maiores relações N:C e citoplasma levemente basofílico (MOURA et al., 1999) Ao contrário das plaquetas de mamíferos que são fragmentos citoplasmáticos de megacariócitos, os trombócitos de répteis, são nucleados e representam uma linha celular distinta que supostamente se origina do tromboplasto no tecido hematopoiético, por isso o nome de trombócito (CAMPBELL, 2015; PENG et al., 2018) (Figura 5, 7, 8 e 9). Os trombócitos funcionam de forma semelhante às plaquetas de mamíferos, incluindo envolvimento na hemostasia e cicatrização de feridas. Os trombócitos também podem ter capacidade fagocitária (DIETERLEN-LIEVRE e BIRDS, 1988; PENG et al., 2018).

A diminuição de trombócitos pode ser causada pela demora na coleta de sangue, atraso no processamento da amostra, amostras coaguladas e erros laboratoriais. A trombocitopenia é uma alteração inespecífica, e como nos mamíferos existem diversas causas como hemoparasitose, desordem inflamatória e infecciosa, destruição imunomediada e consumo periférico (CAMPBELL, 2015).

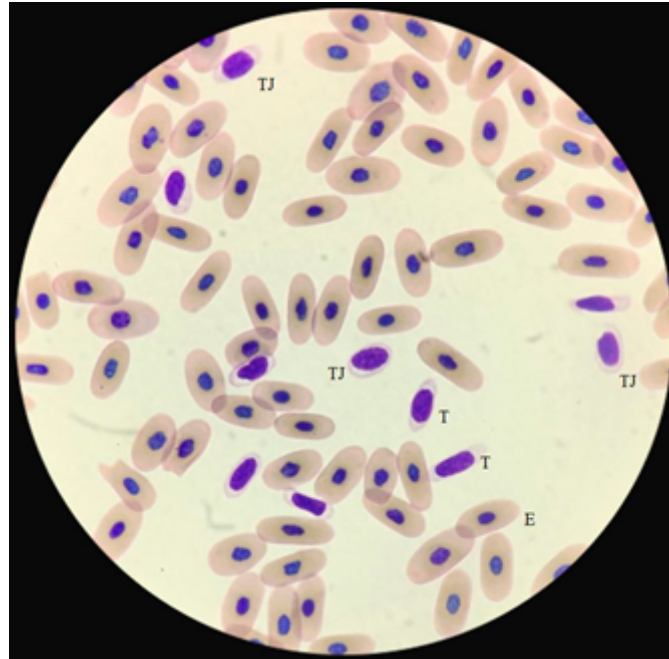


Figura 9: Eritrócitos adultos (E), Trombócitos jovens (TJ) trombócitos maduros (T) de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) (magnificação original de 1000x).  
Foto: Emy Hiura.

## Fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam o hemograma dos crocodilianos

As características como idade, sexo, ambiente e dieta podem afetar dramaticamente o hemograma em relação à morfologia celular e à concentração celular no sangue periférico (PENG et al., 2018). Os efeitos sazonais são multifatoriais e podem ser influenciadas pela disponibilidade de alimentos, época do ano, hibernação e temperaturas extremas (CHRISTOPHER et al., 1999; STACY et al., 2011). Deste modo é difícil aplicar amplos padrões de alterações entre as espécies, e qualquer inferência deve ser levada em consideração dependendo da espécie e área geográfica.

Os fatores externos e internos são umas das dificuldades encontradas para fazer uma padronização dos valores hematimétricos. Existem diferenças entre as células sanguíneas em diferentes espécies de répteis, principalmente pelo tamanho e morfologia celular. Em relação a idade, há relatos de crocodilianos adultos em cativeiro apresentarem contagem aumentada de hemácia e diminuição de linfócitos em comparação ao grupo jovem ou sub adultos (STACY et al., 2011). Já relacionado ao sexo, foi observado em algumas espécies de jacarés uma contagem de leucócitos maiores nos machos do que nas fêmeas, mas ainda há divergência entre autores (PADILLA et al., 2011).

Com relação à estação do ano os jacarés têm maior contagem das células (eritrócitos, trombócitos, leucócitos totais, heterófilos, linfócito e basófilos) em pós-hibernação (primavera) do que na pré-hibernação (outono) nos países com diminuição brusca de temperatura, devido principalmente a mudança no metabolismo (STACY e WHITAKER, 2000). A avaliação de jacarés na Geórgia e na Flórida revelou maiores porcentagens de VG, heterófilos e basófilos na primavera (FRYE, 1991; CHAFFIN et al., 2008). Por outro lado, já foram relatadas menores contagens de leucócitos totais e porcentagens de monócitos na primavera do que no outono (CHRISTOPHER et al., 1999; CHAFFIN et al., 2008). Essa divergência de relatos deve-se a uma diversidade de fatores, como idade, população, disponibilidade de alimento, imunidade, nível de estresse e temperatura do local. Nesse período de transição é um momento de desafios em que os crocodilos jovens podem morrer, devido às mudanças fisiológicas como uma redução drástica na taxa metabólica, temperatura corporal, ventilação, débito cardíaco e queda da imunidade (LYMAN, 1965).

A comparação de resultados hematológicos em animais em cativeiro e de vida livre tem variação significativa em todos os valores hematológicos. Essa diferença se dá principalmente pela alimentação, presença de ectoparasitas e hemoparasitas nos animais de vida livre e o estresse em cativeiro (SALAKIJ et al., 2002; BRENNER et al., 2002; PENG, et al., 2018). O estresse e a imunossupressão são fatores relacionados ao desenvolvimento de inúmeras doenças que afetam os crocodilianos em cativeiro. Sabe-se sobre o papel que os glicocorticoides podem desempenhar na fisiologia dos jacarés, podendo causar uma imunossupressão como reduzir drasticamente os números de linfócitos e conseqüentemente de imunoglobulinas, assim predispondo a desenvolver uma doença. Em cativeiro, a superlotação, manejo, ruído excessivo, mudança na dieta, qualidade da água e mudança na temperatura podem causar essa queda de imunidade que pode levar o animal a desenvolver doenças como infecções bacterianas, fúngicas e hemoparasitas (CLIPPINGER et al., 2000; ENRÍQUEZ et al., 2014).

## Bioquímica clínica de crocodilianos

A avaliação de componentes bioquímicos no sangue e outros fluidos biológicos fornecem informações importantes sobre o estado geral de saúde e *status* fisiológico dos crocodilianos. Entretanto, para uma correta interpretação dos resultados laboratoriais, é essencial que se utilize valores de referência bem estabelecidos e que represente bem a população estudada, assim como, critérios importantes de padronização dos resultados tais como, faixa etária, sexo, manejo, alimentação, entre outros, devem sempre ser levados em consideração.

Há disponível na literatura, alguns poucos artigos científicos que buscam estabelecer valores de referência, no entanto, fatores como populações de cativeiro ou de vida livre, sazonalidade, temperatura, região geográfica e número amostral são bastante variáveis tornando frágil a interpretação dos dados obtidos nesses artigos para essa finalidade. Apesar disso, esses valores podem ser utilizados como um “guia geral” na rotina clínica, porém, sem um peso significativo.



## Avaliação laboratorial da função renal

A avaliação laboratorial da função renal em crocodilianos não é simples. A utilização da dosagem de ureia e creatinina, frequentemente utilizada em mamíferos, não é relevante para esses animais (CAMPBELL, 2015). Além disso, a avaliação somente com exames bioquímicos não é recomendada.

Crocodilianos não possuem bexiga distinta e a urina é armazenada na cloaca (GRIGG e KIRSHNER, 2015). Os exames de urina cloacal se baseiam principalmente na osmorregulação e na excreção de nitrogênio. A avaliação laboratorial deve ter foco na osmolalidade e nas concentrações de sódio (Na), potássio (K), cloreto (Cl), ureia, ácido úrico e amônia e já foi descrito na literatura em amostras de urina coletadas de *Crocodylus porosus* (KUCHEL e FRANKLIN, 1998), *Alligator mississippiensis* (PIDCOCK et al., 1997), *Crocodylus johnstoni* (TAPLIN et al., 1999), *Crocodylus acutus* (DANTZLER e BRAUN, 1980) e *Crocodylus niloticus* (LESLIE e SPOTILA, 2000). Nestes estudos, a urina foi considerada hipo-osmótica em relação ao sangue; a fração líquida da urina cloacal apresentou baixas concentrações de Na e maiores concentrações de Cl, ureia ausente ou detectada apenas em pequenas quantidades.

Em crocodilianos, a urina pode ser afetada pela reabsorção de água pós-renal, e as baixas concentrações de Na urinário podem ser devido à excreção pelas glândulas de sal linguais nas espécies que as possuem (GRIGG e KIRSHNER, 2015). Segundo Grigg e Gans (1993), os rins mesonéfricos (não possuem Alça de Henle), sustentados pela cloaca e pelas glândulas de sal, cuidam da regulação iônica e osmótica. Kuchel e Franklin (1998), investigaram a função do rim e da cloaca em *Crocodylus porosus*, e relataram que estes possuem rins metanéfricos (incapazes de concentrar a urina) e têm glândulas de sal funcionais.

Sabe-se que as espécies da família Crocodylidae diferem das espécies da família Alligatoridae, por possuírem órgãos excretores de sal na língua (KUCHEL e FRANKLIN, 1998). Em *Crocodylus porosus* e *Crocodylus niloticus*, as glândulas de sal linguais são verdadeiramente funcionais (HUCHZERMEYER, 2003) assim como em *Crocodylus johnstoni*. Esta capacidade de alguns crocodilianos em excretar o excesso de sal através dessas glândulas é uma indicação de sua origem na água salgada (CRAMP et al., 2008).

Nos crocodilianos, a amônia (excretada como bicarbonato de amônio) e o ácido úrico são os principais produtos nitrogenados (SINGER, 2003). A urina dos crocodilianos (*Crocodylus porosus*), que passam mais tempo em água doce, é abundante, com aspecto límpido e diluído. A urina cloacal de crocodilianos que foram expostos a condições hiperosmóticas, parece opaca (branca e cremosa) e frequentemente tem seu volume diminuído (GRIGG e GANS, 1993). Khalil e Haggag (1958) descreveram as excreções em *Crocodylus niloticus*: “em parte como urina líquida e em parte como depósitos amorfos semelhantes a fios brancos”. Cragg et al. (1961) relataram que as amostras de urina de *Crocodylus niloticus* e *Caiman crocodilus*: “um líquido incolor com um depósito branco sólido”. Hopping (1923) relatou a excreção de nitrogênio em

*Crocodylus acutus* e os principais achados foram ureia até 17%, amônia 50-85% e ácido úrico 7-20%. Khalil e Haggag (1958) descobriram que os depósitos na urina de *Crocodylus niloticus* continham 88,61% de ácido úrico, concluindo que a urina inteira consiste em 25,4% de amônia, 4,5% de uréia e 68,5% de ácido úrico.

O ácido úrico representa a maior parte do total de nitrogênio excretado pelos rins dos crocodilianos e a redução na excreção renal dessa substância é denominada de hiperuricemia. Essa condição pode ser observada em casos de desidratação ou em casos de doença renal crônica em animais que apresentem lesão tecidual profunda. Algumas enzimas como aspartato aminotransferase (AST), creatinoquinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) podem apresentar atividade elevada em doenças renais agudas, porém, a abundância dessas enzimas em outros tecidos as torna marcadores inespecíficos de doença renal (CAMPBELL, 2015).

Um dos indicadores mais importantes para avaliação da função renal em crocodilianos é a relação cálcio:fósforo (Ca:P). Apesar disso, muitos fatores podem influenciar nessas concentrações e devem ser lembrados ao interpretar os achados e correlacionar com doenças renais. Em casos de doença renal, a redução na relação Ca:P é um dos indicativos, no entanto, pode ocorrer mais tardiamente. A relação Ca:P pode ser alterada por fatores como gênero e *status* reprodutivo. Outro fato importante de ser lembrado é que a maioria dos analisadores bioquímicos mensuram cálcio total, não separando as frações ionizada, ligada à proteína e complexos, e assim, animais com hipoalbuminemia tendem a apresentar baixas concentrações séricas de cálcio, interferindo na interpretação da relação Ca:P para diagnóstico das nefropatias. Hiponatremia e hipercalcemia podem ocorrer por disfunção tubular distal, no entanto, uma avaliação mais detalhada entre animais doentes e saudáveis se faz necessária (CAMPBELL, 2015).

### **Avaliação laboratorial da função hepática**

Doenças hepáticas podem causar elevações na atividade sérica de várias enzimas, incluindo a AST, gama glutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA) e LDH, no entanto, a maioria dessas enzimas estão distribuídas em outros tecidos, como músculos e rins. Por isso, a avaliação conjunta da enzima CK se faz necessária para auxiliar na diferenciação das enfermidades musculares e não musculares. Elevações nas atividades séricas de AST e LDH podem sugerir lesão muscular ou hepática, porém, outras enfermidades devem ser investigadas a partir desse achado, como por exemplo, sepse, toxemia ou eventos hemolíticos.

A FA é bem distribuída pelos tecidos de crocodilianos, no entanto, existem poucas informações sobre a interpretação dessa enzima. Elevações na atividade sérica dessa enzima parecem ser mais sugestivas de atividade osteoblástica do que relacionada a doenças hepatobiliares. Um caminho interessante para melhorar a avaliação hepática por meio da enzimologia é direcionar os estudos para determinação das isoenzimas específicas do tecido

hepático. Nesse sentido, isoformas da AST, FA e LDH poderiam elucidar melhor as desordens hepatobiliares (CAMPBELL, 2015).

Atividades séricas de ALT, AST e FA são semelhantes entre as espécies de *Caiman* spp. No entanto, poucos estudos focam na interpretação dos valores bioquímicos séricos. Em alguns casos, pode ser mais benéfico monitorar as variações dos parâmetros bioquímicos em um animal individualmente do que confiar em valores de referência. A literatura disponível sobre a avaliação da atividade enzimática sérica em crocodilianos é limitada e validações de kits comerciais usados para realizar essas análises não estão disponíveis na literatura (ROSSINI et al., 2011).

A avaliação das proteínas séricas também é útil para avaliar a saúde dos crocodilianos. Apesar disso, várias situações podem interferir nas concentrações séricas das proteínas tais como sistema de criação (cativeiro ou vida livre), sexo, hormônios (estrógeno), entre outros. Além disso, diferentes métodos de mensuração são utilizados como o método de biureto e verde de bromocresol, no entanto, é difícil estabelecer uma comparação dos resultados obtidos sem que haja uma padronização e validação da metodologia utilizada (ROSSINI et al., 2011). Outros métodos, como o uso do refratômetro, é frequentemente utilizado para estimar a concentração sérica ou plasmática de proteínas. É importante frisar que a refratometria tende a superestimar os valores de proteína total (CAMPBELL, 2015).

Outro método de avaliação das proteínas séricas é a eletroforese, que possibilita uma interpretação mais profunda das frações proteicas. Além disso, o fracionamento eletroforético permite a identificação de proteínas de fase aguda, que podem ser utilizadas de forma promissora como indicadores prognósticos e diagnósticos para várias enfermidades inflamatórias e/ou infecciosas (FONSECA et al., 2020).

### **Avaliação laboratorial de lipídios e metabolismo da glicose**

Os lipídios exercem inúmeras funções no organismo, porém, são particularmente importantes como fonte de energia (triglicerídeos e ácidos graxos), como componentes estruturais de membranas celulares (fosfolipídios e colesterol) ou como substratos para hormônios (STOCKHAM e SCOTT, 2011). Nos crocodilianos, variações nas concentrações séricas de lipídios podem ser influenciados pelo sexo e sazonalidade (STACY e WHITAKER, 2000).

A concentração glicêmica varia de acordo com a espécie, temperatura ambiental e condição nutricional. Elevações na temperatura ambiental, por exemplo, induzem hiperglicemia em *Caiman* spp., entretanto, o motivo ao certo dessa variação é desconhecido. A concentração sérica de glicose pode estar relacionada ao tipo de dieta, alimentação antes da coleta e tempo entre as coletas e processamento da amostra de sangue (CAMPBELL, 2015). Concentrações elevadas de glicose no sangue de crocodilianos estão frequentemente relacionadas a condições metabólicas, doenças sistêmicas e hiperglicemia associada ao estresse resultante da liberação

de glicocorticoides e adrenalina (ADELAKUN et al., 2019) e isso pode resultar na morte relacionada à pancreatite em *Crocodylus niloticus* (BOTHAS, 2011).

Os lipídios são importantes no metabolismo dos crocodilianos. O colesterol está envolvido na síntese de ácidos biliares, surfactante pulmonar, vitamina D, hormônios gonadais e adrenais. Mecanismos neuroendócrinos podem causar flutuações periódicas dos níveis de lipídios, principalmente colesterol (COPPO, 2001). Um exemplo é que após a ingestão de alimentos, o soro de jacaré se torna lipêmico (MILLAN et al., 2007). A diminuição de lipídios no inverno foi relatada por Schoeb et al. (2002), relacionando com a depleção dos estoques de tecido adiposo durante o inverno.

Elevações nas concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos em crocodilianos podem ser decorrentes de excessos nutricionais associados à diminuição do gasto energético em animais de cativeiro (PADILLA et al., 2011; BOTHAS, 2011). Da mesma forma, diminuições nas concentrações séricas desses parâmetros estão associados a desnutrição (BOTHAS, 2011).

## Determinação de valores de referência em jacarés

Existe uma grande variabilidade entre os valores de referência encontrados na literatura (ver Tabelas 1 a 3), porém, essa variação pode ser atribuída as diferenças no local da punção venosa, o uso de plasma heparinizado em vez de soro, condições de jejum, o número de amostras desiguais, idade e sexo (STACY e WHITAKER, 2000), além de atrasos no processamento e da variação metodológica das técnicas laboratoriais de análise (COPPO, 2001).

A determinação de valores de referência deve seguir o método padronizado pela *Clinical Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2010) ou equivalente para que seja comparável entre diferentes estudos. Preferencialmente, cada laboratório deve estabelecer seus próprios valores de referência, adequados à realidade de sua casuística. Recomendamos que os criatórios estabeleçam seus próprios valores em parceria com laboratórios especializados.

Os valores devem seguir uma padronização e separação maior possível entre grupos de ao menos 30 indivíduos de mesma espécie, sexo, faixa etária e tamanho e manejo. Para animais de vida livre, os valores devem ser estabelecidos com n amostrais maiores, pois provavelmente os valores apresentam maiores variações.

Tabela 1: Valores de referências bioquímicos, hematológicos e morfológicos de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) (Nóbrega, 2017). (Continua na próxima página).

Referências	Pré-púberes (CRC<40 cm)					Púberes (CRC- 40 a 90 cm)					Maduros (CRC>90 cm)				
	N	Média	DP	Intervalo de Referência		N	Média	DP	Intervalo de Referência		N	Média	DP	Intervalo de Referência	
Comprimento Rostro-cloaca (CRC) (cm)	65	16,9	6,6	12,0	33,5	24	55,6	16,5	28,8	79,4	14	112,3	21,8	91,7	162,5
Peso (kg)	65	0,2	0,4	0,01	0,8	24	6,6	5,0	0,7	17,1	14	39,4	14,8	21,6	70,2
Índice Corporal (IC)	65	0,1	0,1	0,01	0,5	24	1,0	0,6	0,2	2,1	14	3,3	1,4	1,3	5,7
Hematócrito (%)	49	19,0	5,6	10,0	31,2	24	27,5	6,6	11,2	34,4	14	25,5	4,0	20,0	30,0
Hemácias (milhões/mm <sup>3</sup> )	49	0,5	0,1	0,2	0,8	24	0,6	0,2	0,3	0,9	14	0,6	0,2	0,3	1,0
Hemoglobina (g/dl)	49	7,0	2,3	1,9	12,5	24	9,7	2,6	6,9	14,0	14	8,0	1,5	6,3	10,3
VCM	49	419,8	130,3	214,1	665,9	24	446,8	183,2	295,9	934,6	14	437,5	168,7	283,4	798,1
HCM	49	170,5	85,3	60,7	325,0	24	167,5	54,2	106,4	273,2	14	136,3	48,2	92,0	226,3
CHCM	49	40,1	12,7	11,0	69,7	24	40,5	16,7	24,0	77,2	14	31,6	4,1	25,8	39,5
Leucócitos (/mm <sup>3</sup> )	49	4873	2267	1500	9100	24	5320,8	2279,6	1893,8	9792,5	14	5198,6	1695,6	2539,3	7728,8
Heterófilos (%)	49	75,0	10,0	52,8	89,6	24	70,2	11,4	55,3	88,9	14	61,3	6,7	51,6	72,0
Linfócitos (%)	49	20,5	8,7	9,2	39,4	24	24,2	11,2	6,2	40,9	14	30,4	6,0	18,9	39,0
Monócitos (%)	49	0,5	1,3	0,0	3,8	24	0,9	1,1	0,0	3,0	14	1,9	2,3	0,0	6,4
Eosinófilos (%)	49	4,3	4,7	0,0	14,0	24	4,7	2,9	0,6	10,4	14	6,4	4,6	2,0	16,8
Heterófilos (/mm <sup>3</sup> )	49	3609,6	1770,5	1224,0	7171,0	24	3394,5	1247,7	1536,5	6117,5	14	3168,8	1004,4	1523,5	4436,8
Linfócitos (/mm <sup>3</sup> )	49	1047,4	775,8	202	2961,6	24	1348,5	1023,6	152,5	3625,4	14	1629,3	733,2	550,0	3025,7
Monócitos (/mm <sup>3</sup> )	49	33,2	88,0	0,0	277,0	24	52,6	72,5	0,0	214,8	14	108,9	158,0	0,0	445,1
Eosinófilos (/mm <sup>3</sup> )	49	219,3	297,9	0,0	619,0	24	199,7	138,3	24,9	513,8	14	282,5	149,9	40,8	525,4
Trombócitos (/mm <sup>3</sup> )	49	159877,6	60645,7	34400,0	228000,0	24	126095,7	74259,8	8340,0	224500,0	14	87142,9	47126,4	33825,0	190675,0
Glicose (mg/dl)	39	95,3	36,0	41,5	184,0	12	89,0	36,0	50,6	153,3	9	80,9	27,9	52,0	122,2

Triglicérides (mg/dl)	39	66,6	61,4	14,9	197,9	12	54,8	83,7	8,7	244,0	9	50,6	27,6	23,6	105,6
Colesterol (mg/dl)	39	106,8	70,5	31,0	330,6	12	114,3	105,7	5,7	307,7	9	77,1	40,3	31,0	139,4
Proteína total (g/dl)	39	4,1	1,4	1,9	6,6	12	3,0	1,9	1,0	6,4	9	4,3	1,9	2,1	6,4
Albumina (g/dl)	39	1,4	0,7	0,4	2,6	12	1,2	1,0	0,2	3,0	9	1,2	0,7	0,4	2,0
Globulinas (g/dl)	39	2,7	0,9	1,2	4,3	12	2,0	1,2	0,5	4,1	9	3,1	1,2	1,7	4,5
Albumina:globulinas	39	0,6	0,4	0,2	1,8	12	0,4	0,2	0,1	0,7	9	0,4	0,1	0,2	0,5
Uréia (mg/dl)	39	16,2	38,5	2,0	49,8	12	34,7	54,8	0,6	161,2	9	55,5	41,2	7,6	112,2
Creatinina (mg/dl)	39	0,3	0,1	0,2	0,5	12	0,7	1,1	0,2	3,2	9	4,4	2,1	0,7	7,0
Ácido Úrico (mg/dl)	39	2,2	1,3	0,5	4,8	12	2,9	1,9	0,6	6,7	9	1,0	1,2	0,2	3,3
Cálcio (mg/dl)	39	10,9	3,8	3,7	15,9	12	8,2	4,1	3,0	13,1	9	10,6	1,9	8,3	13,0
Fósforo (mg/dl)	39	5,4	2,2	2,2	9,7	12	5,1	2,8	1,4	10,8	9	4,3	2,0	2,3	7,0
Cálcio:Fósforo	39	2,2	1,0	0,8	5,2	12	1,8	0,8	0,7	2,9	9	4,1	1,3	3,0	6,0
Sódio (mmol/l)	39	147,7	10,2	124,9	165,1	12	143,7	11,7	119,6	152,7	9	154,9	7,7	148,0	166,8
Potássio (mmol/l)	39	4,7	1,4	2,9	7,5	12	4,5	2,0	3,2	8,9	9	15,9	8,0	3,6	21,6
Cloro (mmol/l)	39	109,7	8,1	95,1	124,4	12	106,0	21,0	58,8	120,1	9	107,0	5,1	99,0	114,4
Ferro (µmol/l)	39	65,8	34,9	20,8	138,1	12	97,3	86,4	17,1	266,9	9	124,3	80,5	23,8	245,2
Fosfatase Alcalina (UI/l)	39	20,3	27,9	4,0	119,8	12	28,4	37,1	2,8	105,3	9	4,9	1,8	3,0	7,0
Aspartato-aminotransferase (UI/l)	39	152,1	108,2	10,0	367,7	12	123,8	133,0	6,0	397,0	9	82,0	41,6	41,0	152,4
Alanina-aminotransferase (UI/l)	39	41,2	52,5	4,9	128,9	12	25,6	26,3	2,6	80,1	9	16,0	7,5	8,0	27,0
Lactato-desidrogenase (UI/l)	39	18,3	11,3	0,4	46,4	12	13,0	10,1	2,2	31,7	9	15,7	15,8	6,6	32,5
Gama-glutamyl-transferase (UI/l)	39	6,3	2,8	1,7	12,0	12	8,5	4,2	3,3	16,7	9	3,5	1,5	1,4	6,0
Creatinofosfoquinase (UI/l)	39	1578,3	3168,7	20,9	9388,9	12	961,8	2408,7	0,8	6606,7	9	1873,6	1578,2	89,6	4004,0

Tabela 2: Valores de referência para parâmetros bioquímicos séricos de crocodilianos adultos. (Continua na próxima página).

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Espécie</b>	<b>Autor</b>
ALT (U/L)	8 a 27	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	40 a 80	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	15 a 63	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	28 a 60	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
AST (U/L)	41 a 152,4	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	41 a 63	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	14 a 211	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	23 a 55	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
FA (U/L)	3 a 7	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	32 a 60	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	3 a 72	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	31 a 63	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
CK (U/L)	-	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	7 a 10	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	-	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	7 a 10	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
LDH (U/L)	6,6 a 32,5	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	-	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	116 a 160	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Proteína total (g/dL)	2,1 a 6,4	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	4,7 a 6,2	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	2,9 a 5,7	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	2,9 a 3,9	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Albumina (g/dL)	0,4 a 2,0	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	1,7 a 2,7	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	1,1 a 1,9	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	1 a 1,4	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Ácido úrico (mg/dL)	0,2 a 3,3	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	0,7 a 5,0	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	2,2 a 7,7	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Glicose (mg/dL)	52 a 122,2	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	32 a 86,5	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	55 a 110	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Triglicerídeos (mg/dL)	23 a 105	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	-	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	20 a 81	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000

Colesterol (mg/dL)	31 a 139	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	0 a 9,9	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	154 a 254	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Sódio (mmol/L)	148 a 166,8	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	122 a 164	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	133 a 161	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Potássio (mmol/L)	3,6 a 21,6	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	3,3 a 7,6	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	6,9 a 9,1	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Cloroeto (mmol/L)	99 a 114,4	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	97 a 135	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	113 a 122	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Cálcio (mg/dL)	8,3 a 13	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	9,4 a 12,6	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	12,8 a 14	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000
Fósforo (mg/dL)	2,3 a 7,0	<i>Caiman latirostris</i>	Nóbrega, 2017
	-	<i>Caiman crocodilus</i>	Rossini et al., 2011
	-	<i>Crocodylus niloticus</i>	Lovely et al., 2007
	4,1 a 6,8	<i>Crocodylus palustris</i>	Stacy e Whitaker, 2000



Tabela 3: Média, Desvio Padrão e Intervalo de Referência para parâmetros bioquímicos, hematológicos e morfológicos de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) mantidos em cativeiro no Sudeste do Brasil. (Continua na próxima página).

Referências	Púberes (CRC- 40 a 90 cm)					Maduros (CRC> 90 cm)				
	N	Média	DP	Intervalo de Referência		N	Média	DP	Intervalo de Referência	
Comprimento rostro-cloacal - CRC (cm)	8	72,1	12,3	56,9	88,8	8	104,3	9,3	90,2	115,0
Peso (kg)	8	16,4	9,6	6,8	31,5	8	52,1	19,2	23,3	76,6
Índice Corporal (IC)	8	2,1	0,9	1,2	3,5	8	4,9	1,5	2,7	6,7
Hematócrito (%)	8	27,0	3,2	21,1	30,0	8	29,0	4,3	20,6	32,8
Hemácias (milhões/mm <sup>3</sup> )	8	0,5	0,2	0,3	0,8	8	0,5	0,1	0,3	0,7
Hemoglobina (g/dl)	8	9,5	4,1	1,9	13,8	8	11,7	1,4	8,9	12,7
VCM	8	466,5	222,5	75,5	663,1	8	613,3	147,1	455,7	865,7
HCM	8	206,3	80,8	46,3	261,4	8	244,5	54,8	181,5	343,0
CHCM	8	33,3	13,8	7,8	45,9	8	40,5	2,3	38,6	44,4
Leucócitos (/mm <sup>3</sup> )	8	11025,0	1613,6	9078,8	13421,3	8	11700,0	3559,6	5422,5	14850,0
Heterófilos (%)	8	77,8	3,9	75,0	84,7	8	81,5	4,7	76,0	89,0
Linfócitos (%)	8	17,3	3,5	11,5	21,7	8	14,9	3,8	10,4	20,7
Monócitos (%)	8	0,5	0,5	0,0	1,0	8	0,6	1,1	0,0	2,7
Eosinófilos (%)	8	4,6	2,1	1,4	7,0	8	3,0	2,0	0,2	5,8
Heterófilos (/mm <sup>3</sup> )	8	8536,5	1034,8	7479,5	10200,2	8	9527,1	2868,3	4464,0	12050,8
Linfócitos (/mm <sup>3</sup> )	8	1955,5	647,9	1078,1	2884,2	8	1778,6	820,0	718,3	3014,1
Monócitos (/mm <sup>3</sup> )	8	59,1	64,2	0,0	134,2	8	46,7	68,2	0,0	148,5
Eosinófilos (/mm <sup>3</sup> )	8	498,9	220,0	158,6	745,0	8	360,0	301,2	17,3	841,4
Trombócitos (/mm <sup>3</sup> )	8	208250,0	31417,7	179225,0	268450,0	8	159125,0	64268,3	38325,0	214850,0
Glicose (mg/dl)	8	104,5	45,1	48,7	182,8	8	106,3	57,9	31,3	200,8
Triglicerídeos (mg/dl)	8	108,5	106,1	9,4	297,6	8	69,0	78,7	2,6	210,0
Colesterol (mg/dl)	8	115,1	57,0	38,3	204,1	8	152,5	104,6	81,4	359,8
Proteína total (g/dl)	8	4,1	1,0	3,1	5,5	8	4,1	1,2	2,2	6,1

Albumina (g/dl)	8	1,4	0,4	0,9	2,0	8	1,3	0,5	0,6	2,1
Globulinas (g/dl)	8	2,6	0,6	1,9	3,5	8	2,8	0,8	1,6	4,1
Albumina:globulinas	8	0,6	0,1	0,4	0,8	8	0,5	0,2	0,3	0,8
Uréia (mg/dl)	8	11,5	9,2	3,2	26,9	8	10,8	12,6	1,2	33,7
Creatinina (mg/dl)	8	0,3	0,1	0,2	0,3	8	0,3	0,1	0,2	0,4
Ácido Úrico (mg/dl)	8	1,8	1,0	0,3	3,0	8				
Cálcio (mg/dl)	8	11,0	1,6	9,1	13,4	8	10,5	2,4	6,8	13,7
Fósforo (mg/dl)	8	5,5	1,4	4,0	7,5	8	5,5	2,4	2,4	9,1
Cálcio:Fósforo	8	2,1	0,4	1,4	2,7	8	2,1	0,6	1,5	3,2
Sódio (mmol/l)	8	146,5	14,8	123,0	164,8	8	142,4	10,4	124,6	155,1
Potássio (mmol/l)	8	4,6	1,3	3,5	7,0	8	4,3	0,3	3,7	4,7
Cloro (mmol/l)	8	119,3	16,5	108,3	152,3	8	129,5	70,6	99,1	270,1
Ferro (µmol/l)	8	58,4	31,3	23,3	109,9	8	78,7	35,6	31,9	135,5
Fosfatase Alcalina (UI/l)	8	12,1	7,3	7,0	26,2	8	34,8	55,5	8,6	145,8
Aspartato-aminotransferase (UI/l)	8	108,5	106,1	9,4	297,6	8	207,5	175,7	75,4	549,7
Alanina-aminotransferase (UI/l)	8	20,7	8,5	12,0	34,1	8	48,0	48,3	11,3	140,8
Lactato-desidrogenase (UI/l)	8	19,8	7,6	10,9	33,4	8	17,5	12,4	4,5	40,9
Gama-glutamilttransferase (UI/l)	8	7,7	2,8	4,8	12,2	8	5,7	1,4	3,4	7,8
Creatinofosfoquinase (UI/l)	8	1565,3	2135,2	44,9	5467,7	8	1473,6	1990,5	54,1	4938,2

## Considerações Finais

Ainda há um longo caminho a percorrer no conhecimento sobre a patologia clínica de jacarés. Especialmente as relações entre as variações fisiológicas e patológicas e o conhecimento da dinâmica celular hematológica e bioquímica da resposta dos jacarés aos diferentes quadros patológicos.

Além disso, há o desafio de compreender como as variações ambientais naturais e antrópicas influenciam nos parâmetros clínico-patológicos de animais cuja fisiologia é altamente dependente das condições externas. O aprofundamento do estudo da patologia clínica de jacarés será muito importante tanto nas questões relativas à conservação das espécies de crocodilianos brasileiros, quanto na avaliação da saúde de animais de produção e de zoológico. Muitas condições comuns em animais de cativeiro, como por exemplo as doenças osteo-metabólicas nutricionais, somente recentemente têm sido descritas, apesar de conhecidas a muito tempo (GORZA et al., 2020). Sem dúvida o amadurecimento da ciência médico-veterinária de crocodilianos tem muito a se beneficiar do conhecimento clínico-patológico e de suas aplicações diagnósticas, ecotoxicológicas e conservacionistas.

Os jacarés são espécies cuja biologia as torna importantes indicadores das condições ambientais, com grande potencial de serem espécies sentinelas, porém, o desconhecimento e a falta de padrões ainda comprometem o seu uso. Esperamos que esse capítulo seja estimulador e um ponto de partida para que mais profissionais de patologia clínica dediquem-se ao estudo dos jacarés e que possamos alcançar o nível de conhecimento necessário para sua aplicação ampla e diversificada.

## Referências

ADELAKUN, K. M.; KEHINDE, A. S.; LAOYE, O.; IHIDERO, A. A.; DALHA, A. Blood biochemical of Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Kano zoological garden, Nigeria. *Journal of Zoo Biology*, v. 2, n. 1, 2019.

ALLISON, R. W.; VELGUTH, K. E. Appearance of granulated cells in blood films stained by aqueous versus methanolic Romanowsky methods. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 39, p. 99-104, 2009.

ALMOSNY, N. R. P.; MONTEIRO, A. O. Patologia Clínica. In: CUBAS et al. **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca, 2007, p. 939-966.

ALMOSNY, N. R. P. Patologia clínica em vertebrados ectotérmicos. In: CUBAS et al., **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. 2ª edição, São Paulo: Roca, 2014, p. 1598-1623.

ARTACHO, P.; SOTO-GAMBOA, M.; VERDUGO, C. et al. Using haematological parameters

to infer the health and nutritional status of an endangered Black-necked swan population. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Elsevier. v. 147, p. 1060-1066, 2007.

BOTHA, H. W.; VAN HOVEN, L. J.; GUILLETTE, JR. The decline of the Nile crocodile population in Loskop Dam, Olifants River, South Africa. *Water SA*, v. 37, 2011.

BRAUN, J. et al. The preanalytic phase in veterinary clinical pathology. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 44, n.1, p. 8-25, 2015.

BRENNER, D.; LEWBART, G.; STEBBINS, M. et al. Health survey of wild and captive bog turtles (*Clemmys muhlenbergii*) in North Carolina and Virginia. *The Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 33, n. 4, p. 311-316, 2002.

CAMPBELL, T. W. Hematologia em Répteis. In: THRALL et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2015, p. 594-637.

CAMPBELL, T. W. Hematology of reptiles. In: THRALL et al. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p. 259-76.

CARRARO, P.; PLEBANI, M. Errors in a Stat Laboratory : Types and Frequencies 10 Years Later. *Clinical Chemistry*, v. 53, n. 7, p. 1338-1342, 2007.

CHAFFIN, K.; NORTON, T. M.; GILARDI, K. et al. Health assessment of free-ranging alligator snapping turtles (*Macrochelys temminckii*) in Georgia and Florida. *Wildlife Disease Association*, v. 44, n. 13, p. 670-686, 2008.

CHRISTOPHER, M. M.; BERRY, K. H.; WALLIS, I. R.; et al. Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the Mojave desert. *The Journal of Wildlife Diseases*, v. 35, p. 212-238, 1999.

CLAVER, J. A.; AUGUSTIN, I. E. Comparative Morphology, Development, and Function of Blood Cells in Nonmammalian Vertebrates, *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 18, n. 2, p. 87-97, 2009.

CLIPPINGER, T. L.; BENNETT, R. A.; JOHNSON, C.M. et al. Morbidity and mortality associated with a new Mycoplasma species from captive American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. v. 31, n. 3, p. 303-314, 2000.

**CLSI. Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline**. Third Edition, EP28A3E, Wayne, PA, Clinical Laboratory Standards Institute. 2010, 76p.

COPPO, J. A. Fisiología Comparada del Medio Interno, Ed. Dunken, Buenos Aires, p. 212-216, 2001.

CRAGG, M. M.; BALINSKY, J. B.; BALDWIN, E. A comparative study of nitrogen excretion in some amphibian and reptiles. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 3, p. 227-235, 1961.

- CRAMP, R. L.; MEYER, E. A.; SPARKS, N.; FRANKLIN, C. E. Functional and morphological plasticity of crocodile (*Crocodylus porosus*) salt glands. *Journal of Experimental Biology*, v. 211, p. 1482-1489, 2008.
- DANTZLER, W. H.; BRAUN, E. J. Comparative nephron function in reptiles, birds, and mammals. *American Journal of Physiology* 239 (Regulatory Integrative Comparative Physiology 8): R197-R213, 1980.
- DAVIS, A. K., MANEY D. L; MAERZ J. C. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*, v. 22 , p. 760-772, 2008.
- DIETERLEN-LIEVRE, F.; BIRDS. In: ROWLEY, A. F.; RATCLIFFE, M. A. **Vertebrate blood cells**. Cambridge (UK)-Cambridge University, 1988. p. 257-336.
- DIVERS, S. J.; REDMAYNE, G.; AVES, E. K. Haematological and biochemical values of 10 green iguanas (*Iguana iguana*). *Veterinary Record*, v. 138, p. 203-205, 1996.
- DUGUY R. Numbers of blood cells and their variations. In: GANS C, PARSONS TC. **Biology of the reptilia**, San Diego (CA): Academic Press; 1970. p. 93-109.
- ENRÍQUEZ, C.; ELÍAS, R.; MONTES, D.; SALDARRIAGA, F. Presencia de hemoparásitos de los géneros Hepatozoon y Haemoagregina en ejemplares de Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) mantenidos en cautiverio en Tumbes, Perú. *Zoo Lógica*, v. 1, n. 1, p. 43-49, 2014.
- FRYE, F. L. Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry. In: FRYE FL. (Ed), **Hematology as applied to clinical reptile medicine** 2ª Ed. Melbourne (FL): Kreiger; 1991. p. 209-77.
- GLASSMAN, A. B.; BENNETT, C. E.; HAZEN, T. C. Peripheral Blood Components in *Alligator mississippiensis*. *T. American. Microscopy. Soc*, v. 100, n. 2, p. 210-215, 1981.
- GOULART, C. E. S. **Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis**. Rio de Janeiro: L. F. Livros e Veterinária, 2004, p. 330.
- GORZA, Leonardo L. et al. Combined metabolic bone diseases, medullary aplasia and bacterial pneumonia in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Aquaculture*, v. 520, p. 734780, abr. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848618324141>>.
- GRIGG, G.; GANS, C. Morphology and Physiology of the Crocodylia. In: *Fauna of Australia Vol 2A Amphibia and Reptilia*. Australian Government Publishing Service, Canberra, v. 40, p. 326-336, 1993.
- GRIGG, G. C.; KIRSHNER, D. **Biology and Evolution of Crocodylians**. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 2015.
- GRIJALBA, J.; FORERO, E.; CONTRERAS, A.; VARGAS, J.; ANDRADE, R. Determination of hematological values of common crocodile (*Caiman crocodilus fuscus*) in captivity in the

- Magdalena Medio of Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, v. 25, n. 1, p. 75-81, 2020.
- HARVEY, J. W. **Atlas of veterinary hematology**. Philadelphia: WB Saunders; 2001, p. 13.
- HAWKEY, C.M.; BENNETT, P.M.; GASCOYNE, S.C. et al. Erythrocyte size, number and hemoglobin content in vertebrates. *The British Journal of Hematology*, v. 77, p.392-397, 1991.
- HOPPING, A. Seasonal changes in the gases and sugar of the blood and nitrogen distribution in the blood and urine of the alligator. *American Journal of Physiology* 66: 145-163, 1923.
- HUCHZERMAYER, F. W. **Crocodiles: Biology, Husbandry and Diseases**. CABI Publishing, CAB International, Oxon, Wallingford, United Kingdom, 2003.
- IRIZARRY-ROVIRA, A. R.; WOLF, A.; BOLEK, M. et al. Blood smear from a wild-caught panther chameleon (*Furcifer pardalis*). *Veterinary Clinical Pathology*, v.31, n. 3, p. 129-132, 2002.
- KHALIL, F.; HAGGAG, G. Nitrogenous excretion in crocodiles. *Journal of Experimental Biology*, v. 35, p. 552-555, 1958.
- KUCHEL, L. J.; FRANKLIN, C. E. Kidney and cloaca function in the Estuarine crocodile (*Crocodylus porosus*) at different salinities: evidence for solute-linked water uptake. *Comparative Biochemistry and Physiology A: Molecular & Integrative Physiology*, v. 119, p. 825-831, 1998.
- LESLIE, A. J.; SPOTILA, J. R. Osmoregulation of the Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*, in Lake St. Lucia, Kwazulu/Natal, South Africa. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 126, p. 351-365, 2000.
- LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. (Eds.). **Manual de Patologia Clínica Veterinária**. 3ª Ed. Santa Maria: UFSM/Departamento de Clínica de Pequenos Animais, 2007, p.107.
- LOVELY, C. J.; PITTMAN, J. M.; LESLIE A. J. Normal haematology and blood biochemistry of wild Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*) in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of the South African Veterinary Association*. v. 78, n. 3, p. 137-44, 2007.
- LYMAN, C. P. Circulation in mammalian hibernation. In: Hamilton, W.F., Dow P (ed) **Handbook of physiology**, Physiologist Society: Williams & Wilkins, Baltimore, 1965. p. 1967-1989.
- MADER, D. R.; RUDLOFF, E. Emergency and Critical Care. In: MADER, D. R. (Ed.). **Reptile Medicine and Surgery**. Florida: Sauders Elsevier, 2006. p. 533-548.
- MATEO, M. R.; ROBERTS, E. D.; ENRIGHT, F. M. Morphologic, cytochemical and functional studies of peripheral blood cells of young healthy American alligators (*Alligator mississippiensis*). *American Journal of Veterinary Research*, v. 45, p. 1046-1053, 1984.
- MEAD, K. F.; BORYSENKO, M. Surface immunoglobulin on granular and agranular leukocytes in the thymus and spleen of the snapping turtle, *Chelydra serpentina*. *Developmental and*

Comparative Immunology, v.8, p. 109-120, 1984.

MILLAN, J. M.; JANMAAT, A.; RICHARDSON, K. C.; CHAMBERS, L. K.; FOMIATTI, K. R. Reference ranges for biochemical and hematological values in farmed saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*) yearlings. Australian Veterinary Journal, v. 75, n. 11, 1997.

MOURA, W. L.; MATUSHIMA, E. R.; OLIVEIRA, L. W. et al. Aspectos morfológicos e citoquímicos dos glóbulos sangüíneos de *Caiman Crocodillus yacare* (Daudin, 1802) (*Reptilia, Crocodilia*). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 36, n. 1, p. 45-50, 1999.

MYBURGH, J. G. et al. The post-occipital venus sinus of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*): Its anatomy and use for blood sample collection and intravenous infusion. Journal of the South African Veterinary Association. n.85, p. 1-10, 2014.

NARDINI, G.; LEOPARDI, S.; BIELLI, M. Clinical Hematology in Reptilian Species. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 16, p. 1-30, 2013.

NATT, M. P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of chicken. *Poult. Sci*, v.31, p.735-738, 1952.

NÓBREGA, Y. C. Avaliação da saúde de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em condições *in situ* e *ex situ* no Espírito Santo, sudeste do Brasil. (Dissertação). Vila Velha: Universidade Vila Velha, 2017.

PADILLA, L. E.; VALLIS, G. K. ; ROWLEY, C. W. Probabilistic Estimates of Transient Climate Sensitivity Subject to Uncertainty in Forcing and Natural Variability. *Journal of Climate*, v. 24, p. 5521-5537, 2011.

PADILLA, S. E.; WEBER, M.; JACOBSON, E. R. Hematologic and plasma biochemical reference intervals for Morelet's crocodiles (*Crocodylus moreletii*) in the northern wetlands of Campeche, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, v. 47, n. 3, 2011.

PENG, F.; CHEN, X.; MENG, T. et al. Hematology and serum biochemistry parameters of captive Chinese alligators (*Alligator sinensis*) during the active and hibernating periods. *Elsevier*, v. 51, p. 8-13, 2018.

PIDCOCK, S.; TAPLIN, L. E.; GRIGG, G. C. Differences in renal-cloacal function between *Crocodylus porosus* and *Alligator mississippiensis* have implications for crocodilian evolution. *Journal of Comparative Physiology*, v. 167, p. 153-158, 1997.

RESTELLI, V.; TAYLOR, A.; COCHRANE, D.; NOBLE, M. A. Medical laboratory associated errors: the 33-month experience of an on-line volunteer Canadian province wide error reporting system. *Diagnosis*, v. 4, n. 2, p. 79-86, 2017.

RIVERA, S.; WELLEHAN, J. F. X.; MCMANAMON, R. et al. Systemic adenovirus infection in Sulawesi tortoises (*Indotestudo forsteni*) caused by a novel siadenovirus. *Journal of Veterinary*

Diagnostic Investigation, v. 21, p. 415-26, 2009.

ROSSINI, M.; GARCÍA, G.; ROJAS, J.; ZERPA, H. Hematologic and serum biochemical reference values for the wild spectacled caiman, *Caiman crocodilus crocodilus*, from the Venezuelan plains. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 40, p. 374-379, 2011.

SAGGESE, M. Clinical approach to the anemic reptile. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v.18, p. 98-111, 2009.

SALAKIJ, C.; SALAKIJ, J.; APIBAL, S. et al. Hematology, morphology and ultrastructural characteristics of blood cells in king cobras (*Ophiophagus hannah*). *Veterinary Clinical Pathology*, v. 31, p. 116-126, 2002.

SCHOEB, T. R.; HEATON-DONES, T. G.; CLEMMONS, R. M. Clinical and necropsy findings associated with increased mortality among American alligators of Lake Griffin, Florida. *Journal of Wildlife Disease*, n. 38, p. 320-337, 2002.

SINGER, M. A. Do mammals, birds, reptiles and fish have similar nitrogen conserving systems? *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.134, p.543-558, 2003.

STACY, B. A.; WHITAKER, N. Hematology and blood biochemistry of captive mugger crocodiles (*Crocodylus palustris*). *American Association of Zoo Veterinarians. J. Zoo. Wildl. Med.*, v.31, n. 3, p. 339-347, 2000.

STACY, B. A.; PESSIER, A. P.; Host response to infectious agents and identification of pathogens in tissue sections. In: JACOBSON, E.R.; **Infectious diseases and pathology of reptiles**. Florida: CRC Press, 2007. p. 1-260.

STACY, N. I.; ALLEMAN, A. R.; SAYLER, K. A. Hematologia diagnóstica de répteis. *Clínicas em Medicina de Laboratorial*. v.31. p. 87-108, 2011.

STOCKHAM, S. L.; SCOTT, M. A. **Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária**, 2ª Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 729.

STRIK, N. I.; ALLEMAN, A. R.; HARR, K. E. Circulating inflammatory cells. In: JACOBSON, E. R., (Eds.). **Infectious diseases and pathology of reptiles**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2007. p. 167-218.

SYKES, J. M.; KLAPHAKE, E. Reptile hematology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 11, p.481-500, 2008.

SYKES, J. M.; KLAPHAKE, E. Reptile Hematology. *Clinics in Laboratory Medicine*, v. 35, n. 3, p. 661–680, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cll.2015.05.014>>.

SYPEK, J.; BORYSENKO, M. **Reptiles**. In: ROWLEY A. F.; RATCLIFFE, N. A. (Eds.). *Vertebrate blood cells*. Cambridge (UK): Cambridge University Press; 1988. p. 211-56.

TAPLIN, L. E.; GRIGG, G. C.; BEARD, L. A.; PULSFORDS, T. Osmoregulatory mechanisms of the Australian freshwater crocodile, *Crocodylus johnstoni*, in freshwater and estuarine

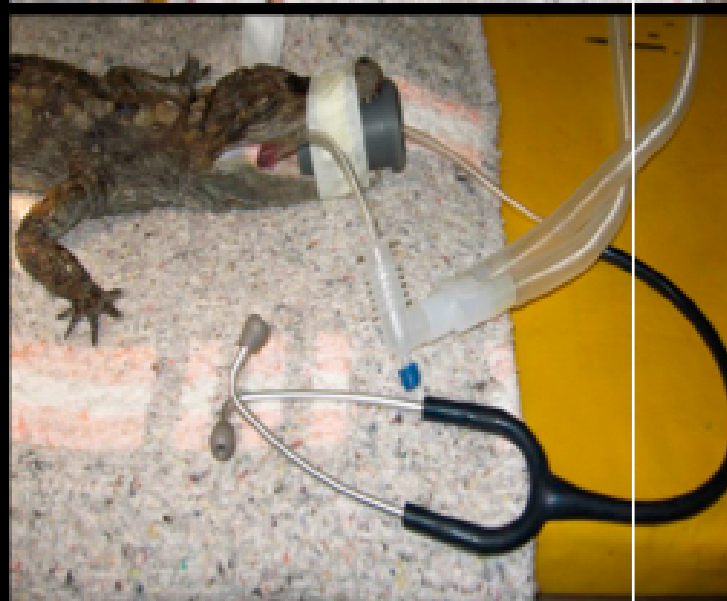


habitats. *Journal of Comparative Physiology*, v. 169, p. 215-223, 1999.

VERMA, G. K.; BANERJEE, V. Intergeneric hematological studies in three selected reptiles: erythrocytes. *Indian Journal of Animal Research*, v. 16, p. 49-53, 1982.

WALLACH, J. D.; BOEVER, W. J. **Diseases of exotic animals, medical and surgical management**. Philadelphia: WB Saunders Co; 1983. p. 983-987.

WEISER, G. Coleta e processamento de amostra e análise das opções de serviço laboratoriais, In: THRALL, M. A. et al. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. São Paulo: Roca, 2015, p. 87-99.



11

Foto: Gianmarco Rojas

## CONTENÇÃO FARMACOLÓGICA E ANESTESIA EM CROCODILIANOS

Gianmarco Rojas Moreno

## Introdução

A anestesia em crocodilianos remonta à década de 1960, quando se realizaram as primeiras pesquisas ou intervenções cirúrgicas experimentais, que requeriam uma adequada sedação ou imobilização farmacológica. Ainda não se contemplava a ideia do manejo da dor, sendo que o conceito de sentir dor não era atribuído aos répteis nessa época e até hoje esse conceito é muito discutível por muitos profissionais da área.

## Considerações anatômicas e fisiológicas dos crocodilianos associados à anestesia

Os crocodilianos são répteis e como tal apresentam características morfológicas e funcionais, que devem ser consideradas de maneira especial antes de qualquer procedimento que implique o uso de fármacos anestésicos.

Outras características associadas à biologia e à adaptação à vida aquática dos crocodilianos devem também ser consideradas, para se ter uma melhor abordagem deste tipo de pacientes (FLEMING, 2007). Em síntese, destacamos as seguintes características anatômicas e fisiológicas importantes dos crocodilianos:

### *Sistema respiratório*

Devido à sua vida semiaquática, os crocodilianos desenvolveram a capacidade de se manter por muitos minutos debaixo d'água. Esta característica lhes permite caçar as suas presas, usando uma técnica de ataque surpresa, sendo que eles mantêm a maior parte do seu corpo submerso, deixando apenas os olhos e as narinas fora da água.

As narinas apresentam esfíncteres musculares que permitem fechar por completo a entrada do nariz, impedindo que a água entre no sistema respiratório, evitando que estes se afoguem durante o mergulho (FLEMING, 2007). Outra característica importante no sistema respiratório dos crocodilianos, é a presença da válvula palatina, uma estrutura muscular que nasce na base da glote e prolonga-se até se acoplar com o palato mole, que se prolonga caudo-ventralmente, no sentido da válvula palatina. Quando o crocodilo submerge, estas estruturas evitam que a água possa ingressar dentro da traqueia, quando o animal abocanha presas embaixo da água (HUCHZERMEYER, 2003).

Os crocodilianos possuem pulmões com estruturas multicamerais à maneira de sacos trabeculares, que se expandem ao longo de todo o tórax. Além disso, eles possuem um diafragma muscular e funcional que permite uma ventilação respiratória mais eficiente do que a observada em outras espécies de répteis (HUCHZERMEYER, 2003). O fato de que os crocodilianos, diferente de outros répteis “anfíbios”, não possuem a possibilidade de respiração cutânea nem cloacal, sendo totalmente dependentes da respiração pulmonar, uma característica muito importante a se considerar na anestesia destes animais (FLEMING, 2007).

### *Sistema cardiovascular*

Uma das características curiosas do sistema circulatório dos crocodilianos é que eles apresentam um sistema cardiovascular funcionalmente mais parecido ao dos mamíferos e das aves, do que o que se observa nos outros répteis (HUCHZERMEYER, 2003).

Uma das principais diferenças é que eles possuem um coração tetracavitário e não um de três câmaras como observado comumente nos outros grupos de répteis. Além disso, este coração apresenta certas adaptações estruturais que facilitam a sua eficiência na vida aquática. Uma destas adaptações é o forame de Panizza que permite uma comunicação entre o arco aórtico e a artéria pulmonar e o redirecionamento do sangue ao sistema circulatório geral, reduzindo o fluxo sanguíneo aos pulmões, levando o sangue oxigenado aos músculos e a os órgãos vitais, maximizando o uso do sangue oxigenado nos órgãos que mais o precisam no momento do mergulho. Esta modificação do fluxo sanguíneo em sentido inverso da direita à esquerda, através do Forame de Panizza, permite que o maior fluxo de sangue oxigenado se direcione ao cérebro e até o próprio coração (HUCHZERMEYER, 2003). Esta condição, porém, pode complicar os procedimentos anestésicos mantidos com anestesia inalatória provocada pela diminuição do fluxo sanguíneo pulmonar, o que leva a uma diminuição da passagem do agente anestésico do pulmão ao sistema sanguíneo. Isto pode se corrigir utilizando uma ventilação forçada para melhorar a passagem e aproveitamento do anestésico no nível pulmonar (FLEMING, 2007)

Outra estrutura do sistema cardiovascular em crocodilianos é o sistema porta renal. Este “*shunt*” vascular está presente em todas as espécies de répteis e permitem uma drenagem sanguínea mais eficiente dos membros pélvicos e da cauda, e que é ativada em condições de estresse e por mecanismos ainda não totalmente descritos (HUCHZERMEYER, 2003). Esta característica deve ser sempre considerada na aplicação de fármacos de efeitos nefrotóxicos ou que precisem de metabolização hepática prévia, para a ativação dos seus efeitos farmacológicos, evitando-se a sua aplicação na cauda ou nos membros pélvicos. No entanto, os seus efeitos clínicos não são necessariamente significativos (FLEMING, 2007).

### *Termorregulação*

Considerando que os crocodilianos são répteis, os mesmos critérios aplicados à fisiologia da termorregulação destes aplica-se também aos crocodilianos. Em resumo, a temperatura nestes animais depende não somente da sua própria atividade metabólica, senão em grande parte da temperatura e condições ambientais onde eles se encontram. Assim, considera-se que os crocodilianos apresentam uma zona de conforto de temperatura ambiental entre 25 a 35°C. Conseqüentemente, é recomendável manter o ambiente onde se realiza o procedimento anestésico a uma temperatura média de 30°C (BENNETT, 1996).

## Considerações associadas à contenção física em crocodilianos

Os crocodilianos são animais de respostas muito agressivas. Por isso é muito necessário o uso de técnicas de imobilização adequadas e seguras tanto para o operador, como para os animais, e que permitam a aplicação dos agentes anestésicos de maneira rápida e eficiente. Entretanto, muitas destas técnicas podem provocar lesões graves nos animais, além de gerar algumas complicações metabólicas muito importantes de se considerar no processo anestésico.

Uma das considerações importantes, é o fato de que existem muitas complicações associadas direta ou indiretamente ao processo de imobilização do animal. Traumas musculoesqueléticos têm sido descritos em manejos de animais de pequeno a grande porte. Estas lesões podem incluir fraturas ósseas, lesões oculares, lesões cutâneas e em casos mais complicados afogamento mecânico (WALSH, 1987).

Em procedimentos que incluem tempos de contenção física muito prolongados, podem ocorrer alterações metabólicas que geram uma descompensação sistêmica do animal, colocando em risco a vida dele ou aumentando o risco anestésico, antes inclusive do próprio procedimento. A miopatia de captura que está associada a uma liberação exacerbada de ácido lático, gera modificações no pH notáveis, provocando uma acidose metabólica que pode aumentar o tempo de recuperação da anestesia (FLEMING, 2007).

Sabe-se que as condições chave para reduzir os efeitos deletérios associados à contenção física incluem: a escolha da melhor técnica em relação ao tamanho e a condição físico-clínica do paciente, trabalhar com uma equipe de captura experiente e diminuir ao máximo o tempo de imobilização que precede à aplicação dos anestésicos.

## Vias de aplicação de fármacos anestésicos em crocodilianos

Existem três vias de administração de anestésicos mais empregadas em crocodilianos: a intramuscular, a intravenosa e a via respiratória.

### *Via intramuscular*

São empregadas preferivelmente as massas musculares dos membros torácicos, considerando que devido à presença do sistema porta renal, evita-se o emprego dos membros pélvicos. Uma das principais complicações da aplicação neste local é, sem dúvida, a proximidade com a boca do animal (o seu principal mecanismo de defesa e ataque).

Entretanto, o uso de mecanismos de injeção a distância assim como uma adequada imobilização física prévia diminui muitíssimo o risco de sofrer mordidas dos animais, no momento da aplicação dos fármacos. O mais importante a considerar desta via de aplicação é evitar lesionar as escamas do animal, sendo que a penetração da agulha deve ser sempre entre as escamas e não atravessando-as, pois estas dificilmente se regeneram corretamente.

Toda aplicação de fármacos por esta via deverá ser realizada empregando volumes pequenos de líquido e evitando o uso de fármacos muito concentrados, que poderiam gerar algum tipo de necrose da musculatura no ponto de aplicação. Uma adequada limpeza do ponto de aplicação antes da injeção diminui o risco de infecções locais por contaminação bacteriana oportunista.

#### *Via intravenosa*

Os pontos de punção venosa mais empregados em crocodilianos, são os mesmos que normalmente empregam-se em colheitas sanguíneas: o seio venoso pós-occipital ou seio venoso subdural (Figura 1) e a veia coccígea ventral de fácil acesso em animais mais jovens e de pequeno tamanho (Figura 2), e a veia coccígea lateral, que pode ser empregada principalmente em animais de maior tamanho.

A punção das veias coccígeas é relativamente fácil em animais menores e permite a aplicação de volumes bons a velocidades lentas; porém, devido ao seu posicionamento profundo e ao seu pequeno calibre, é muito comum a aplicação extravascular, o que não resulta ser muito adequado em situações quando se empregam fármacos de aplicação intravenosa obrigatória, podendo gerar um inadequado efeito ou no pior caso um quadro de flebite ou celulite no ponto de aplicação.



Figura 1: Administração de anestésico intravenoso por punção seio venoso pós-occipital em *Caiman crocodilus*. Foto: Gianmarco Rojas.

O seio venoso pós-occipital apresenta certas vantagens no seu uso como via de punção intravenosa, uma delas é sem dúvida a sua grande facilidade de acesso (MYBURGH et al., 2014). Porém, este ponto apresenta também desvantagens associadas principalmente ao risco de lesões que poderiam ser infringidas no animal se a punção com a agulha for muito profunda, podendo provocar danos temporários ou permanentes na medula espinhal gerando em consequência uma paresia ou paralisia dos membros torácicos (POTHIWONG et al., 2000).

Outra complicação importante é a possibilidade da inoculação do fármaco anestésico dentro do espaço epidural, que poderia gerar efeitos indesejados no animal, inclusive provocando a morte.



Figura 2: Administração de anestésico intravenoso por punção da veia coccígea ventral em *Caiman crocodilus*. Foto: Gianmarco Rojas.

### *Via respiratória*

O acesso na traqueia em crocodilianos previamente sedados é um procedimento relativamente simples, uma vez que afastamos ventralmente a válvula palatina, esta permite observar a entrada da glote facilitando a intubação endotraqueal.

Algumas considerações que se deve ter antes da intubação endotraqueal (Figura 3), é considerar adequadamente o diâmetro do tubo, sendo este o suficientemente grande para se acoplar na traqueia sem forçá-la e evitando-se o uso do balonete de ajuste do tubo, evitando assim, provocar isquemia local na mucosa da traqueia.

Além disso, é importante lembrar que a traqueia é relativamente curta nos crocodilianos, deste modo, o tubo endotraqueal não deve ser inserido muito profundamente a fim de evitar a intubação seletiva de um único pulmão.

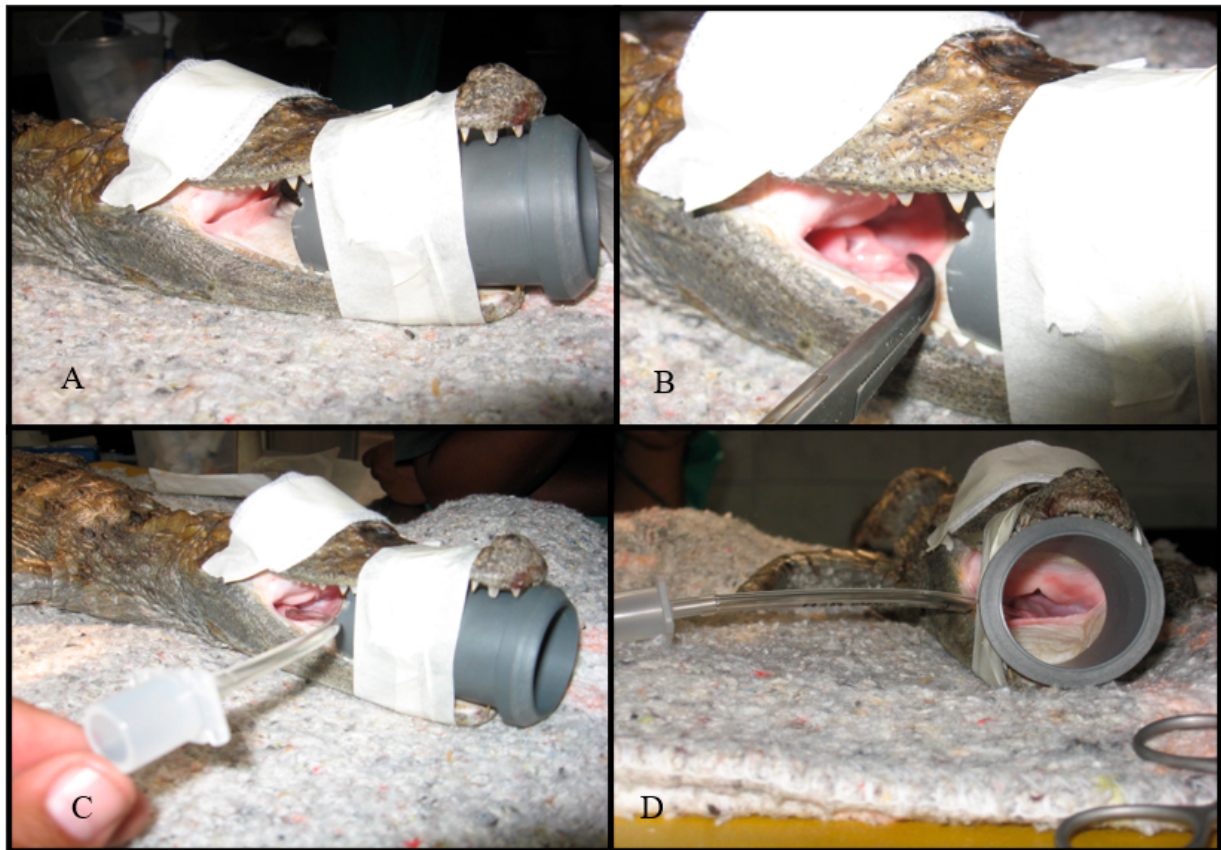


Figura 3: Técnica de intubação endotraqueal em *Caiman crocodilus*. A: Posição do tubo guia. B: abaixamento da válvula palatina. C e D: Posicionamento do tubo traqueal. Fotos: Gianmarco Rojas.

## Fármacos anestésicos empregados em crocodilianos

### *Benzodiazepinas*

A sedação é uma técnica empregada em animais agressivos, para diminuir os processos deletérios associados ao estresse da imobilização física. Esta permite um manejo muito mais seguro, tanto para o animal, assim como para a equipe de contenção, tendo como resultado procedimentos menos traumáticos e resultados de exames físico-clínicos menos alterados.

Existem poucos agentes sedativos que podem ser considerados seguros para o uso em crocodilianos. Os mais empregados são as benzodiazepinas, sendo descrito o uso do Diazepam ou midazolam, prévio ao uso de agentes imobilizantes ou dissociativos em crocodilianos de mediano a grande porte (FRYE, 1991).



Uma das grandes vantagens do uso das benzodiazepinas é a possibilidade de antagonizar os seus efeitos com o uso do flumazenil, que permite reduzir significativamente o tempo de recuperação pós sedação. Porém, o seu curto tempo de duração e o elevado custo do fármaco limitam o seu uso em animais de grande porte (FLEMING, 2007).

## Agonistas e antagonistas $\alpha_2$

Os agonistas  $\alpha_2$  têm sido empregados com relativo sucesso em crocodilianos. Tanto a xilazina, a medetomidina (OLSSON e PHALEN, 2012) e mais recentemente, a dexmedetomidina, apresentam efeitos muito potentes quando usados isoladamente ou principalmente em combinação com agentes dissociativos como a quetamina (HEATON-JONES et al., 2002).

Os efeitos desejáveis dos agonistas  $\alpha_2$  incluem sedação e relaxamento muscular dose dependentes associados a uma analgesia visceral e somática, principalmente com o uso da medetomidina ou da dexmedetomidina. Entretanto, como efeitos não desejados destacam-se uma bradicardia muito acentuada e bradipneia, que levam aos animais a um quadro variável de depressão respiratória (FLEMING, 2007). Estes efeitos deletérios são menos significativos quando se empregam os agonistas  $\alpha_2$  de última geração, principalmente quando se usa a dexmedetomidina.

Os antagonistas  $\alpha_2$  são empregados frequentemente para acelerar o processo de recuperação pós sedação. A ioimbina é usada, preferivelmente, para antagonizar os efeitos da xilazina e o atipamezol se usa para reverter os efeitos da medetomidina e da dexmedetomidina. Quando não se realiza a reversão dos efeitos anestésicos dos agonistas  $\alpha_2$ , estes podem se prolongar por até 12 horas (FRYE, 1991).

## Anestésicos dissociativos

A quetamina é o anestésico dissociativo empregado por excelência na contenção farmacológica de animais selvagens e isto não muda quando se trata de anestesia de crocodilianos. A quetamina vem sendo usada frequentemente na imobilização de répteis de pequeno a grande porte, de maneira isolada ou principalmente associada a outros fármacos, como as benzodiazepinas ou os agonistas  $\alpha_2$  (HEATON-JONES et al., 2002).

Uma combinação comercial da tiletamina/zolazepam oferece efeitos de sedação e imobilização muito eficientes em crocodilianos (CLYDE et al., 1994). Além disso, a possibilidade de manejar a concentração desta combinação permite o seu uso inclusive em animais de grande tamanho, com volumes de fármaco muito pequenos. Porém, uma das complicações do uso desta associação é o prolongado tempo de recuperação, que pode ser reduzido com o uso de flumazenilo, mas retirando apenas os efeitos do zolazepam, podendo desmascarar os efeitos indesejáveis da tiletamina (FLEMING, 2007).

A grande facilidade de aplicação e o seu baixo risco anestésico tem convertido este grupo de fármacos nos mais empregados para a anestesia de crocodilianos. Entretanto, devido à ausência de agentes reversores, o seu tempo de recuperação depende exclusivamente do metabolismo e excreção do paciente, e está associado à dose empregada e às condições de manejo da temperatura ambiental, durante o procedimento anestésico.

## **Anestésicos intravenosos não barbitúricos**

O propofol é um fármaco muito empregado na anestesia de répteis com excelentes resultados. Ele produz indução anestésica rápida e de curta duração. Porém, pode ser empregado em infusão contínua para manutenção da anestesia por períodos de mais de uma hora.

Uma das principais desvantagens do uso do propofol é que ele precisa ser aplicado na via intravenosa, o que requer de uma contenção física prévia ou o uso de sedativos para facilitar o acesso venoso, principalmente em animais grandes. Outra deficiência que apresenta o propofol é que ele não possui efeitos analgésicos, por isso não deverá ser empregado como único agente anestésico em procedimentos cirúrgicos cruentos.

Além disso, não é recomendável o seu uso como anestésico para infusão contínua em crocodilianos muito pequenos porque pode gerar um quadro de hemodiluição devido ao pouco volume sanguíneo que estes animais possuem.

As doses empregadas de propofol podem variar de 5 a 15 mg/kg (FLEMING, 2007), entretanto, como ocorre em animais domésticos, o uso do propofol deve ser sempre com base em dose-efeito, a fim de evitar planos anestésicos excessivamente aprofundados que poderiam gerar quadros de depressão cardiorrespiratória perigosos.

## **Outros anestésicos injetáveis**

A alfaxolona é um esteroide sintético neuroativo que produz anestesia e relaxamento muscular em animais domésticos (OLSSON et al., 2013). Este fármaco tem mostrado muitas características úteis como agente imobilizante em répteis. Entre as suas principais qualidades, destaca-se o fato de não ser irritante nos tecidos, podendo ser aplicado pela via intravenosa, intramuscular ou intracelômica sem problemas (BENNETT, 1991).

Entretanto, a alfaxolona apresenta ainda algumas limitações. Apesar deste fármaco gerar uma indução anestésica rápida e um plano anestésico inicial similar ao do propofol, o crocodilo anestesiado com alfaxolona pode ter uma profundidade anestésica muito variável, aprofundando e tornando-se superficial de maneira repentina e sem sinais prévios, com movimentos respiratórios intermitentes, e com uma recuperação às vezes explosiva, condição que o torna um protocolo inseguro para as pessoas que rodeiam o animal se este não estiver contido fisicamente (OLSSON et al., 2013).

## Anestésicos inalatórios

O uso de agentes voláteis facilita a manutenção da anestesia de maneira segura e por tempos mais prolongados do que pela via intravenosa. Os anestésicos voláteis mais empregados em répteis atualmente são o isoflurano e o sevoflurano, as concentrações empregadas em crocodilos variam de 4 a 5 % para indução e de 1 a 4 % para manutenção anestésica, dependendo da medicação usada na sedação prévia do animal (FLEMING, 2007).

Algumas questões inerentes à anatomia e fisiologia dos crocodilianos deverão ser consideradas quando se pensa no uso dos anestésicos voláteis. Em primeiro lugar, nos crocodilianos há um fácil acesso à traqueia. Isto permite uma intubação adequada e por isso, é muito simples manter uma ventilação eficiente em animais sob anestesia geral.

Além disso, devido às adaptações a sua vida subaquática eles podem permanecer em longos períodos de apneia, e o uso de ventilação assistida pode melhorar o preenchimento dos pulmões e, em consequência, melhorar a captação dos anestésicos inalatórios. Uma recomendação é realizar de 2 a 4 ventilações positivas por minuto para manter um adequado preenchimento pulmonar (SCHUMACHER, 1996).

Como ocorre no manejo da anestesia inalatória de outras espécies, um fator importante a considerar é uma adequada escolha do sistema de respiração anestésica. Para crocodilos com menos de 5 kg deve-se empregar circuitos sem re-inspiração, como o de *Bain* ou *Jackson-Rees*, com fluxo de oxigênio de 300 a 500 ml/kg por minuto. Para crocodilos de mais de 5 kg a escolha certa seriam circuitos circulares ou de re-inalação, usando de 1 a 2 L/minuto (BENNETT, 1996).

## Analgesia em crocodilianos

Como no caso dos répteis, a eficiência dos protocolos analgésicos em crocodilianos ainda requer muitas pesquisas. Entretanto, o uso de alguns fármacos poderia apresentar efeitos similares aos descritos para outros répteis. Relatos do uso de opioides e anti-inflamatórios não esteroides em crocodilianos limita-se apenas ao uso de Morfina/meperidina (KANUI, 1992) e meloxicam, respectivamente (FLEMING, 2007).

Estudos mais detalhados sobre a fisiologia da dor e da resposta específica dos crocodilianos aos agentes analgésicos devem ser realizados, a fim de estabelecer futuros manejos adequados em animais submetidos aos procedimentos cirúrgicos cruentos ou ainda, naqueles com doenças que cursem com quadros de dor aguda ou crônica.

## Protocolos anestésicos em crocodilianos

A anestesia em crocodilianos ainda é um procedimento complicado e muitos protocolos que incluem fármacos como barbitúricos, bloqueadores neuromusculares e opioides de alta potência,

deixaram de ser usados, devido ao risco de vida que geram para os animais anestesiados, além de ter uma recuperação muito prolongada.

Os protocolos anestésicos usados frequentemente em crocodilianos estão descritos na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1: Protocolos anestésicos usados em crocodilianos.

<b>Fármaco</b>	<b>Dose (mg/Kg)</b>	<b>Via</b>
<b>Analgésicos</b>		
Morfina	0,8	IM
Meperidina	1 - 2	IM
Meloxicam	0,1 – 0,2	IM/PO
<b>Anestésicos</b>		
Quetamina	11 - 110	IM
Quetamina + xilazina	7,5-10 + 1-2	IM
Quetamina + medetomidina	10 + 0,1	IM
Quetamina + dexmedetomidina	5-10 + 0,05	IM/IV
Quetamina + midazolam	10 + 0,5	IM/IV
Tiletamina/zolazepam	5 - 15	IM
Propofol	3 - 10	IV
Alfaxolona	3	IV
Medetomidina	0,5 – 0,75	IM
Diazepam	0,22 – 0,62	IM
<b>Antagonistas</b>		
Ioimbina	0.1	IM
Atipamezol	5x a dose de medetomidina 10x a dose de dexmedetomidina	IM/IV
Flumazenilo	1:13 ou 1:20 da dose da benzodiazepina	IV

## Monitorização durante a anestesia

Uma das principais características de uma anestesia bem sucedida é, sem dúvida, a realização de um adequado acompanhamento dos parâmetros fisiológicos do paciente, durante todo procedimento até uma completa recuperação.

Entretanto, quando se trata de monitorização desses valores, durante a anestesia de répteis, isto converte-se num desafio muito complexo, que muitas vezes limita-se ao registro de poucos dados, como das frequências cardíaca e respiratória, temperatura corporal (cloacal ou esofágica) e dificilmente dados de capnografia/capnometria ou oximetria de pulso, estes últimos mais complicados, devido à falta de equipamentos desenhados ou calibrados, especificamente para seu uso em répteis e muito menos para crocodilianos.

A frequência cardíaca pode ser registrada mediante o uso de estetoscópios esofágicos (Figura 4), eletrocardiografia (ECG) e *doppler* vasculares. A colocação do estetoscópio esofágico é muito fácil em crocodilianos sob anestesia e facilita o acompanhamento contínuo da função cardíaca. O *doppler* vascular, colocado sobre o ponto anatômico da artéria carótida ou no ponto onde se encontra o coração, também permite detectar o fluxo sanguíneo, principalmente em animais pequenos. O uso do ECG ainda é muito discutível, devido nem todos os equipamentos apresentarem uma boa sensibilidade e acurácia para o registro de valores reais em crocodilianos.

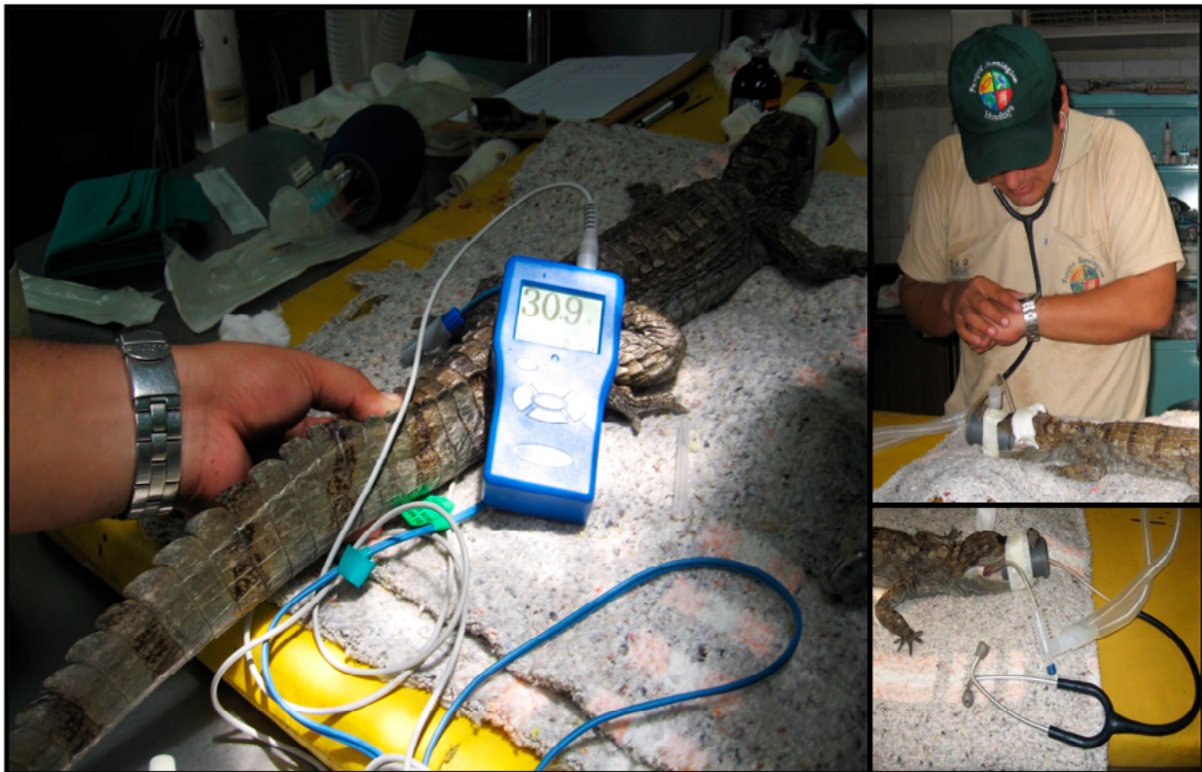


Figura 4: medição de temperatura em crocodiliano com inserção esofágica do sensor. Fotos: Gianmarco Rojas.

Além disso, a presença das escamas e osteodermos dificulta uma adequada leitura do ECG nestes animais. A colocação de agulhas metálicas intradérmicas, para melhorar o contato dos eletrodos, pode ser útil com alguns equipamentos de maior sensibilidade. A frequência respiratória pode ser registrada mediante observação dos movimentos respiratórios do animal e pelo preenchimento e esvaziamento da bolsa de reserva do circuito anestésico. O uso de detectores de apneia ou o sensor do capnógrafo pode ser empregado, sempre que o animal mantiver uma adequada ventilação espontânea. Em pacientes sob ventilação mecânica ou assistida, este registro da frequência respiratória é apenas um dado e carece de valor diagnóstico do paciente.

Para o registro da temperatura corporal, deve-se utilizar termômetros que permitam leituras de temperaturas menores que 35°C. Durante a anestesia, a temperatura do paciente dependerá estritamente do adequado manejo da temperatura ambiental e do oferecimento de fontes de calor, a fim de evitar quadros de hipotermia. A colocação dos sensores do termômetro pode ser realizada no interior da cloaca ou do esôfago (Figura 4).

Contudo, ainda não está clara a importância dos valores diagnósticos da oximetria e da capnometria na função respiratória em crocodilianos.

## Referências

- BENNETT, R. A. Anesthesia. In: MADER, D. R. (Ed.). **Reptile Medicine and Surgery**. Philadelphia: WB Saunders, 1991. p. 241-247.
- CLYDE, V. L.; CARDEILHAC, P. T.; JACOBSON, E. R. 1994. Chemical restraint of American alligators (*Alligator mississippiensis*) with atracurium or tiletamine-zolazepam. *Journal of Zoo and Wild Animal Medicine*, v. 25, p. 525-530, 1994.
- FLEMING, G. J. Crocodilians (crocodiles, alligators, caimans, gharial). In: WEST, G.; HEARD, D.; CAULKETT, N. (Orgs.). **Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia**. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 223-231.
- FRYE, F. L. Anesthesia. In: FRYE, F. L. (Ed.). **Reptile Care, An Atlas of Disease and Treatments**. Vol. 2, Neptune, New Jersey: TFH Publishing, 1991. p. 421-437.
- HEATON-JONES, T. G.; KO, J. C. H.; HEATON-JONES, B. S. Evaluation of medetomidine-ketamine anesthesia with atipamezole reversal in American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Zoo and Wild Animal Medicine*. v. 33, n. 1, p. 36-44, 2002.
- HUCHZERMEYER, F. W. **Crocodiles: Biology, Husbandry and Diseases**. Wallingford: CABI Publishing, 2003.
- KANUI, T. I.; HOLE, K. Morphine and pethidine antinociception in the crocodile. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. v. 15, p. 101-103, 1992.
- MYBURGH, J. G.; KIRBERGER, R. M.; STEYL, J. C. A.; SOLEY, J. T.; BOYSE, D. G.; HUCHZERMEYER, F.W. et al. The post- occipital spinal venous sinus of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*): Its anatomy and use for blood sample collection and intravenous infusions. *Journal of the South African Veterinary Association*, 2014, v. 85, n. 1, 2014. Art. #965, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/jsava.v85i1.965>.
- OLSSON, A. R.; PHALEN, D. N. Preliminary studies of chemical immobilization of captive juvenile estuarine (*Crocodylus porosus*) and Australian freshwater (*C. johnstoni*) crocodiles with medetomidine and its reversal with atipamezole. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. v. 39, n. 4 p. 345-356, 2012.

OLSSON, A. R.; PHALEN, D. N.; DART, C. Preliminary studies of alfaxalone for intravenous immobilization of juvenile captive estuarine crocodiles (*Crocodylus porosus*) and Australian freshwater crocodiles (*Crocodylus johnstoni*) at optimal and selected sub-optimal thermal zones. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. v. 40, n. 5, p. 494-502, 2013.

POTHIWONG, W.; PRACHAMMUANG, P.; KOYKOL, W. The subdural sinus of the freshwater crocodile (*Crocodylus siamensis*). *Thailand Journal of Veterinary Medicine*. v. 30, n. 1, p. 51-55, 2000.

WALSH, B. Crocodile capture methods used in the Northern territory of Australia. In: WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J. (Orgs.). **Wildlife Management: Crocodiles and Alligators**. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty and Sons Printing, 1987. p. 249-252.



12

Foto: Projeto Caiman/IMD

## ECTOPARASITAS DE CROCODILIANOS BRASILEIROS

Thiago Fernandes Martins, Igor da Cunha Lima Acosta



## Introdução

Ectoparasitas são organismos que habitam a pele de um outro organismo por determinado período, sendo totalmente dependentes de seus hospedeiros para a sua sobrevivência, podendo ter efeito prejudicial na saúde destes. Dentre os efeitos prejudiciais, podemos citar os seguintes problemas: anemia, reações imunológicas tais como alergia e choque anafilático, irritabilidade, dermatite, necrose de pele, redução do ganho de peso, infecções secundárias, hemorragias locais, obstrução de orifícios, inoculação de toxinas e miíases. Os ectoparasitas são ainda capazes de veicular inúmeros patógenos, sendo neste caso, considerados vetores (GUIMARÃES et al., 2001).

Os crocodilianos são frequentemente acometidos por uma ampla variedade de ectoparasitas. Dentre eles podemos destacar os carrapatos (aracnídeos), as mutucas e as miíases (dípteros) e as sanguessugas (anelídeos), que são achados comuns na rotina clínica destes animais e em animais de vida livre. Os ectoparasitas de interesse para o estudo de crocodilianos que ocorrem no Brasil pertencem basicamente a duas classes: Arachnida, onde estão incluídos os carrapatos e Insecta, onde estão incluídas as mutucas e as moscas causadoras de miíases (larvas). Contudo, além do Filo Arthropoda, também pode ser encontrado nos crocodilianos o Filo Annelida, onde estão incluídas as sanguessugas, que serão também abordadas neste capítulo.

## Carrapatos

Os carrapatos são artrópodes ectoparasitas cosmopolitas pertencentes à Subclasse Acarina, que parasitam acidentalmente humanos e frequentemente todas as classes de vertebrados terrestres, incluindo os répteis (ARAGÃO, 1936). Dadas às particularidades de seus hábitos alimentares, os carrapatos são considerados o segundo maior grupo de vetores de agentes causadores de doenças humanas, atrás apenas dos mosquitos, e o grupo mais importante de vetores de patógenos para animais domésticos e silvestres (MEDIANNIKOV e FENOLLAR, 2014).

Entre os agentes transmitidos, incluem-se vírus, bactérias, protozoários e helmintos (GUIMARÃES et al., 2001). As espécies de carrapatos que parasitam animais domésticos são as mais estudadas, mas as espécies que parasitam a fauna silvestre ainda são pouco conhecidas em relação à taxonomia, biologia, ecologia, distribuição geográfica, hospedeiros habituais e capacidade vetorial de bioagentes (BARROS-BATTESTI et al., 2006).

Desta forma, o estudo desses ectoparasitas é importante para a saúde pública e animal, por transmitirem agentes infecciosos e causarem injúrias a seus hospedeiros durante a hematofagia (NAVA et al., 2017). A presença destes ectoparasitas atuando sobre os répteis pode produzir lesões em diversos graus, desde simples dermatites focais a severas patologias envolvendo espoliação e degenerações sistêmicas por inoculação de toxinas (GOULART, 2004).

## Carrapatos em crocodilianos no Brasil

Das seis espécies de jacarés que ocorrem no território brasileiro, apenas uma (*Melanosuchus niger*) não foi encontrada sendo parasitada por carrapatos no país. As cinco demais espécies (*Caiman crocodilus*, *Caiman latirostris*, *Caiman yacare*, *Paleosuchus palpebrosus* e *Paleosuchus trigonatus*) foram registradas sendo parasitadas por algumas espécies de carrapatos (ver Tabela 1 e Figura 1).

Todas as espécies de carrapatos relatadas parasitando crocodilianos no Brasil são incluídas no grupo dos “carrapatos duros”. Assim, pode-se dizer taxonomicamente que todos os carrapatos encontrados em jacarés no país pertencem à Família Ixodidae e ao gênero *Amblyomma*. Cinco espécies foram identificadas como ectoparasitas dos crocodilianos no Brasil, são elas: *Amblyomma dissimile*, *Amblyomma fuscum*, *Amblyomma geayi*, *Amblyomma humerale* e *Amblyomma rotundatum*.

*Caiman crocodilus* foi registrada sendo parasitada pelas espécies de carrapatos: *A. dissimile*, no município de Curitiba, PR; *A. humerale*, no município de Cacaulândia, RO; e pelos carrapatos *A. dissimile* e *A. geayi*, no município de Manaus, AM (SERRA-FREIRE e PERALTA, 1993; LABRUNA et al., 2005; GIANIZELLA et al., 2018). Por outro lado, *P. trigonatus* já foi encontrada sendo parasitada pelos carrapatos: *A. rotundatum*, nos municípios de Alta Floresta, MT, Araguaína, TO, Altamira e Belém, PA; *A. humerale*, no município de Alta Floresta, MT; e pelo carrapato *A. dissimile*, no município de Manaus, AM (PERALTA et al., 1995; WITTER et al., 2016; GIANIZELLA et al., 2018; DANTAS-TORRES et al., 2019; MARTINS et al., 2020).

Ainda, *P. palpebrosus* foi relatada sendo parasitada pelo carrapato *A. rotundatum*, nos municípios de Corumbá, MS e Cuiabá, MT (MORAIS et al., 2010; WITTER et al., 2016). E finalmente, *C. yacare* foi registrada sendo parasitada pelo carrapato *A. dissimile*, no município de Cuiabá, MT, enquanto que *C. latirostris*, sendo parasitada pelos carrapatos *A. rotundatum* (Figura 1), nos municípios de Serra, Sooretama e Vitória, ES, nos municípios de Recife e São Lourenço da Mata, PE; e por *A. fuscum*, no município de São Lourenço da Mata, PE (WITTER et al., 2016; ACOSTA et al., 2019; DANTAS-TORRES et al., 2019). Segundo a literatura, com exceção de *A. fuscum*, infecções com espécies de riquetsias foram encontradas nas quatro espécies de carrapatos (*Amblyomma* spp.) citadas acima. O carrapato *A. dissimile* foi encontrado infectado com *Rickettsia* sp. cepa *colombianensi*, ao passo que o carrapato *A. humerale* com *Rickettsia amblyommatis*, *Rickettsia belli* e *Rickettsia felis* (LABRUNA et al., 2004; SOARES et al., 2015; ACOSTA et al., 2016; LUZ et al., 2018). Ademais, o carrapato *A. geayi* foi encontrado infectado com *R. amblyommatis*, enquanto o carrapato *A. rotundatum* foi infectado com *R. belli* (LABRUNA et al., 2004; OGRZEWALSKA et al., 2010; HORTA et al., 2015; LUZ et al., 2018).

Tabela 1: Carrapatos *Amblyomma* spp. identificados parasitando espécies de crocodilianos no Brasil.

Hospedeiros	Estágios	Espécies de <i>Amblyomma</i>	Referências
<i>Caiman crocodilus</i>	Adulto	<i>A. dissimile</i>	Serra-Freire e Peralta (1993)
	Ninfa	<i>A. dissimile</i>	Gianizella et al. (2018)
	Adulto	<i>A. geayi</i>	Gianizella et al. (2018)
	Adulto	<i>A. humerale</i>	Labruna et al. (2005)
<i>Caiman latirostris</i>	Adulto	<i>A. fuscum</i>	Dantas-Torres et al. (2019)
	Adulto	<i>A. rotundatum</i>	Acosta et al. (2019), Dantas-Torres et al. (2019)
<i>Caiman yacare</i>	Adulto	<i>A. dissimile</i>	Witter et al. (2016)
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	Adulto	<i>A. rotundatum</i>	Morais et al. (2010), Witter et al. (2016)
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Adulto	<i>A. dissimile</i>	Gianizella et al. (2018)
	Ninfa	<i>A. humerale</i>	Witter et al. (2016)
	Adulto	<i>A. rotundatum</i>	Peralta et al. (1995), Dantas-Torres et al. (2019), Martins et al. (2020)
	Ninfa/Adulto	<i>A. rotundatum</i>	Witter et al. (2016)



Figura 1: Fêmea de *Amblyomma rotundatum* parasitando *Caiman latirostris* de vida livre, Espírito Santo, Brasil. Foto: Projeto Caiman/IMD.

## Miíases

Miíase é a infestação de vertebrados vivos com larvas de dípteros, particularmente moscas, que pelo menos, por certo período, alimentam-se dos tecidos vivos ou mortos do hospedeiro, de suas substâncias corporais líquidas ou do alimento por ele ingerido, com consequências decorrentes desta invasão (MORAES et al., 1971; GUIMARÃES et al., 2001; MONTEIRO, 2017).

Várias espécies de moscas podem produzir miíases em crocodilianos, sendo os ferimentos preexistentes, sobretudo, ao redor da cloaca e das comissuras orais, que constituem os locais favoritos para as moscas depositarem os seus ovos e as larvas se desenvolverem. Além da destruição tecidual, essas larvas também podem transmitir agentes infecciosos (OLIVEIRA, 2003).

A miíase inicia-se sempre sobre lesões recentes da pele dos hospedeiros. Há oviposição próxima às lesões e as larvas eclodidas, vão se alimentar do tecido dos seus hospedeiros. As larvas possuem enzimas proteolíticas, responsáveis pela digestão dos tecidos do animal infectado, resultando na sua dilaceração. As lesões têm aumento de tamanho e exalam um odor repulsivo. Nos tecidos necrosados surgem miíases secundárias por larvas de outras moscas. De acordo com a localização da miíase poderá ocorrer peritonite, claudicação, cegueira e afecções dentárias. Os hospedeiros apresentam-se inquietos, deixam de se alimentar e emagrecem. A morte pode ocorrer por hemorragia ou infecções bacterianas secundárias (FORTES, 2004).

O efeito patológico das miíases varia consideravelmente dependendo das espécies envolvidas, do número de larvas e do local da infestação. Em muitos casos, a infestação por um pequeno número de larvas pode ter pouco ou nenhum efeito clínico discernível no hospedeiro. Entretanto, fortes infestações podem produzir efeitos que causam irritação, desconforto, prurido, queda no consumo de alimento, redução da fertilidade e queda na produtividade. Em casos extremos, pode ainda ocorrer morte por desidratação, anafilaxia e toxemia (GUIMARÃES et al., 2001).

Até o momento, não foi encontrado registro na literatura científica de infestação de larvas de dípteros em crocodilianos no Brasil, mas foi observado miíases em *C. latirostris* de vida livre no Estado do Espírito Santo (Nóbrega, YC, comunicação pessoal).

## Mutucas

Os tabanídeos são dípteros silvestres, vulgarmente conhecidos como mutucas (MORAES et al., 1971; FREITAS et al., 1974; 1978). Os adultos têm hábitos diurnos, voo vigoroso, são hematófagos vorazes e muito persistentes (GEORGI, 1982; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002; BOWMAN, 2006). Esses insetos raramente são encontrados nos domicílios e esporadicamente parasitam o homem, surgem e são muito ativos nos meses mais quentes, ensolarados e chuvosos do ano (MORAES et al., 1971; NEVES, 1985; URQUHART, 1996; MONTEIRO, 2017). No

verão, são encontrados em bosques úmidos, podem se alimentar do sangue dos animais silvestres e as larvas se criam em locais relacionados a estes animais (FORTES, 2004; BOWMAN, 2006).

Os machos e as fêmeas são fitófagos, alimentam-se de néctar e seiva de plantas, entretanto, as fêmeas necessitam de sangue de mamíferos ou répteis para a maturação dos ovários (MORAES et al., 1971; NEVES, 1985; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006). A fêmea oviposita em grandes massas de ovos aglomerados, sobre pedras, plantas aquáticas ou qualquer substrato às margens de águas (NEVES, 1985; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006). As mutucas reproduzem-se em solo úmido ou em matéria orgânica em decomposição e podem dispersar-se por muitos quilômetros além dos seus criadouros (GEORGI, 1982; URQUHART, 1996).

A grande importância médica e veterinária destes dípteros reside no fato das fêmeas serem hematófagas (MARCONDES, 2001; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002; BOWMAN, 2006). As fêmeas orientam-se pela visão e suas picadas são profundas, dolorosas e a saliva possui ação anticoagulante, atraindo dessa forma outros parasitas oportunistas com o sangramento da ferida (GEORGI, 1982; NEVES, 1985; URQUHART, 1996; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006). O local da picada pode servir para alimentação secundária de outros dípteros ou de locais de oviposição para espécies produtoras de míiases (GUIMARÃES et al., 2001). Todos os ataques insistentes e irritantes destes artrópodes causam alguma perturbação e desassossego ao hospedeiro, impedindo que se alimentem e descansem, exigindo assim, algum dispêndio de energia nos esforços para evitar ou para aliviar seus efeitos (MARCONDES, 2001; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006).

As mutucas apresentam várias adaptações em relação a sua hematofagia, que além da espoliação sanguínea considerável, reforçando assim sua reprodução e sobrevivência, aumentam as possibilidades na veiculação de agentes patogênicos de um animal para outro (FREITAS et al., 1974; 1978; GUIMARÃES et al., 2001; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006). Os tabanídeos têm sido incriminados ou suspeitos de agirem como vetores mecânicos de mais de 35 agentes patogênicos de importantes doenças dos animais e do homem, tais como vírus, bactérias, protozoários (*Trypanosoma* sp.) e helmintos (filarídeos) (FREITAS et al., 1974; 1978; URQUHART, 1996; GUIMARÃES et al., 2001; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002; FORTES, 2004; BOWMAN, 2006).

As mutucas geralmente alimentam-se em grandes hospedeiros mamíferos, contudo, algumas espécies de tabanídeos, que ocorrem no território brasileiro, alimentam-se de répteis (HENRIQUES et al., 2000). A Família Tabanidae apresenta uma grande diversidade de espécies no Brasil (NEVES, 1985; NEVES e SILVA, 1989) e vários gêneros de tabanídeos, com quatro deles mais comuns que parasitam os crocodilianos: *Belrequia*, *Stenotabanus*, *Phaeotabanus* e *Tabanus*.

No país, a descrição da espécie de *Betrequia ocellata* foi registrada em 1970, no município de Paracuru, Estado do Pará (OLDROYD, 1970) e posteriores achados da espécie nas localidades da Bacia Amazônica, ao longo do Rio Amazonas, sendo assim considerado o mais comum dos tabanídeos de répteis no território nacional (GORAYEB e RAFAEL, 1985; HENRIQUES e GORAVEB, 1993; HENRIQUES et al., 2000). No Brasil, o parasitismo por *B. ocellata*, *Stenotabanus cretatus*, *Stenotabanus bequaerti*, *Phaeotabanus nigriflavus* e *Tabanus occidentalis* em jacarés foram todos observados na espécie *C. crocodilus*, no município de Manaus, Estado do Amazonas (HENRIQUES et al., 2000; FERREIRA et al., 2002).

A hematofagia ocorre principalmente na região da cabeça do hospedeiro e acima dos olhos, por serem mais membranosos. Devido à similaridade entre a temporada de voo dos tabanídeos e a época de nidificação dos crocodilianos, supõe-se que estas espécies de tabanídeos tenham associação específica com os jacarés, parasitando o hospedeiro quando está cuidando do ninho (HENRIQUES et al., 2000). O local de alimentação no hospedeiro também sugere que os tabanídeos podem se alimentar quando o jacaré está na superfície da água, pois os olhos do jacaré ficam projetados acima da superfície da água (HENRIQUES et al., 2000).

## Sanguessugas

As sanguessugas são vermes predadores ou ectoparasitas hematófagos, hermafroditas pertencentes ao Filo Annelida, que também inclui as minhocas de vida livre. Pertencem à Subclasse Hirudinea, possuem duas ventosas terminais para a locomoção e fixação, e deslocam-se como movimentos arquejantes, como os de uma lagarta. Geralmente são de cor escura ou negra e parasitam os animais domésticos, silvestres e ocasionalmente o homem. Vivem geralmente em água doce, principalmente em brejos. As espécies hematófagas se fixam à pele ou a mucosa orofaríngea por meio de suas poderosas ventosas, perfuram a epiderme e sugam sangue. Uma enzima salivar, a hirudina, atua como anticoagulante garantindo um fluxo farto e contínuo de sangue (BOWMAN, 2006).

Em algumas localidades, as coleções de águas superficiais abrigam muitas sanguessugas hematófagas, que atacam a mucosa orofaríngea ou laríngea de animais ou de seres humanos, que inadvertidamente bebem essa água. A presença desses vermes nessas localizações pode provocar ataques agudos de tosse e sufocação, durante os quais o hospedeiro expele sangue. A infecção pode durar várias semanas e eventualmente causar a morte (BOWMAN, 2006).

As sanguessugas têm grande ocorrência em jacarés, justamente por viverem em ambiente aquático, podendo ocorrer em qualquer parte do corpo incluindo a cavidade bucal. As principais espécies de sanguessugas que parasitam crocodilianos pertencem ao gênero *Placobdella* (OLIVEIRA, 2003; FOREYT, 2005; IWAMA, 2017). Nos répteis, provocam formação de fibroepiteliomas cutâneos e anemia em grandes infestações, podendo ainda veicular hemoparasitas (OLIVEIRA, 2003).

Apesar de ser comum o parasitismo por sanguessugas em crocodilianos no território brasileiro, há poucos relatos na literatura científica. Já foram observadas sanguessugas em *C. latirostris* de vida livre no Estado do Espírito Santo (Figura 2), (Nóbrega, YC, comunicação pessoal). Ademais, *C. latirostris* foi encontrado sendo parasitado por um espécime de sanguessuga de *Placobdella* sp., no município de Alhandra, Estado da Paraíba (IWAMA, 2017).



Figura 2: Sanguessugas parasitando *Caiman latirostris* de vida livre, Espírito Santo, Brasil. Foto: Projeto Caiman/IMD.

## Técnicas de coleta de amostras de ectoparasitas

### *Carrapatos*

Para que se possa estudar e identificar com precisão os carrapatos dos crocodilianos ou transmissores de patógenos destes, é fundamental a coleta do material em boas condições.

Após a contenção física ou química dos animais, os carrapatos em fase parasitária, fixados na pele dos jacarés, podem ser coletados, retirando-os com torções leves, seguidas de movimentos de tração, manualmente, utilizando luvas ou com o auxílio de pinças, permitindo desta forma, que os carrapatos sejam retirados inteiros, evitando-se a quebra do aparelho bucal, uma estrutura imprescindível para a identificação taxonômica.

Todos os carrapatos coletados de um mesmo animal devem ser armazenados dentro de um mesmo frasco contendo álcool absoluto ou a 70%. Os carrapatos coletados podem ser preservados em álcool isopropílico absoluto, quando o propósito for a pesquisa de riquetsias, ou em álcool etílico a 70%, quando o propósito for apenas a identificação taxonômica e posterior tombamento em alguma coleção zoológica de referência. Carrapatos coletados de diferentes indivíduos nunca devem ser misturados em um mesmo frasco, pois devem ser devidamente identificados. Cada frasco deverá ser identificado, etiquetado com o nome comum e o nome científico do hospedeiro, município, estado e data de coleta, assim como o nome do coletor da amostra. É imprescindível que todas as informações sejam escritas com lápis grafite ou com tinta nanquim em uma etiqueta de papel, que deverá ser colada fora do frasco ou em uma etiqueta de papel vegetal colocada no seu interior, junto com o material a ser examinado. Desta forma, evita-se o esquecimento ou a perda dos dados, pois muitas vezes as informações acabam sendo borradas e/ou apagadas, devido ao vazamento do álcool em etiquetas que são escritas com caneta esferográfica.

Para a identificação dos estágios, gêneros e espécies deve ser utilizado um estereomicroscópio e chaves taxonômicas atualizadas para adultos e ninfas do gênero *Amblyomma*, uma vez que todas as espécies encontradas em jacarés, no território nacional, pertencem a este gênero (ARAGÃO e FONSECA, 1961; GUIMARÃES et al., 2001; BARROS-BATTESTI et al., 2006; MARTINS et al., 2010).

## Miíases

As moscas adultas capturadas, devem ser enviadas a um especialista e podem ser mortas em um recipiente hermético com algodão embebido em éter ou clorofórmio e posteriormente, transferidas para caixas rotuladas (NEVES e SILVA, 1989). Os insetos mortos podem ser fixados e conservados em pequenos tubos de ensaio. Deve-se colocar um tampão frouxo de algodão hidrofílico, mergulhado na solução escolhida para evitar movimentos bruscos dos insetos e danificá-los durante o transporte (SANTOS, 1999; CUBAS, 2007). Frascos à prova de vazamentos e um recipiente resistente para o envio são necessários para o transporte seguro (FOREYT, 2005).

As formas larvares destes alados podem ser retiradas diretamente das lesões em que se encontram, tanto do animal vivo ou logo após a sua morte (HOFFMAN, 1987). Larvas devem ser apanhadas do corpo dos animais com pinças, lavadas em água corrente e transferidas para



vidros com soluções de álcool 70% ou formol 10% (NEVES e SILVA, 1989; BOWMAN, 2006). As larvas também devem ser submetidas a especialistas para a identificação (SLOSS et al., 1999).

A identificação de larvas em níveis taxonômicos de gênero e espécie é bem mais complexa, dependendo do exame de determinados aspectos, como as estruturas dos espiráculos posteriores (URQUHART et al., 1998). A identificação larval correta de moscas envolvidas em miíases, a partir de larvas completamente desenvolvidas, pode ser realizada. Entretanto, a identificação de todos os três estágios larvares, mesmo das espécies mais comuns, é tarefa para especialistas em taxonomia. A identificação precisa, em determinados casos, requer a criação da mosca adulta. Larvas vivas também podem ser encaminhadas a um especialista para identificação, além dos espécimes fixados, mas não em substituição a eles. Para tal procedimento, as larvas vivas devem ser envolvidas frouxamente em algodão umedecido e colocadas em um frasco separado (BOWMAN, 2006).

### ***Mutucas***

Pouco se conhece a respeito dos tabanídeos, as espécies de regiões selvagens são desconhecidas e raros são os pesquisadores nesta área de conhecimento. A sistemática das espécies conhecidas é incompleta (MARCONDES, 2001).

As mutucas, ao se aproximarem dos animais ou iniciarem a hematofagia, podem ser capturadas diretamente sobre o corpo do hospedeiro com auxílio de rede entomológica e frasco coletor. Os tabanídeos presos podem ser mortos em câmara mortífera com éter, clorofórmio ou cianeto de potássio (NEVES e SILVA, 1989; MARCONDES, 2001). O material é transferido para um frasco de plástico, devidamente rotulado para sua montagem e posterior identificação (MARCONDES, 2001).

O diagnóstico faz-se através da identificação da mutuca adulta (FOREYT, 2005). Tabanídeos são dípteros de corpo robusto, cujo tamanho é variável (GEORGI, 1982; BOWMAN, 2006). As antenas curtas, robustas e projetadas anteriormente, consistem de três segmentos acentuadamente diferentes. O primeiro segmento é pequeno, o segundo pode ser expandido e o terceiro é marcado por anelações que fazem as antenas das mutucas aparentarem ter mais do que três segmentos (BOWMAN, 2006).

Para identificação, os tabanídeos são transferidos para uma câmara úmida (frasco contendo areia umedecida com água, papel absorvente e fenol, para evitar a formação de fungos). Após um período de 24 horas em câmara úmida, apresentam a cor dos olhos semelhante quando vivos (cor natural da espécie), podendo então as bandas serem identificadas (MARCONDES, 2001). As mutucas podem ser montadas para as coleções e os últimos segmentos facilmente cortados para a observação da genitália (MARCONDES, 2001).

As chaves para gêneros e subgêneros, acompanhadas de ilustrações, são consideradas de importância fundamental no estudo e classificação das espécies de tabanídeos brasileiros (GUIMARÃES et al., 2001). A Família Tabanidae inclui vários gêneros e espécies cuja identificação é tarefa para especialistas no grupo. Por fim, a identificação dos gêneros e espécies é indispensável no contexto de sua importância em sanidade animal (SEQUEIRA e AMARANTE, 2002).

### ***Sanguessugas***

A fixação correta das sanguessugas é importante para que as mesmas estejam em boas condições para serem identificadas. As sanguessugas devem ser anestesiadas em um gradiente de álcool, seguindo uma bateria de quatro etapas de aproximadamente 15 minutos em cada concentração (5%, 10%, 15% e 20%).

Caso esse procedimento não seja realizado, as sanguessugas se enrolam, ficando muito difícil de se trabalhar com as mesmas. Depois deste procedimento, os anelídeos devem ser fixados diretamente em álcool 95% e o muco secretado durante a fixação deve ser delicadamente removido, para melhor preservar o tegumento dos exemplares.

O formol deve ser evitado ao máximo, já que esta solução pode degradar a cutícula do tegumento das sanguessugas (Iwama, RE, comunicação pessoal). Depois de realizados estes procedimentos, as sanguessugas devem ser enviadas aos especialistas para a identificação taxonômica utilizando bibliografia específica (RINGUELET, 1985).

## **Profilaxia e controle**

Boa parte dos ectoparasitas de crocodilianos pode ser evitada facilmente através da profilaxia, evitando-se que os animais enfrentem condições que favoreçam as infestações. Deve-se fazer a triagem e quarentena em indivíduos recém-adquiridos. Em geral, apenas os jacarés recém-capturados na natureza apresentam ectoparasitas e, portanto, a incidência desses problemas é particularmente pequena se tomadas as devidas precauções (OLIVEIRA, 2003).

### ***Carrapatos***

O tratamento nos répteis envolve a remoção manual dos carrapatos e aplicação de piretróides para o controle, sendo que o sucesso do tratamento pode ser observado no mínimo quatro dias após o início da aplicação. Porém deve-se prestar muita atenção, pois larvas e ninfas de carrapatos costumam ser bastante pequenas e fixam-se entre as escamas, ficando debaixo destas, sendo normalmente desprezadas no exame clínico (OLIVEIRA, 2003).

Para o tratamento de infestação por carrapatos pode-se ainda empregar a ivermectina ou banhos de organofosforados em diluições adequadas, mesmo assim, faz-se ressalva a estes produtos, incluindo os piretróides, devido sua elevada toxidez. O fipronil, 15-20 ml do produto (cerca de 37-50 mg de fipronil) por Kg, de peso vivo, de cada animal, por aplicação (a intervalos semanais, quando necessário), mostrou-se eficaz nas infestações de carrapatos do gênero *Amblyomma* em répteis (GOULART, 2004).

### ***Miíases***

As miíases são tratadas através da limpeza das feridas e das mortes das larvas, pela aplicação direta de inseticidas (FREITAS et al., 1974; 1978). Porém, a aplicação de inseticidas em lesões é perigosa, pela grande possibilidade de absorção (MARCONDES, 2001). Toda lesão na pele do hospedeiro deve ser tratada com repelente e cicatrizante (MONTEIRO, 2017).

O tratamento das miíases consiste em remoção, com auxílio de pinça, das larvas, debridamento dos ferimentos e aplicação local de anestésico, *sprays* inseticidas e antisépticos. A remoção das larvas pode ser facilitada com uma lavagem anterior do ferimento, com uma mistura de água oxigenada de 3% e iodopovidona, na proporção 1:1. Deve-se também, instituir uma antibioticoterapia de largo espectro, pois são comuns as infecções bacterianas secundárias (OLIVEIRA, 2003). A lesão pode ser lavada com solução fisiológica, se possível, com 10% de clorofórmio, para relaxar as larvas e estas serem retiradas com uma pinça, concluindo com a desinfecção.

Em alguns casos, pode ser necessária a correção cirúrgica. E nos casos de lesões orais, em geral associadas a graves problemas dentais, é necessário remover os dentes acometidos e limpar os alvéolos dentários (MARCONDES, 2001). Como as moscas são atraídas pelo odor de sangue, pus e excreções, é necessário proceder a higiene cuidadosa ou a cobertura de lesões de qualquer tipo, desde arranhões até cirurgias.

A vigilância e o tratamento de lesões são especificamente importantes no caso de invasão de novas áreas (MARCONDES, 2001). Os ferimentos na pele dos animais deverão necessariamente ser tratados diariamente, para se evitar uma nova oviposição das moscas ou para a remoção das larvas encontradas (FREITAS et al., 1974; 1978).

O coumafós é amplamente empregado no tratamento das miíases cutâneas. Este agente pode ser aplicado em banhos de imersão, porém, é comumente usado na forma de *spray* ou topicamente, nas lesões infestadas por larvas. A ivermectina e a doramectina, administradas por via subcutânea, podem funcionar como agente profilático contra as infestações por larvas das moscas (BOWMAN, 2006).

## *Mutucas*

Tais dípteros, com peças bucais picadoras, poderiam ser controlados teoricamente com uso de inseticidas sistêmicos e tópicos (GEORGI, 1982). Porém, em animais semiaquáticos o uso de repelentes é economicamente inviável (MARCONDES, 2001). É bastante difícil a proteção dos animais contra o ataque dos tabanídeos, sendo pouco eficaz o uso de inseticidas repelentes (FORTES, 2004). Ainda, a diversidade de hábitat das larvas dificulta o seu controle (MARCONDES, 2001).

O controle dos tabanídeos não é tarefa fácil, uma vez que os criadouros são dispersos e difíceis de serem localizados (URQUHART, 1996; SEQUEIRA e AMARANTE, 2002). Além disso, por serem grandes voadores, muitas vezes esses criadouros são distantes dos locais onde as fêmeas realizam a hematofagia (SEQUEIRA e AMARANTE, 2002). Sendo assim, os tabanídeos são difíceis de serem eliminados ou repelidos (BOWMAN, 2006). Deve ser evitado o acesso de animais em áreas sombrias e com coleções de água, áreas que servem de procriação aos tabanídeos (FORTES, 2004). Porém, devido ao hábito semiaquático dos crocodilianos, é impossível evitar o acesso desses animais a estes locais.

Não existe ainda um método eficaz para o combate a esses insetos (NEVES, 1985). O controle dos tabanídeos pode ser realizado a partir da modificação no hábitat dos criadouros aquáticos, através da drenagem, assim, uma população de mutucas pode aumentar ou diminuir com base na dessecação ou ampliação de rios ou novas áreas inundadas, porém, em muitas regiões esta medida é impraticável (MARCONDES, 2001). É aconselhável a limpeza de córregos, aterros de pântanos e uso de inseticidas nos locais citados (NEVES, 1985; FORTES, 2004). Essas medidas são de efeito reduzido e extremamente caras (NEVES, 1985).

O emprego do controle biológico tem sido especulado, uma vez que existem inúmeros inimigos naturais deste díptero, de todos eles, o mais promissor é o uso de pequenos himenópteros parasitóides que atacam os ovos dos tabanídeos (NEVES, 1985). Tais microimenópteros, sendo criados em laboratório, poderiam danificar um grande número de ovos das mutucas. Contudo, esse método biológico relativamente simples, ainda está na fase de estudos e avaliações (NEVES, 1985). Ainda, pode-se espalhar parafina na superfície da água, cujo objetivo seria, além de prejudicar a respiração das larvas, causar a destruição das fêmeas que mergulhassem para a ovipostura (FORTES, 2004).

Além desses métodos, nas áreas de alta infestação por mutucas, tem sido feito controle parcial com auxílio de armadilhas. Os tabanídeos enxergam bem e são atraídos pelas cores verde, vermelha, azul e preta; assim, são espalhadas pelas áreas infestadas um grande número de armadilhas, cujas iscas são balões de borracha coloridos: dessa forma, as mutucas são atraídas pelos balões, ficando aprisionadas nas armadilhas, o que tem controlado sua população durante os meses que ocorrem as altas infestações (NEVES, 1985). Finalmente, existe também

a possibilidade do uso de painéis escuros com adesivos pegajosos, como armadilhas, e há uma série de grades de eletrocussão que podem ser úteis em instalações de animais cativos (URQUHART, 1996).

### *Sanguessugas*

Em resumo, o tratamento de sanguessugas nos répteis dá-se através da remoção mecânica ou cirúrgica destas, sendo que, as espécies de sanguessugas que vivem em água doce, podem ser mortas por meio de exposição a soluções salinas hipertônicas (OLIVEIRA, 2003; BOWMAN, 2006).

## **Considerações Finais**

Embora exista uma variedade de estudos sobre ectoparasitas em crocodilianos nas diferentes regiões do Brasil, esses estudos ainda são escassos, fragmentados e, até o momento, não totalmente compilados.

Portanto, o presente capítulo, demonstra (e nos alerta) que a diversidade de ectoparasitas em jacarés no território brasileiro é subestimada, possivelmente, devido à escassez de mais estudos nessa linha de pesquisa em nosso país.

Por fim, é de suma importância que os pesquisadores (biólogos e veterinários), em conjunto, direcionem uma maior atenção durante as coletas de campo pelos biomas brasileiros, a fim de preencher as inúmeras lacunas existentes da real diversidade parasitária em crocodilianos no Brasil, prevenindo desta forma os possíveis surtos de doenças transmitidas por esses ectoparasitas às espécies de jacarés no território nacional.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao Projeto Caiman e ao Instituto Marcos Daniel pela oportunidade de apresentar uma parte dos estudos desenvolvidos por diferentes grupos de pesquisadores brasileiros, sobre ectoparasitas em crocodilianos no país e por cederem as fotos do presente capítulo. Agradecemos também ao MSc. Rafael Eiji Iwama pela literatura gentilmente cedida, bem como ao Dr. André Felipe Barreto-Lima pela revisão final da presente obra.

## **Referências**

ACOSTA, I. C. L.; MARTINS, T. F.; MARCILI, A.; SOARES, H. S.; KRAWCZAK, F. S.; VIEIRA, F. T.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) from humans, domestic and wild animals in the state of Espírito Santo, Brazil, with notes on rickettsial infection.

Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, v. 3, n. 4, p. 66-69, 2016.

ACOSTA, I. C. L.; MARTINS, T. F.; NÓBREGA Y. C.; MANTOVANI, T. C.; SILVA-SOARES, T.; SANTOS, M. R. D.; LABRUNA, M. B. First record of *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) parasitizing wild *Caiman latirostris* (Reptilia: Crocodylidae) in the Atlantic rainforest biome, Southeastern Brazil. Herpetology Notes, v. 12, p. 9-11, 2019.

ARAGÃO, H. Ixodidas brasileiros e de alguns países limitrofes. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 31, n. 4, p. 759-843, 1936.

ARAGÃO, H. B.; FONSECA, F. Notas de ixodologia VIII: lista e chave para os representantes da fauna ixodológica brasileira. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 59, n. 2, p. 115-129, 1961.

BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. **Carrapatos de Importância Médico-Veterinária da Região Neotropical: Um guia ilustrado para identificação de espécies.** São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006. 223 p.

BOWMAN, D. D. **Parasitologia Veterinária de Georgis.** 8ª ed., Barueri: Manole, 2006. 429 p.

CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária.** 1ª ed., São Paulo: Roca, 2007. 1354 p.

DANTAS-TORRES, F.; MASCARENHAS-JUNIOR, P. B.; DOS ANJOS, H. R.; DOS SANTOS, E. M.; F. CORREIA, J. M. S. Tick infestation on caimans: a casual tick-host association in the Atlantic rainforest biome? Experimental and Applied Acarology, v. 79, n. 3-4, p. 411-420, 2019.

FERREIRA, R. L.; HENRIQUES, A. L.; RAFAEL, J. A. Activity of tabanids (Insecta: Diptera: Tabanidae) attacking the reptiles *Caiman crocodilus* (Linn.) (Alligatoridae) and *Eunectes murinus* (Linn.) (Boidae), in the Central Amazon, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 97, n. 1, p. 133-136, 2002.

FOREYT, W. J. **Parasitologia Veterinária, Manual de Referência** 5ª ed. São Paulo: Roca, 2005. 248 p.

FORTES, E. **Parasitologia Veterinária.** 4ª ed., São Paulo: Ícone, 2004. 607 p.

FREITAS, M. G.; COSTA, H. M. A.; COSTA, J. O. **Manual de Entomologia Médica e Veterinária.** 3ª ed., Belo Horizonte: Rabelo, 1974. 188 p.

FREITAS, M. G.; COSTA, H. M. A.; COSTA, J. O.; LIDE, P. **Entomologia e Acarologia Médica e Veterinária.** 4ª ed., Belo Horizonte: Rabelo, 1978. 253 p.

GEORGI, J. R. **Parasitologia Veterinária.** (Org.) 3ª ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1982. 353 p.

GIANIZELLA, S. L.; MARTINS, T. F.; ONOFRIO, V. C.; AGUIAR, N. O.; GRAVENA, W.; DO NASCIMENTO, C. A. R.; NETO, L. C.; FARIA, D. L.; LIMA, N. A. S.; SOLORIO, M. R.;

MARANHÃO, L.; LIMA, I. J.; COBRA, I. V. D.; SANTOS, T.; LOPES, G. P.; RAMALHO, E. E.; LUZ, H. R.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae) of the state of Amazonas, Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, v. 74, n. 2, p. 177-183, 2018.

GORAYEB, I. S.; RAFAEL, J. A. Tabanidae (Diptera) da Amazonia. III. Description of the male of *Betrequia ocellata* Oldroyd with comments on Rhinomyzini in the New World. *Myia*, v. 3, p. 333-340, 1985.

GOULART, C. E. S. **Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis**. 1ª ed., Rio de Janeiro: LF Livros de Veterinária, 2004. 329 p.

GUIMARÃES, J. H.; PAPAVERO, N. **Myiasis in Man and Animals in the Neotropical Region**. São Paulo: Plêiade/Fapesp, 1999. 308 p.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; BARROS-BATTESTI, D. M. **Ectoparasitos de Importância Veterinária**. São Paulo: Plêiade/Fapesp, 2001. 218 p.

HENRIQUES, A. L.; GORAYEB, I. S. A Coleção de Tabanidae (Insecta: Diptera) do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil. *Goeldiana Zoologia*, Belém, v. 20, p. 1-23, 1993.

HENRIQUES, A. L.; FERREIRA, R. L. M.; VIDAL, J. F.; RAFAEL, J. A. *Betrequia ocellata* Oldroyd (Diptera, Tabanidae, Rhinomyzini) blood feeding on *Caiman crocodilus* (Linnaeus) (Crocodylia, Alligatoridae) in Manaus, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 3, p. 609-613, 2000.

HOFFMAN, R. P. **Diagnóstico de Parasitismo Veterinário**. 1ª ed., Porto Alegre: Sulina, 1987. 156 p.

HORTA, M. C.; SARAIVA, D. G.; OLIVEIRA, G. M. B.; MARTINS, T. F.; LABRUNA, M. B. *Rickettsia bellii* in *Amblyomma rotundatum* ticks parasitizing *Rhinella jimi* from northeastern Brazil. *Microbes and Infection*, n. 17, v. 11-12, p. 856-858, 2015.

IWAMA, R. E. Sanguessugas parasitas da ordem “Rhycobdellida” (Clitellata: Hirudinida) do território Brasileiro. (Dissertação). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.

LABRUNA, M. B.; CAMARGO, L. M. A.; TERASSINI, F. A.; FERREIRA, F.; SCHUMAKER, T. T. S.; CAMARGO, E. P. Ticks (Acari: Ixodidae) from the State of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Systematic and Applied Acarology*, v. 10, n. 1, p. 17-32, 2005.

LABRUNA, M. B.; WHITWORTH, T.; BOUYER, D. H.; MCBRIDE, J.; CAMARGO, L. M. A.; CAMARGO, E. P.; CAMARGO, V. P.; WALKER, D.H. *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* ticks from the state of Rondônia, Western Amazon, Brazil. *Journal of Medical Entomology*, v. 41, n. 6, p. 1073-1081, 2004.

LUZ, H. R.; SILVA-SANTOS, E.; COSTA-CAMPOS, C. E.; ACOSTA, I. C. L.; F. MARTINS, T. F.; MUÑOZ-LEAL, S.; MCINTOSH, D.; FACCINI, J. L. H.; LABRUNA, M. B. Detection of *Rickettsia* spp. in ticks parasitizing toads (*Rhinella marina*) in the northern

- Brazilian Amazon. *Experimental and Applied Acarology*, v. 75, n. 3, p. 309-318, 2018.
- MARCONDES, C. B. **Entomologia Médica e Veterinária**. 1ª ed., São Paulo: Atheneu, 2001. 432 p.
- MARTINS, T. F.; ONOFRIO, V. C.; BARROS-BATTESTI, D. M.; LABRUNA, M. B. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions, and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 1, n. 2, p. 75-99, 2010.
- MARTINS, T. F.; REIS, J. L.; VIANA, E. B.; LUZ, H. R.; ODA, F. H.; DANTAS, S. P.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae) on captive and free-ranging wild animals in Tocantins State, a Cerrado-Amazon transition region of northern Brazil. *International Journal of Acarology*, v. 46, n. 4, p. 254-257, 2020.
- MEDIANNIKOV, O.; FENOLLAR, F. Looking in ticks for human bacterial pathogens. *Microbial Pathogenesis*, v. 77, p. 142-148, 2014.
- MONTEIRO, S. G. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. 2ª ed., São Paulo: Roca, 2017. 370 p.
- MORAES, R. G.; LEITE, I. C.; GOULARTE, E. G. **Parasitologia Médica**. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 1971, 509 p.
- MORAIS, D. H.; STRUESSMANN, C.; CARVALHO, V. T.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A. First record of *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) parasitizing *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylidae), in the western border of Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Herpetology Notes*, v. 3, p. 133, 2010.
- NAVA, S.; VENZAL, J. M.; GONZÁLEZ-ACUÑA, D. G.; MARTINS, T. F.; GUGLIELMONE, A. A. **Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, Distribution and Hosts with Taxonomy, Ecology and Sanitary Importance**. 1ª ed. London: Elsevier, 2017. 372 p.
- NEVES, D. R.; SILVA, J. E. **Entomologia médica: Comportamento, captura, montagem**. 1ª ed., Belo Horizonte: Coopmed, 1989. 112 p.
- NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. (Org.) 6ª ed., Rio de Janeiro: Atheneu, 1985. 445 p.
- OGRZEWALSKA, M.; UEZU, A.; LABRUNA, M. B. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the eastern Amazon, northern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. *Parasitology Research*, v. 106, n. 4, p. 809-816, 2010.
- OLDROYD, H. The horseflies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian Region, vol III. Chrysopinae, Sepsidinae and Pangoniinae. London, British Mus. (N.H.), 1957. 489 p.
- OLIVEIRA, P. M. A. **Animais Silvestres e Exóticos na Clínica Particular, Peixes, Anfíbios, Répteis**. 1ª ed., São Paulo: Roca, 2003. 375 p.
- PERALTA, A. S. L.; AMORIM, M.; GAZÊTA, G. S.; SERRA-FREIRE, N. M. Jacaré coroa e



iguana: dois novos hospedeiros para *Amblyomma rotundatum* no Parque do MPEG. In: **XIX Congresso da Sociedade de Zoológicos do Brasil**, Foz do Iguaçu/PR. Arquivos da Sociedade de Zoológicos do Brasil, 1995. p. 20.

RINGUELET, R. **Annulata: Hirudinea**. Buenos Aires, República Argentina: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1985. 321 p.

SANTOS, L. C. **Laboratório Ambiental**. 1ª ed., Cascavel: Edunioeste, 1999. 341 p.

SEQUEIRA, T. C. G. O.; AMARANTE, A. F. T. (Orgs.). **Parasitologia Animal: Animais de Produção**. 1ª ed., Rio de Janeiro: EPUB, 2002. 152 p.

SERRA-FREIRE, N. M.; PERALTA, A. S. L. Primeiro registro do parasitismo de *Caiman crocodilus crocodilus* por *Amblyomma dissimile* no Brasil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 2, s. 1, p. 7, 1993.

SLOSS, M. W.; ZAJAC, A. M.; KEMP, R. L. **Parasitologia Clínica Veterinária**. 6ª ed., Barueri: Manole, 1999. 198 p.

SOARES, H. S.; BARBIERI, A. R. M.; MARTINS, T. F.; MINERVINO, A. H. H.; LIMA, J. T. R.; MARCILI, A.; GENNARI, S. M.; LABRUNA, M. B. Ticks and rickettsial infection in the wildlife of two regions of the Brazilian Amazon. Experimental and Applied Acarology, v. 65, n. 1, p. 125-140, 2015.

URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J. L.; DUNN, A. M.; JENNINGS, F. W. **Parasitologia Veterinária**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 273 p.

WITTER, R.; MARTINS, T. F.; CAMPOS A. K.; MELO, A. L. T.; CORRÊA, S. H. R.; MORGADO, T. O.; WOLF, R. W.; MAY-JÚNIOR, J. A.; SINKOC, A. L.; STRÜSSMANN, C.; AGUIAR, D. M.; ROSSI, R. V.; SEMEDO, T. B. F.; CAMPOS, Z.; DESBIEZ, A. L. J.; LABRUNA, M. B.; PACHECO, R. C. Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) of wild animals in midwestern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 3, p. 415-423, 201



Foto: Leonardo Merçon

## TÉCNICAS DE NECROPSIA EM CROCODILIANOS

Yhuri Cardoso Nóbrega, Paulo Quadros de Menezes, Thassiane Targino da Silva, Marcelo Renan de Deus Santos

## Introdução

As informações técnicas relacionadas à epidemiologia, diagnóstico e ao tratamento das principais enfermidades, que ocorrem em ambientes naturais, são escassas, assim como os dados quanto ao real impacto que elas provocam nas populações de crocodilianos brasileiros (NÓBREGA, 2017). Esta carência bibliográfica dificulta a construção de programas de conservação adequados que incluam o componente sanitário em suas metas e ações (BASSETTI e VERDADE, 2014; CATÃO-DIAS e MIRANDA, 2014; SANTOS e NÓBREGA, 2019).

O profissional que atua na área da medicina da conservação de crocodilianos tem um desafio em suas mãos, visto que, precisa ter em si o gosto pela ciência multidisciplinar, enxergando os processos patológicos, dentro de um cenário de interações ecológicas, em um ambiente dinâmico. Devido a esse contexto, a medicina veterinária tem um grande desafio ao trabalhar com jacarés: pesquisar e descobrir patógenos e seus ciclos biológicos, métodos diagnósticos e terapêuticos, além das dificuldades práticas que o trabalho com animais de vida livre exige. Neste sentido, o exame necroscópico é uma ferramenta muito importante e, muitas vezes, será por onde o médico veterinário iniciará o processo diagnóstico, na ausência de dados semiológicos, que direcionará uma suspeita.

Por isso, uma necropsia minuciosa será o ponto de partida, para se obter dados que subsidiarão o uso de outras ferramentas diagnósticas (SANTOS e NÓBREGA, 2019). O exame necroscópico irá gerar os dados macroscópicos de lesões e alterações na cor, forma, textura, consistência, disposição anatômica dos órgãos e tecidos e que, muitas vezes, só serão elucidadas com exames microscópicos de histopatologia, microbiologia e biologia molecular.

Assim, este capítulo tem como objetivo fundamental descrever um conjunto de técnicas e protocolos adaptados à necropsia de crocodilianos, permitindo ao pesquisador e técnico uma avaliação macroscópica e a obtenção de amostras para o diagnóstico. Portanto, como modelo, neste trabalho descrevemos os protocolos e procedimentos técnicos de necropsia realizados em *Caiman latirostris* (jacaré-de-papo-amarelo), que por sua vez, pode ser aplicável adequadamente a todas as espécies de crocodilianos brasileiros.

## Considerações prévias à necropsia

O exame necroscópico deve, *a priori*, considerar a história clínica do animal e as circunstâncias pelas quais o indivíduo foi a óbito. Porém, quando se trabalha com animais de vida livre, na maioria das vezes essas informações não estão disponíveis.

Todavia, a fim de contextualizar a morte e embasar um possível diagnóstico, é elementar que o executor procure analisar e caracterizar o ambiente no qual o cadáver foi encontrado. Assim, deve levar em consideração as condições climáticas, a qualidade ambiental aquática, as condições hidrológicas, a disponibilidade de recursos no ambiente, a possibilidade de haver interações antrópicas, além da possibilidade de ocorrência de doenças infecciosas.

Ao se observar e descrever as lesões, deve-se sempre buscar quantificar as alterações indicando a distribuição, cor, forma, tamanho, consistência, som ao corte, presença de líquido e odor (Quadro 1).

Quadro 1: Características de lesões a serem descritas na necropsia de crocodilianos.

<b>Distribuição</b>	Focais, multifocais, coalescentes, miliares, disseminadas, simétricas, segmentares ou aleatórias.
<b>Cor</b>	Vermelho vivo ou escuro, amarela, preta, verde, translúcida, branca ou marrom.
<b>Forma</b>	Elevada, saliente, plana, deprimida, irregular ou geométrica
<b>Tamanho</b>	Descrito em centímetros, geralmente bi ou tridimensional (largura x comprimento ou altura x comprimento x largura). Um órgão pode estar aumentado, normal ou diminuído.
<b>Consistência</b>	Amorfa, semissólido, líquido espesso, macia, firme ou dura.
<b>Som ao corte</b>	Crepitante (presença de gás), range ao corte.
<b>Presença de líquido</b>	Aumentada, diminuída, coleção ou ascite.
<b>Odor</b>	Sui generis (normal ou característico), fétido, adocicado ou pútrido.

Um aspecto importante a se considerar, é o tamanho do animal, uma vez que de maneira geral, filhotes e juvenis tendem a ser mais susceptíveis aos diversos fatores naturais que poderiam levar à morte, especialmente doenças, enquanto os animais adultos tendem a ser mais resistentes e sua morte pode estar relacionada à velhice, esgotamento de recursos alimentares e interações antrópicas.

Porém, isso não é uma regra. Muitas vezes, não é possível definir a idade de jacarés de vida livre, por isso, adotamos classes de tamanho que definem as fases do desenvolvimento do animal (Quadro 2). Por exemplo, para jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) consideramos filhotes os animais com menos de 25 cm de comprimento rostro-cloacal, juvenis de 25 a 67,9 cm, adultos de 68 a 101 cm e machos grandes com mais de 102 cm (VERDADE, 2000). Na necropsia é importante relatar a classe de tamanho do animal e, também, o *status* reprodutivo ao se observar as gônadas dos indivíduos macroscopicamente.

Quadro 2: Classes de tamanhos que definem as fases de desenvolvimento de jacarés brasileiros, baseadas no comprimento rostro-cloacal (cm).

<b>Espécie</b>	<b>Filhote</b>	<b>Juvenil ou pré-púbere</b>	<b>Adulto</b>	<b>Fonte</b>
<i>Caiman latirostris</i>	< 25	25 a 67,9	68 a 101	Verdade (2000)
<i>Caiman yacare</i> (machos)	< 30	30 a 70	> 70	Modificado de Coutinho et al. (2005)
<i>Caiman yacare</i> (fêmeas)	< 55 (2,5 kg)	55 a 70 (7 kg)	> 70 (> 7 kg)	

Os crocodilianos são muito caçados e estão sujeitos a diversas interações antrópicas, que podem variar de acordo com os métodos de caça adotados em cada região, como laços, redes, engasgos com anzóis, armadilhas e arma de fogo. Assim, o examinador que encontra uma carcaça de jacaré no ambiente natural, deve assumir uma postura forense, ou seja, investigativa, de eventuais causas de morte provocadas pelo homem. Por isso, é importante conhecer os aspectos socioculturais da região, pois podem direcionar o examinador na busca de evidências que ajudarão na elucidação da causa da morte.

Além do exame em si, a documentação dos achados é fundamental para a segurança dos dados. Da mesma maneira, a fotografia, hoje muito acessível em celulares e *smartphones* deve seguir alguns critérios, para permitir a observação dos achados por terceiros, ou ainda, a revisão dos achados após a conclusão dos exames complementares. Recomendamos a leitura dos fundamentos da documentação fotográfica macroscópica de Machado e Melo (2019).

O exame necroscópico deve ser realizado em salas adequadas, seguindo as normas de biossegurança determinadas pela vigilância sanitária, e a destinação dos restos mortais deve seguir a NBR 12808/93, que tipifica os resíduos como sendo Classe I (perigosos). Portanto, devem ser incinerados e descartados por uma empresa licenciada em aterro sanitário. Em muitas situações, a necropsia será realizada em campo. Nesse caso, é recomendado que o procedimento seja feito sobre uma lona plástica em ambiente sombreado, com acesso restrito de pessoas e animais, com boa luminosidade e ventilação. Carcaças e restos, nessas circunstâncias, precisam ser enterrados em cova profunda.

Uma questão imprescindível ao se realizar exames de necropsia, é a biossegurança dos envolvidos, sendo fundamental que todos estejam devidamente paramentados com equipamentos de proteção individual (EPI), como botas de borracha, luvas descartáveis, avental, máscara, luvas cirúrgicas e óculos de proteção, mesmo em necropsias no campo (CATÃO-DIAS e MIRANDA, 2014). Os equipamentos utilizados em uma necropsia estão ilustrados abaixo (Figura 1).

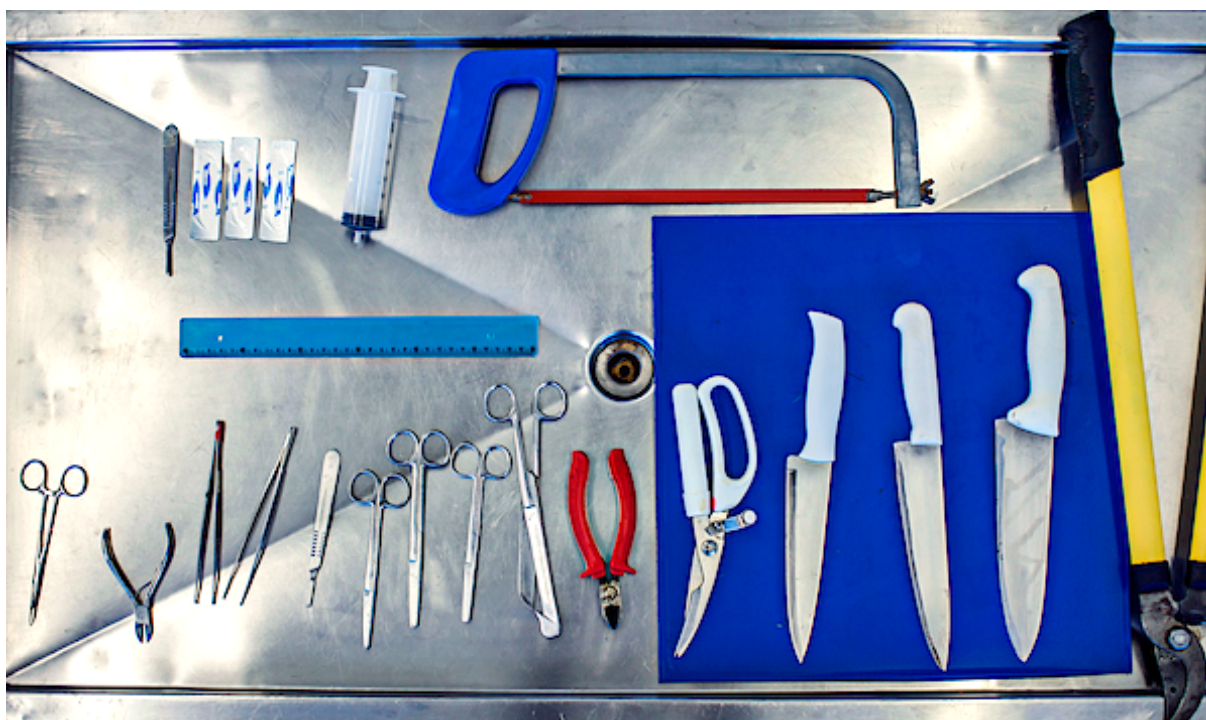


Figura 1: Instrumentos básicos recomendados para realização adequada de um exame necroscópico.  
Foto: Leonardo Merçon.

## Técnicas de necropsia

### *Exame externo*

O exame externo é crucial para verificar e medir lesões que podem ser indicativas da causa mortis do animal (Figura 2) e essas descobertas podem ser uma parte conclusiva de um conjunto de dados circunstancialmente importantes. Por exemplo, as perfurações podem indicar arma de fogo, assim como ferimentos agudos sugerem o uso de facas ou facões, muito usados para caçar crocodilianos. Outro exemplo, seria o politraumatismo, muito comum nos animais atropelados. Marcas de agressão por lutas com outros jacarés também são achados comuns em exames externos, como amputações de membros e artelhos e mordidas.

Deve-se fazer uma inspeção cuidadosa de toda a superfície do animal, caracterizando e registrando sistematicamente os seguintes parâmetros: grau de decomposição de carcaça, escore corporal, lesões cutâneas e osteodérmicas, hematomas, fraturas, presença de ectoparasitas e epibiontes, condição dos olhos, narinas e cavidade oral (Figura 3). Quanto mais detalhado e completo, melhor será o diagnóstico necroscópico final.



Figura 2: Espécime de *Caiman latirostris* submetido à necrópsia. A – Posição da carcaça para exame necroscópico. B – Lesões sugestivas de abrasão encontradas em animais de cativeiro. C – Lesão em detalhe e biometria para fins diagnósticos no membro anterior. Fotos: Leonardo Merçon.

No exame externo, é fundamental identificar a espécie do jacaré. Para isso, o executor depende de conhecimento prévio e não deve hesitar em buscar uma chave de identificação atualizada para isso.

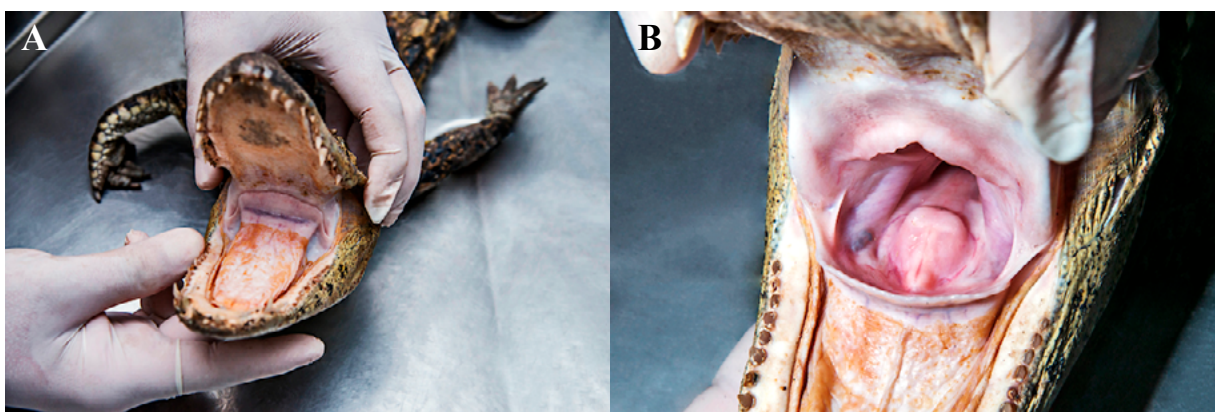


Figura 3: Espécime de *Caiman latirostris*. A – Exame da cavidade oral. B – Abertura da válvula palatina. Fotos: Leonardo Merçon.

O escore corporal é uma medida subjetiva da condição nutricional do indivíduo. A metodologia de sua análise é baseada na avaliação da circunferência da cauda, presença de gordura subcutânea, ossos evidenciados, protusão dos olhos e aspecto geral do animal. Esse método tem o objetivo de classificar a condição corporal do animal, podendo ser: obesa, boa, média ou ruim (Figura 4).

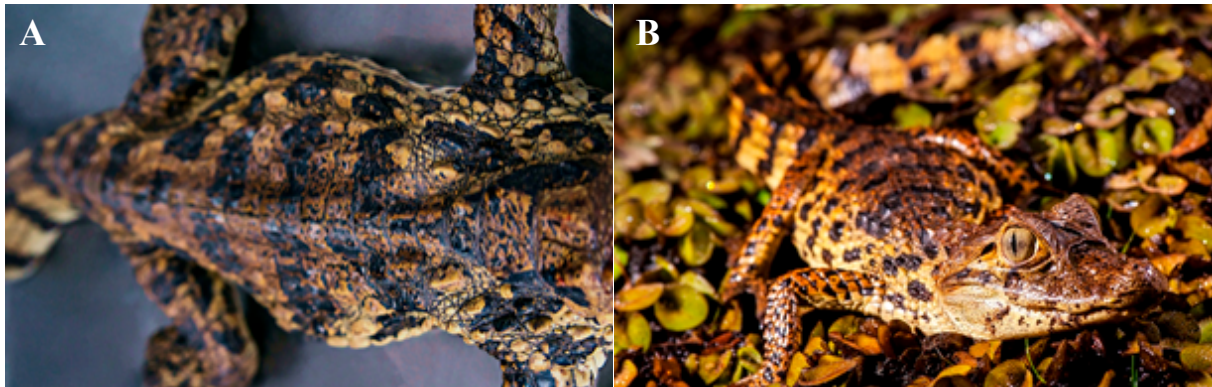


Figura 4: A – Exemplos de classificação de escore de condição corporal de um espécimes de *Caiman latirostris*: A – ruim ou inadequada, com ossatura evidente e ausência de gordura subcutânea; B – Condição corporal boa ou adequada. Fotos: Leonardo Merçon.

## Biometria e sexagem

A biometria pode ser realizada utilizando fita métrica ou paquímetro. Ao menos, quatro medidas precisam ser registradas: comprimento do rostró (CR), comprimento do crânio (CC), comprimento rostró-cloacal (CRC) e o comprimento total (CT) (Figura 5a-d) (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

Para sexagem, deve-se realizar a manipulação digital da cloaca e a exposição do órgão sexual do animal. No caso de machos, o pênis e no caso de fêmeas, o clitóris. Posicionando-o em decúbito dorsal, introduz-se um dos dedos, respeitando o tamanho do animal, em ângulo de 90° em relação ao ventre do animal, até o teto da cloaca (Figura 6-a). Em seguida, o clitóris é tracionado, nas fêmeas (Figura 6-a) e o pênis, no caso dos machos (Figura 6-b). Em animais muito pequenos, o procedimento é dificultado pelo tamanho (além dos órgãos sexuais serem semelhantes nessa fase), porém, a sexagem pode ser realizada com um *swab* ou espéculo. Em caso de dúvida, em função do tamanho do animal, recomendamos consultar Ziegler e Olbort (2007).





Figura 5: Exame necroscópico externo em um espécime de *Caiman latirostris*. A – Mensuração do comprimento do rostró (CR). B – Comprimento do crânio (CC). C – Mensuração e registro do comprimento do rostró-cloacal (CRC). D – Comprimento total (CT). Medidas tomadas com fita métrica. Fotos: Leonardo Merçon.

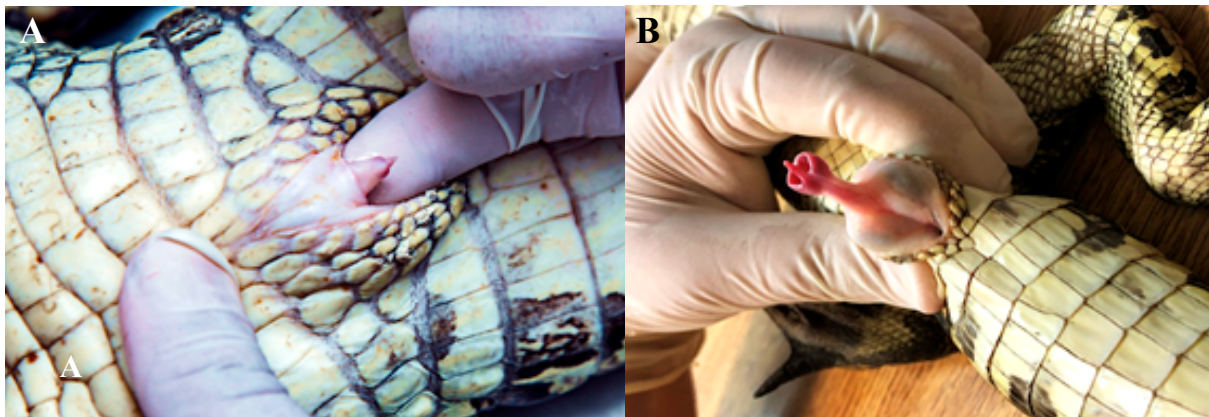


Figura 6: Espécimes de *Caiman latirostris*. A – Sexagem em fêmea com evidente exposição do clitóris. B – Sexagem em macho com exposição do pênis. Fotos: Thassiane Targino (A) e Julie Borchart (B).

### Acesso à cavidade celomática

A abertura da cavidade celomática é realizada, posicionando o animal em decúbito dorsal, e o acesso pode ser por duas vias: uma incisão medial no sentido craniocaudal ventral (Figura 7) ou por abertura de uma “janela” no celoma. Ao optar pela primeira alternativa, a incisão

craniocaudal ventral respeitará uma linha reta da região mentoniana até a cloaca, com um corte único na pele, sem invadir o tecido muscular (Figura 7-a). Em seguida, divulsiona-se a pele (Figura 7-b) e avalia-se a região subcutânea e o tecido muscular. Então, secciona-se o tecido muscular e o esterno, guiando-se pela linha alba, expondo o conjunto de órgãos internos (ver Figura 8).

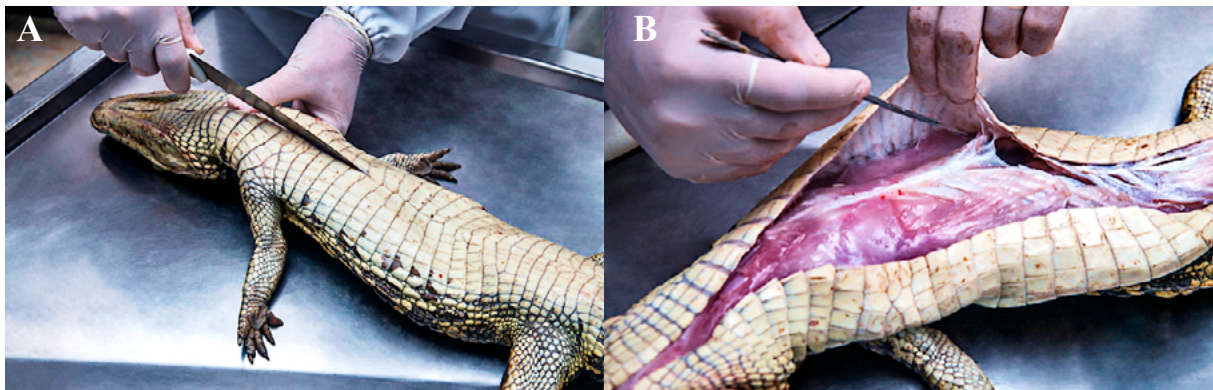


Figura 7: Espécime de *Caiman latirostris*. A – Acesso à cavidade celomática em exame necroscópico, por incisão craniocaudal ventral na linha média. B – Dissecção de pele com exposição do tecido muscular. Fotos: Leonardo Merçon.

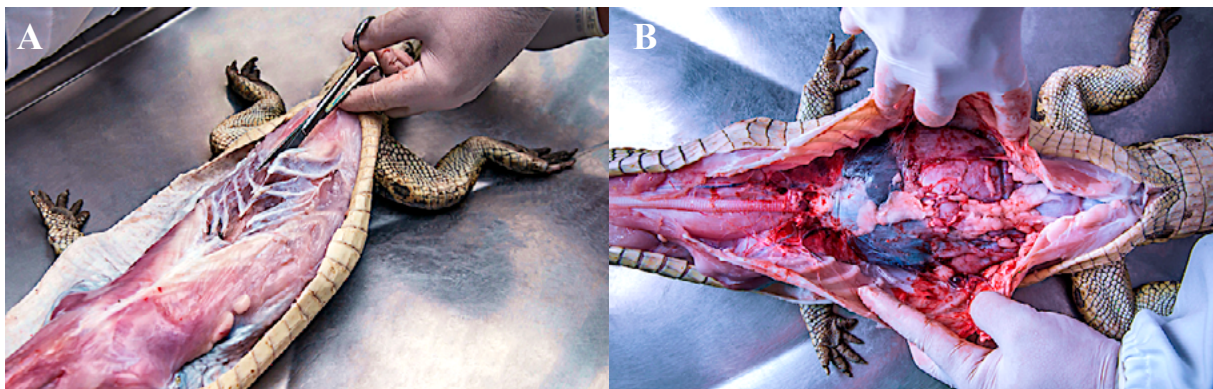


Figura 8: *Caiman latirostris*. A – Secção de tecido ósseo e muscular para exposição de órgãos internos. B – Conjunto de órgãos internos após abertura do celoma. Fotos: Leonardo Merçon.

A segunda opção, para o acesso à cavidade celomática, é por meio de uma janela no celoma. Realiza duas incisões na pele, transversais ao corpo do animal, cranialmente à pelve e a outra, caudal aos membros anteriores. Em seguida, une-se os dois cortes transversais na linha lateral (Figura 9-a). Com o costótomo ou tesoura de desossa, corta-se as costelas e, em seguida, traciona-se o conjunto (pele, músculos e costelas) no sentido contralateral, abrindo e expondo a cavidade celomática e o conjunto de órgãos internos (Figura 9-b).

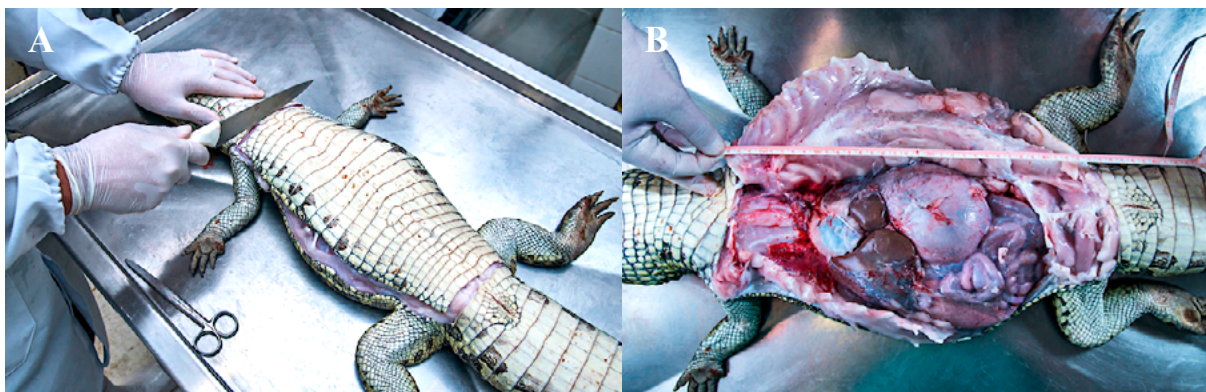


Figura 9: *Caiman latirostris*. A – Cortes de pele e tecido muscular em formato de janela para acesso à cavidade celomática. B – Conjunto de órgãos internos após abertura do celoma por meio de uma janela. Fotos: Leonardo Merçon.

### Avaliação dos órgãos internos

Os órgãos internos dos crocodilianos são fixados em pontos específicos por ligamentos e envoltos por membranas firmes. Com isso, é possível remover os órgãos em bloco único ou dissecar as membranas e ligamentos, removendo-os separadamente (Figura 10). Deve-se ligar o intestino próximo à cloaca e o esôfago próximo ao cárdia, para evitar extravasamento do conteúdo.

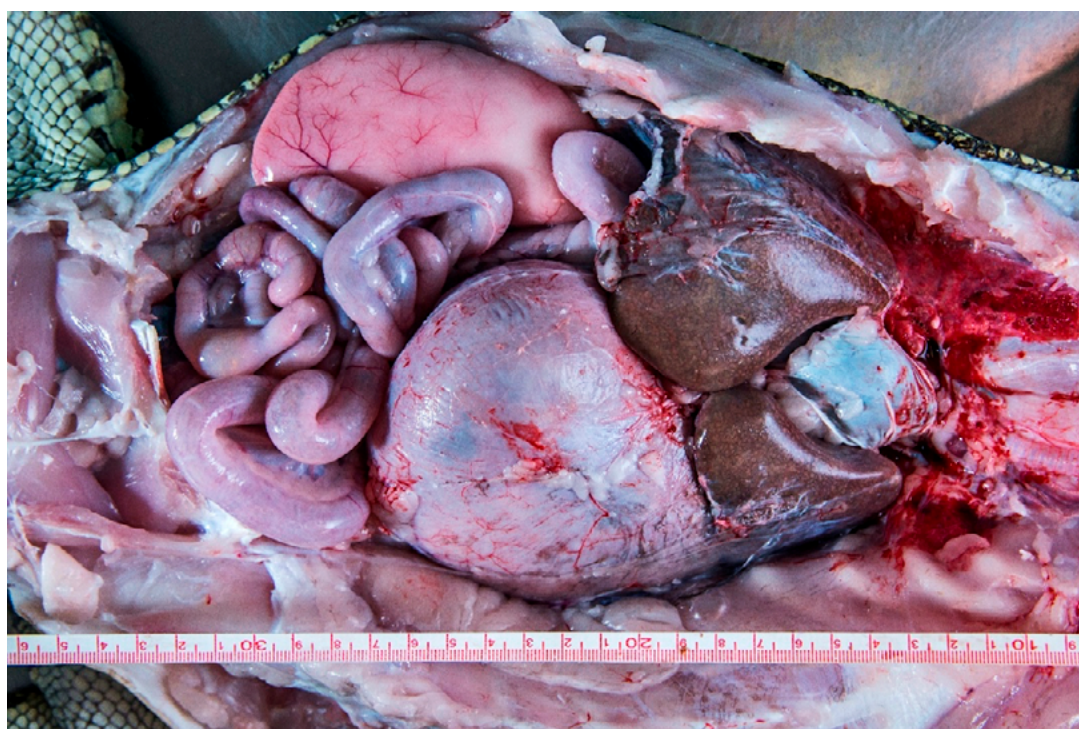


Figura 10: Disposição anatômica com topografia normal do conjunto de órgãos internos de *Caiman latirostris*, após a remoção das membranas, em exame necroscópico. Foto: Leonardo Merçon.

A remoção dos órgãos internos inicia-se pela língua, traqueia e esôfago. Disseca-se a língua, circundando-a nas laterais da mandíbula e ventralmente (Figura 11-a) e, em seguida, traciona-se caudalmente, junto com o esôfago e a traqueia, dissecando o tecido conjuntivo com o auxílio de um bisturi ou tesoura (Figura 11-b).

O conjunto de órgãos é desprendido, dissecando-se os ligamentos e membranas até a liberação da porção final do intestino, circundando-se a cloaca com uma incisão circular. Os rins são aderidos à parede dorsal da cavidade celomática e as gônadas, por sua vez, estão aderidas aos rins (Figura 11-b). Como uma particularidade anatômica da espécie, os pulmões são muito frágeis e aderidos à parede celomática, e, portanto, devem permanecer na carcaça para serem removidos posteriormente ou dissecados cuidadosamente para remoção conjunta com a traqueia (Figura 12-a).

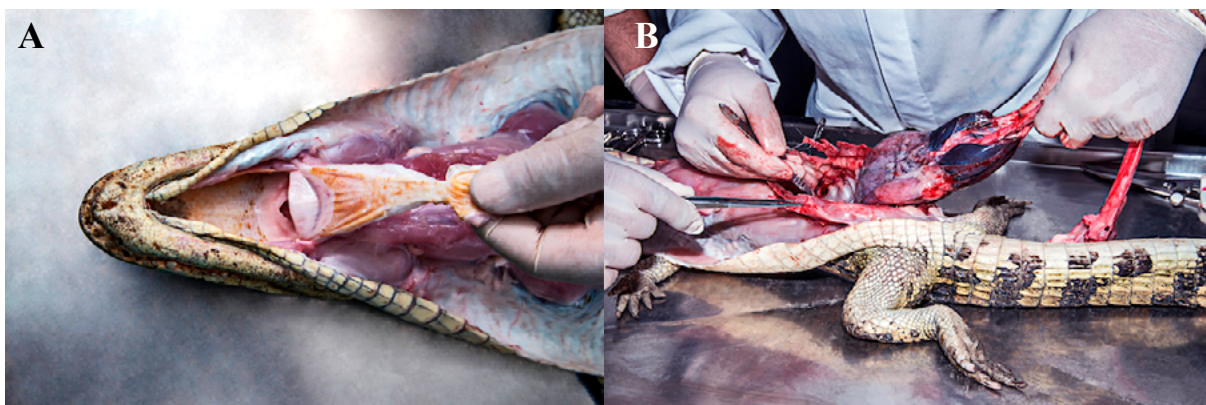


Figura 11: *Caiman latirostris*. A – Procedimento de dissecação da língua para remoção do conjunto de órgãos internos. B – Remoção em bloco único do conjunto de órgãos internos da cavidade celomática. Fotos: Leonardo Merçon.

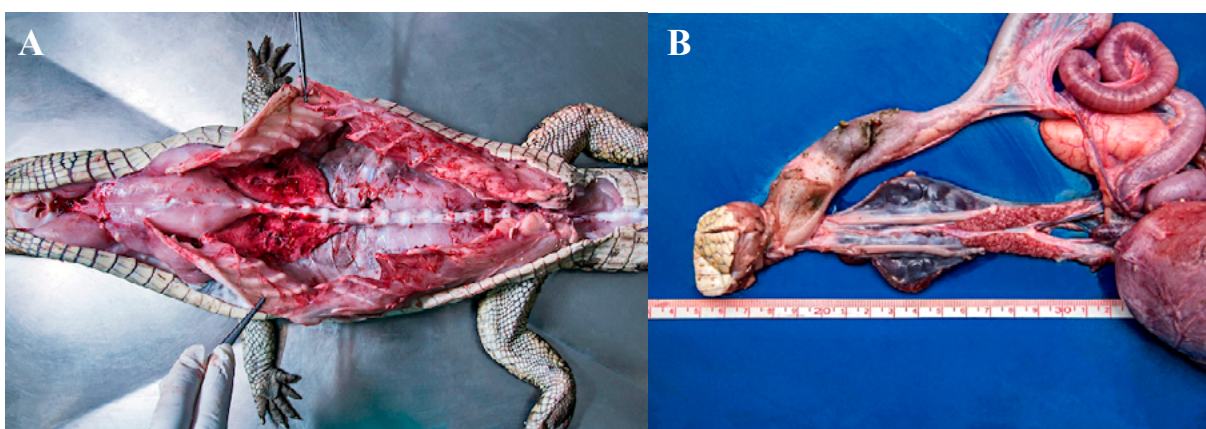


Figura 12: *Caiman latirostris*. A – Exposição dos pulmões após abertura do celoma e remoção do conjunto de órgãos internos. B – gônadas e rins aderidos ao bloco de órgãos após a sua remoção da cavidade celomática. Fotos: Leonardo Merçon.

Da mesma forma, a remoção dos rins e gônadas pode ser feita após a remoção dos outros órgãos, permanecendo na carcaça ou juntamente, desde que dissecados cuidadosamente. Retire a gordura intracelômica e as membranas que envolvem o bloco de órgãos, separando-os por sistemas para uma avaliação minuciosa (Figura 13).



Figura 13: Detalhe dos órgãos de *Caiman latirostris* separados por sistemas, após sua retirada da cavidade celomática. Foto: Leonardo Merçon.

### ***Sistema digestório***

O sistema digestório ocupa a maior porção da cavidade celomática. Para melhor avaliá-lo, deve-se separar o esôfago, estômago, corpo gorduroso, fígado, pâncreas e intestino (Figura 14-a). Seccione longitudinalmente o esôfago com auxílio de uma tesoura de pontas rombas e avalie o aspecto, as lesões e verifique se há presença de parasitas aderidos à mucosa (Figura 14-b).

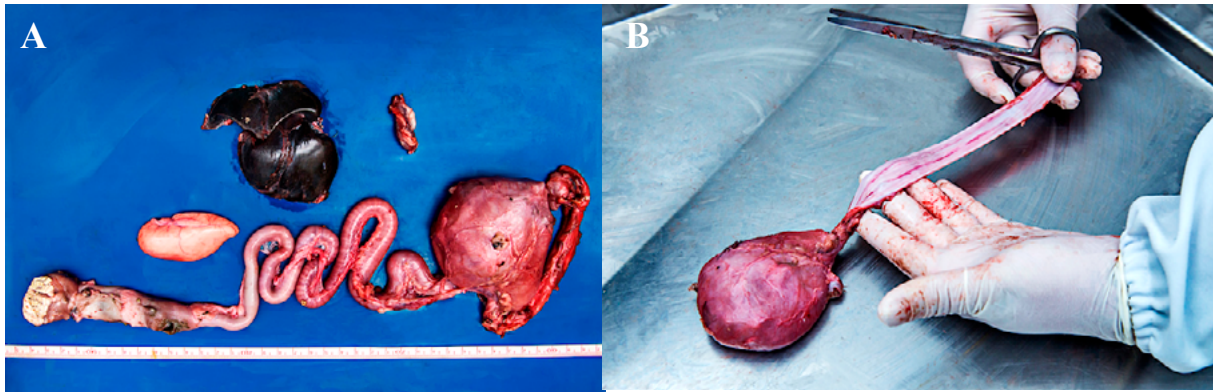


Figura 14: *Caiman latirostris*. A – Sistema digestório e baço. B – Exame necroscópico para inspeção do órgão, evidenciando corte longitudinal de esôfago. Fotos: Leonardo Merçon.

Subsequentemente, realiza-se uma incisão ao longo da curvatura maior do estômago, expondo o conteúdo estomacal (se houver), a fim de avaliar o próprio conteúdo ou se há presença de corpos estranhos. Além disso, pode-se sugerir, com base na alimentação, a área de vida e faixa etária do indivíduo (Figura 15-a). Após a remoção do conteúdo gástrico, o estômago pode ser lavado em água corrente e, posteriormente, inspecionado (Figura 15-b).

Em relação ao pâncreas, cuja localização alcança as alças da curvatura da porção inicial do duodeno, junto ao tecido adiposo, é premente a minúcia ao dissecá-lo, para distingui-lo da gordura (Figura 16-a). Semelhante à abertura do esôfago, os intestinos podem ser seccionados em toda a sua extensão, com auxílio de uma tesoura de pontas rombas, com o objetivo de avaliar se o tecido foi comprometido por lesões e se há presença de parasitos ou corpos estranhos na mucosa intestinal (Figura 16-b, c).

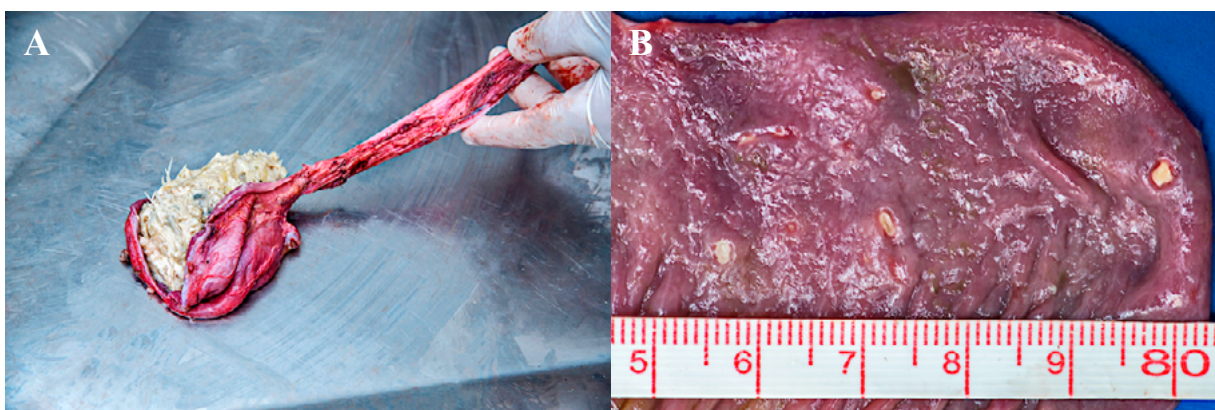


Figura 15: *Caiman latirostris*. A – Incisão da curvatura maior do estômago com conteúdo estomacal à mostra. B – Lesão ulcerada em mucosa estomacal. Fotos: Leonardo Merçon.

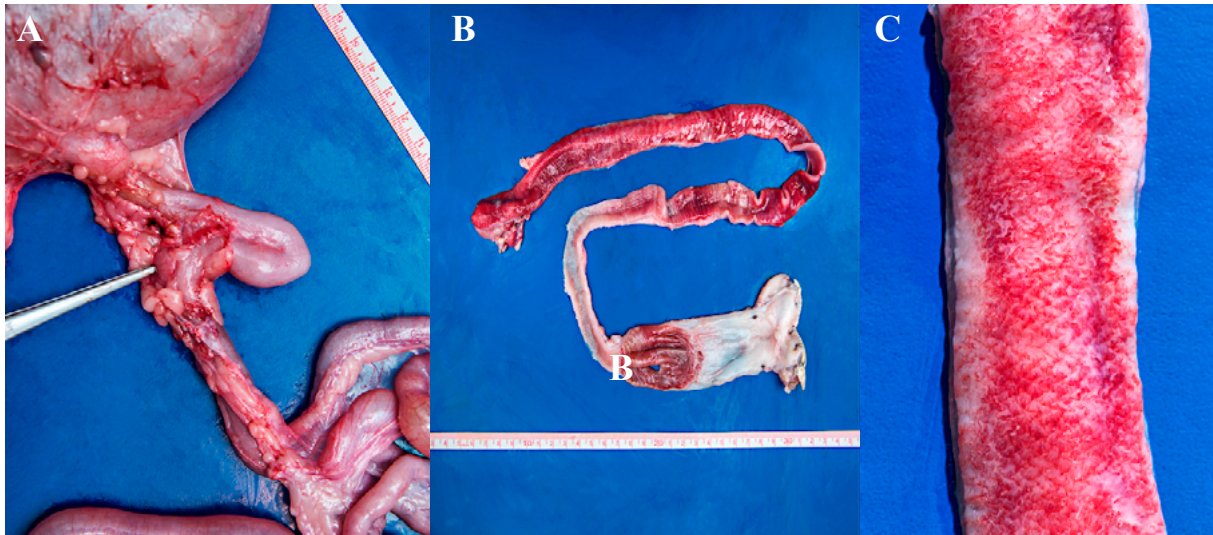


Figura 16: *Caiman latirostris* em exame necroscópico. A – Detalhe do pâncreas. B – Cortes longitudinais dos intestinos delgado e grosso, e da cloaca. C – Detalhe de lesão hemorrágica em mucosa intestinal. Fotos: Leonardo Merçon.

O fígado dos crocodilianos é bilobado e deve ser retirado de forma cautelosa, uma vez que se localiza anatomicamente próximo ao coração, estômago e intestinos. Em crocodilianos, o fígado localiza-se em uma cavidade própria, o celoma hepático, ligado cranialmente à membrana pós-pulmonar e caudalmente à membrana pós-hepática.

A fim de acessar o fígado para sua remoção, deve-se, claramente, abrir a membrana envoltória. A vesícula biliar deve ser aberta para avaliação do aspecto da bile, podendo, também, ser aspirada com o auxílio de uma seringa. Após a retirada do fígado, prioriza-se pela avaliação de sua forma, textura e coloração, subsequentemente, corta-se o órgão para avaliar todo o parênquima (Figura 17).

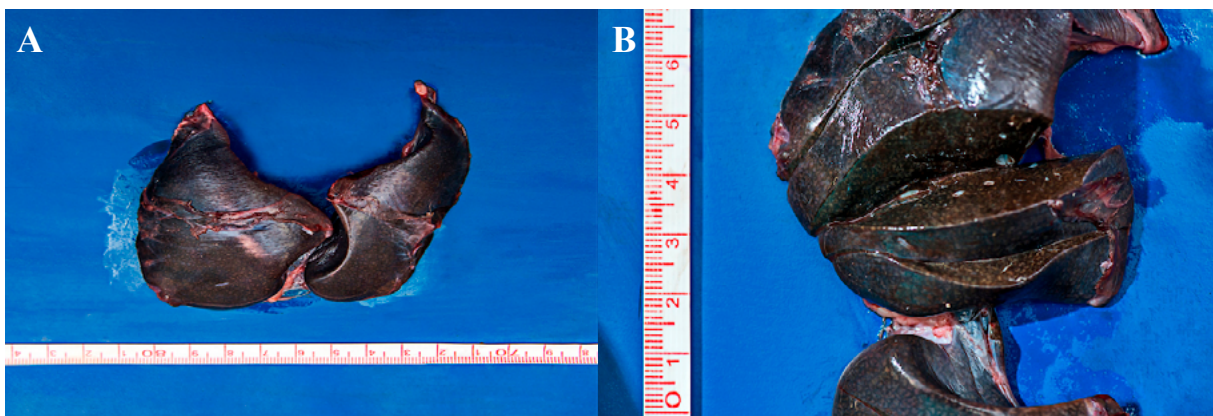


Figura 17: *Caiman latirostris*. A – Fígado retirado para avaliação macroscópica. B – Parênquima hepático, evidenciando aspectos como forma e coloração. Fotos: Leonardo Merçon.

Os crocilianos possuem particularidades anatômicas evolutivamente conservadas entre as espécies. Tais características permitem o bom funcionamento sistêmico e certamente refletem na sobrevivência dos indivíduos pertencentes ao grupo. Uma dessas estruturas é chamada de corpo gorduroso, que possui a função de reserva energética em períodos de escassez de alimento. Anatomicamente, está localizado próximo ao jejuno, fixado por um ligamento ao intestino. Deve ser removido e avaliado. O seu tamanho poderá estar diminuído em animais magros, podendo não ser distinguível em animais caquéticos (Figura 18-a).

### **Baço**

A morfologia esplênica é alongada e cônica. O baço está localizado próximo ao fígado, com sua base larga apontando cranialmente, ligada à parede dorsal da cavidade entre a segunda e terceira costelas. Na necropsia, pode ser removido junto aos demais órgãos e separado posteriormente (Figura 18-b).

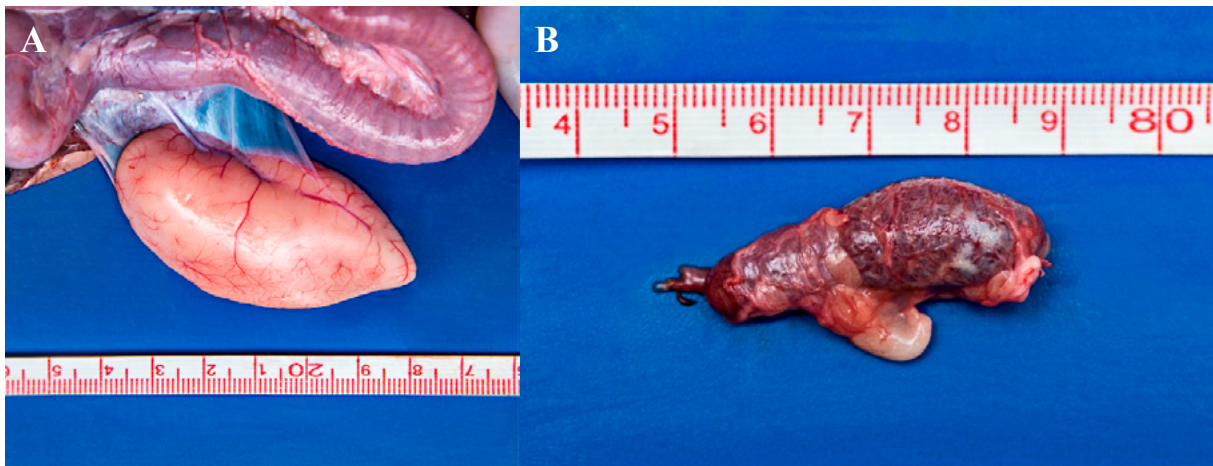


Figura 18: *Caiman latirostris*. A – Corpo gorduroso ligado ao intestino grosso. B – Baço com aspecto normal. Fotos: Leonardo Merçon.

### **Sistema respiratório**

A avaliação do sistema respiratório inicia-se pela glote. Com uma tesoura romba-fina, secciona-se a traqueia e brônquios em toda sua extensão. Traqueia, pulmões e brônquios são avaliados quanto à morfologia, consistência, coloração, presença de espuma, corpos estranhos, presença de fluidos, lesões e parasitos (Figura 19).

A cavidade pleural é constituída pela membrana pós-pulmonar (muscular dorsalmente e membranosa no terço ventral) e é dividida em duas cavidades pelo mediastino. As superfícies diafragmáticas dos pulmões são aderidas à membrana pós-pulmonar, enquanto o terço caudal das bordas mediais está aderido ao mediastino.



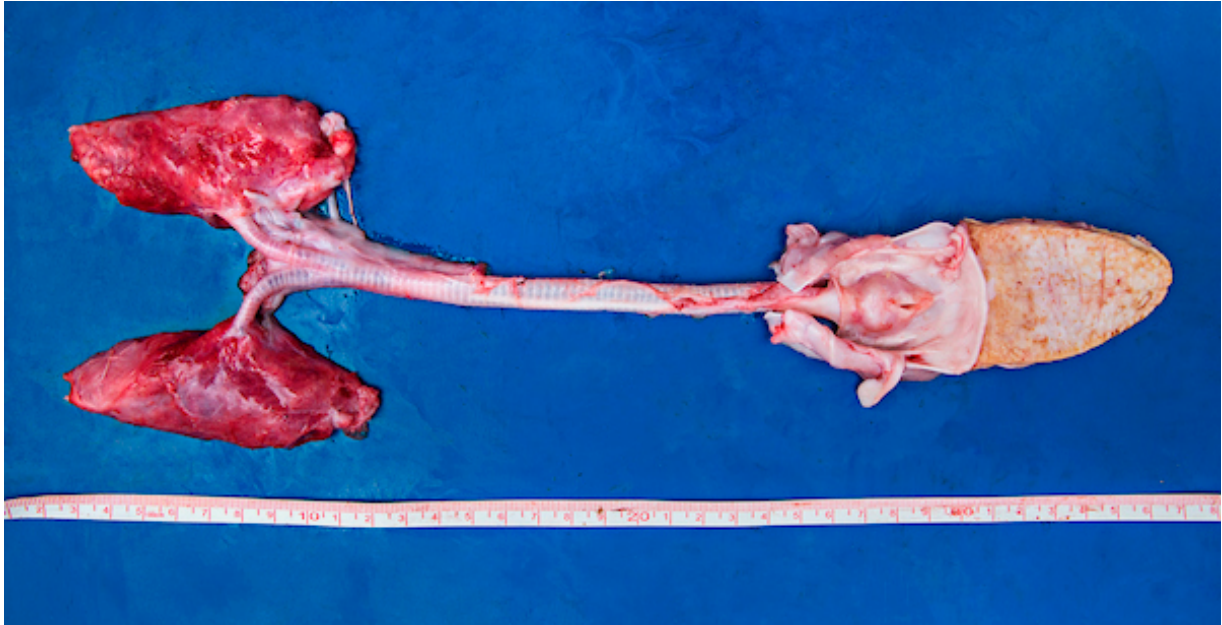


Figura 19: Língua e Sistema respiratório de um espécime de *Caiman latirostris*. Foto: Leonardo Merçon.

### ***Sistema excretor***

Os rins estão topograficamente aderidos à parede dorsal da pelve e necessitam de atenção na dissecação. Antes de retirar o órgão da carcaça, deve-se observar se há anomalias anatômicas para, posteriormente, remover os rins e ureteres para uma avaliação com melhor detalhamento (Figura 20).



Figura 20: Visão dorsal dos rins e gônadas de um espécime de *Caiman latirostris*. Foto: Leonardo Merçon.

### ***Sistema reprodutor***

As gônadas dos crocodilianos estão localizadas crânio dorsalmente aos rins (Figura 21-a). A retirada das gônadas da carcaça pode ser feita no mesmo momento que o aparelho urinário for removido, formando o conjunto gênito urinário.

As fêmeas dos crocodilianos, durante a estação de postura, possuem parte da cavidade celomática ocupada por ovos em diferentes estágios de formação. Nesse sentido, recomenda-se atenção na execução da avaliação *post mortem*, a fim de evitar lesões nos tecidos reprodutivos e o rompimento dos ovos. O pênis, o clitóris e a cloaca de ambos os sexos devem ser avaliados de maneira minuciosa (Figura 21). Nesta etapa, deve-se estar atento à morfologia dos órgãos e suas possíveis alterações, sobretudo, no que tange aos crocodilianos de populações vulneráveis aos intensos impactos antrópicos.

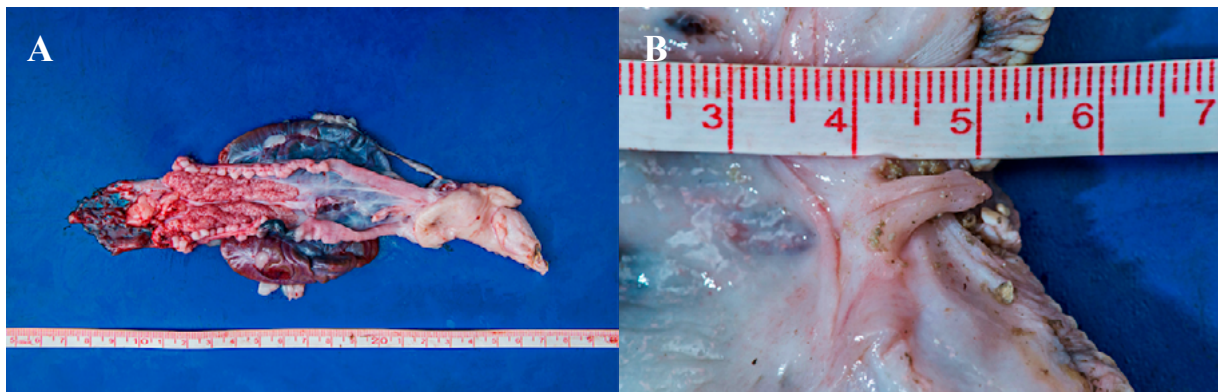


Figura 21: *Caiman latirostris*. A – Disposição anatômica das gônadas de uma fêmea fora de estação reprodutiva, com rins, ovários e ovidutos ligados adjacentes às gônadas. B – Detalhe do clitóris. Fotos: Leonardo Merçon.

### ***Sistema circulatório***

Diferente de outros répteis, os crocodilianos possuem o coração tetracavitário, localizado cranialmente ao fígado. Deve-se ter cautela ao retirar o coração para evitar lesionar o fígado adjacente. O ápice do coração é aderido ao saco pericárdico por um ligamento e este está ligado à membrana pós-pulmonar (Figura 22-a). Retirando-se o coração e os grandes vasos, avalia-se o pericárdio e a quantidade de líquido pericárdico. Ato contínuo, retira-se o pericárdio e abre-se as câmaras cardíacas para uma avaliação completa (Figura 22-b, c).

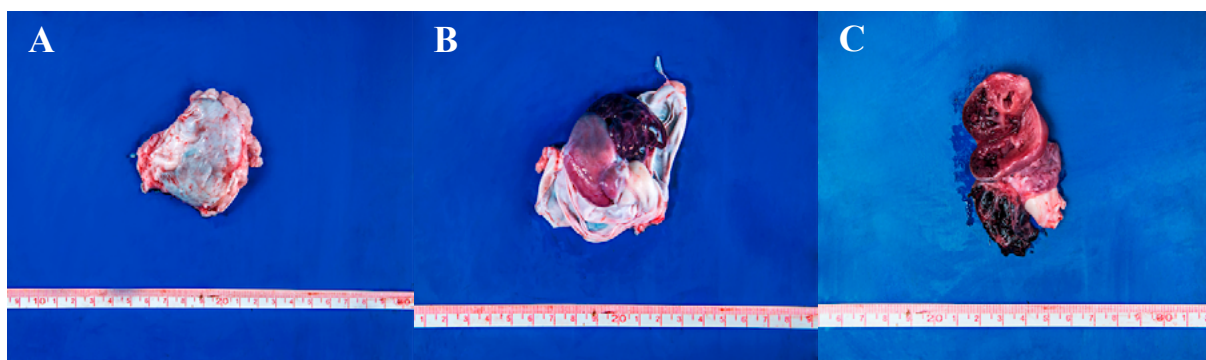


Figura 22: *Caiman latirostris*. A – Coração com pericárdio. B – Após remoção do pericárdio. C – Corte do órgão para avaliação das câmaras cardíacas. Fotos: Leonardo Merçon.

### ***Sistema nervoso central***

Buscando avaliar sistematicamente o sistema nervoso central em crocodylianos, recomenda-se que se faça, com auxílio de uma serra de fita mecânica ou uma serra manual, um corte longitudinal no crânio do animal (Figura 23-a). Assim, o responsável pela necropsia terá uma visão abrangente dos hemisférios do cérebro e cerebelo (Figura 23-b). Com uma pinça lisa, retire delicadamente o encéfalo do crânio. É recomendável fixar o encéfalo em formol 10% por 12 horas antes de removê-lo do crânio, considerando sua consistência friável.

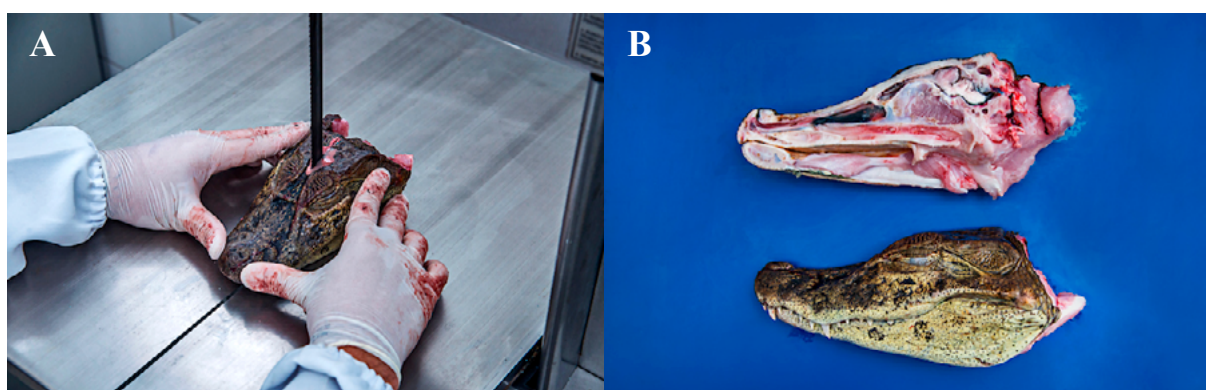


Figura 23: *Caiman latirostris*. A – Realização do corte longitudinal do crânio com serra-fita. B – Corte transversal do crânio com exposição de sistema nervoso central e cavidades respiratórias e boca. Fotos: Leonardo Merçon.

### **Coleta e preservação de amostras**

A colheita e preservação deve garantir que as amostras obtidas sejam adequadas para os exames a serem solicitados e que sejam preservadas de modo que não interfira nas análises.

Para exames histopatológicos, recomenda-se o protocolo abaixo, utilizado pelo Projeto Caiman/ Instituto Marcos Daniel – IMD (SANTOS, 2018):

### *Material para colheita e transporte*

- Potes plásticos com tampa de rosca de 300 e 500 mL.
- Formol 10% tamponado.
- Bisturi e cabo.
- Cassetes histológicos.
- Papel vegetal.
- Sacos plásticos (60 x 40 cm ou maior).
- Sacos plásticos 20 x 15 cm com fecho tipo *zip-lock*.
- Caixa plástica ou de isopor para transporte de tamanho proporcional ao número de amostras.
- Fita adesiva larga para embalagem.
- Cordão ou fio urso (número 000).
- Gaze de algodão ou papel toalha absorvente.

### *Procedimento de colheita de amostras para exame histopatológico*

1. Verifique se todo o material necessário está à mão.
2. Escreva a identificação da amostra nas etiquetas de papel vegetal a lápis (ver Figura 24).
3. Ao identificar uma lesão no tecido, assegure-se de coletar uma parte do tecido sadio, juntamente com parte da lesão (ver Figura 25).
4. A amostra de tecido que será processada e analisada terá em torno de 1 x 1 x 0,5 cm, portanto, não é necessário colher uma amostra maior, porém deve ser representativa da lesão. Além disso, amostras grandes e órgãos inteiros não serão adequadamente fixados.
5. Coloque todos os tecidos do mesmo animal em um único frasco de tamanho adequado. Por segurança, manipule o formol sempre usando luvas de proteção e em local arejado.
6. Coloque a etiqueta de papel vegetal dentro do frasco.
7. Identifique o frasco no corpo do frasco (não identifique na tampa).
8. Certifique-se de que o volume de formol seja 10 vezes o volume das amostras, para permitir a fixação adequada.
9. Deixe as amostras fixando por, no mínimo, 24h.

Data: 12/12/2017  
Espécie: *Caiman latirostris* –  
número: 2B00059374  
baço, fígado, pulmão, rim.

Figura 24: Exemplo de etiqueta de papel vegetal escrita a lápis que deve ser colocada dentro do frasco de amostras.

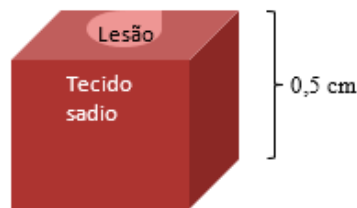


Figura 25: Esquema de corte de amostra para exame histopatológico, incluindo a lesão e o tecido sadio.

#### *Procedimentos para transporte de amostras*

1. As amostras devem ser transportadas em temperatura ambiente.
2. Verifique se os frascos estão bem fechados e vedados para evitar vazamentos no transporte.
3. Coloque os frascos com os tecidos em um saco plástico grande e vede-o com um nó ou amarrando com um cordão, firmemente.
4. Coloque o saco com os frascos em uma caixa plástica ou de isopor. Vede a caixa com a fita adesiva.
5. Identifique a caixa com relação aos conteúdos das amostras.
6. Transporte em sacos plásticos (evita vazamentos e torna a carga mais leve).
  - a. Os tecidos fixados podem ser também transportados em sacos plásticos com fecho tipo *zip-lock*, envoltos em uma camada abundante de papel absorvente ou gaze de algodão, embebido em formol 10%, desde que a fixação esteja bem-feita e o transporte não leve mais do que 72h.
  - b. Não deve haver formol livre dentro do saco plástico para evitar vazamentos.
  - c. Coloque os sacos fechados em uma caixa hermética rígida, bem vedada para evitar vazamentos.

- d. Use um saco plástico para cada conjunto de amostras do animal correspondente.
  - e. Coloque a etiqueta de identificação de papel vegetal dentro do saco plástico.
  - f. Não identifique as amostras apenas escrevendo no saco plástico, pois pode haver perda da identificação durante o transporte.
7. A caixa com de isopor ou plástico contendo os frascos ou sacos plásticos deve ser vedada e colocada dentro de uma caixa de papelão sem folga para o transporte aéreo ou terrestre.
8. Identifique a caixa de transporte com endereço do remetente e destinatário.

Para exames microbiológicos a amostra deve ser colhida assepticamente e de preferência, armazenada em meio de transporte *Stuart*, quando for colhida com suabe. O meio *swab* permite o armazenamento em temperatura ambiente e o envio ao laboratório em até 72h, no máximo. Quando a amostra não tiver o meio de transporte, esta deverá ser armazenada em temperatura inferior a 8 °C e ser enviada ao laboratório em 24h, no máximo.

As amostras para exames moleculares (PCR) podem ser colhidas e armazenadas congeladas a -20 °C ou em álcool 70%. Se a amostra for de fluido, pode-se pingar o fluido em papel de filtro, deixar secar totalmente à sombra e armazenar a amostra em um saco plástico com fecho tipo *Zip-lock* fechado, em temperatura ambiente.

## Considerações Finais

A necropsia de crocodilianos distingue-se de outras espécies, devido às características anatômicas peculiares do grupo. É necessário que o executor tenha familiaridade com a morfologia e a fisiologia da espécie, para que o procedimento seja realizado de maneira coerente e direcionada aos objetivos pretendidos.

A necropsia muitas vezes será a única ferramenta diagnóstica disponível em condições de trabalho a campo e sua execução nunca deve ser negligenciada. Além disso, deve ser realizada em caráter urgente, devido às alterações *post mortem*, pois se realizada tardiamente podem inviabilizar o diagnóstico.

A necropsia deve ser considerada uma ferramenta valiosa em programas de avaliação da saúde populacional e de conservação de crocodilianos, sejam estes cativos ou de vida livre, uma vez que os jacarés estão submetidos às pressões naturais e bem como diversas ameaças antrópicas.

Portanto, a realização de uma necropsia metódica pode gerar informações importantes na avaliação desses animais e as informações obtidas são um componente primordial nos programas de monitoramento ambiental, ao utilizar os jacarés como “espécies sentinelas”.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Leonardo Merçon pelas fotografias, a Universidade Vila Velha pelo uso da sala de necropsia e ao colega André Felipe Barreto-Lima pela revisão do manuscrito.

## Referências

BASSETTI, L. A. B.; VERDADE, L. M. Crocodylia (Jacarés e Crocodilos). In: CUBAS, Z.; SILVA, J.; CATÃO-DIAS, J. (Orgs.). **Tratado Animais Silvestres - Medicina Veterinária**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 154-169.

CATÃO-DIAS, J. L.; MIRANDA, F. Considerações para Realização e Documentação de Necropsias. In: CATÃO-DIAS, J. L.; CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R. (Orgs.). **Tratado de animais selvagens**. São Paulo: Roca, 2014. p. 1565-1574.

COUTINHO, M. E. et al. Ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de jacaré-do-Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*. **Comunicado Técnico**, v. 51, p. 1-5, 2005.

MACHADO, G. F.; MELO, G. D. de. Fundamentos da documentação macroscópica. In: BESERRA, H. H. O.; GRANDI, F.; CAGNINI, D. Q. (Orgs.). **Necropsia em Animais Domésticos, Silvestres e Exp.** 1a. ed. São Paulo: VetSchool, 2019. p. 17-28.

NÓBREGA, Y. C. Avaliação da saúde de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em condições *in situ* e *ex situ* no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. 2017. Vila Velha: Universidade Vila Velha, 2017.

RUEDA-ALMONACID, J. A. et al. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico: Serie Guías Tropicales de Campo**. Bogotá, 2007.

SANTOS, M. R. de D. **Protocolo de colheita e transporte de amostras biológicas para histopatologia**. Vitória: Instituto Marcos Daniel, 2018.

SANTOS, M. R. de D.; NÓBREGA, Y. C. Necropsia em Crocodilianos. In: BESERRA, H. H. O.; GRANDI, F.; CAGNINI, D. Q. (Orgs.). **Necropsia em Animais Domésticos, Silvestres e Exp.** 1a. ed. São Paulo: VetSchool São Paulo, 2019. p. 201-2016.

VERDADE, L. M. Regression equations between body and head measurements in the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 469-482, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71082000000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71082000000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>.

ZIEGLER, T.; OLBORT, S. Genital structures and sex identification in crocodiles. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 26, n. 3, p. 16-17, 2007.



Foto: Leonardo Merçon

## **ENDOPARASITAS EM CROCODILIANOS BRASILEIROS**

Max Rondon Werneck, Hassan Jerdy Leandro



## Introdução

O objetivo do presente capítulo é trazer ao leitor o que há de informações, na literatura científica, a respeito dos endoparasitas de crocodilianos encontrados no território brasileiro.

Para este trabalho utilizou-se as informações disponíveis na literatura científica nacional e internacional, desde que representassem os indivíduos das espécies de crocodilianos encontradas no Brasil, bem como os hospedeiros provenientes do território nacional. Dissertações e teses não foram inseridas neste trabalho. O texto foi escrito de maneira a facilitar a compreensão por parte daqueles que não estão habituados aos textos taxonômicos e especializados em parasitologia, por isso, os nomes dos autores das espécies não foram citados no texto, mas listados nos quadros a seguir.

## Revisão de literatura

O primeiro relato a respeito de helmintos encontrados em crocodilianos no Brasil, deu-se através da expedição do curador assistente do Museu de História Natural de Viena (Áustria), Johann Natterer, que esteve no território brasileiro durante os anos de 1817 até 1834, trabalhando com inúmeras espécies de hospedeiros brasileiros. Oito frascos de amostras de crocodilianos encontrados no Estado do Mato Grosso compuseram a coleção coletada por Natterer. Após a coleta, fixação e catalogação dos parasitas, estes materiais foram enviados ao Museu de Viena, Áustria.

Em 1922, após excursão para o território do Estado do Mato Grosso, Travassos (1922) descreveu, em 610 hospedeiros, 147 espécies de parasitas e dentre eles, alguns exemplares de trematódeos encontrados em *Caiman sclerops* (atualmente, *Caiman crocodilus*), classificados por ele pela primeira vez: *Nepthrocephalus microcephalus* encontrados em esôfago e *Gastris sclerops* encontrados em reto.

Após seis anos, Travassos (1928) revê alguns dos parasitas publicados previamente (i.e., Travassos, 1922) e apresentou nova configuração para uma série de helmintos, inclusive os dois trematódeos publicados anteriormente, referentes a oito exemplares de *C. crocodilus*. Desta forma, o autor transferiu, *G. sclerops* para *Pachysolus sclerops*, além de fornecer a informação de que os parasitas foram encontrados em três animais. Também, reviu a classificação de *N. microcephalus*, transferindo para *Odhneriotrema microcephala*.

Um dos primeiros trabalhos, com enfoque na catalogação de parasitas no território brasileiro, foi realizado por Viana (1924), que citou a ocorrência de quatro trematódeos em crocodilianos no Brasil. O autor citou a ocorrência de *Diplostomum abbreviatum* (p. 96) (= *Paradiplostomum abbreviatum*), *Diplostomum longum* (p. 129) (= *Proterodiplostomum longum*) e *Diplostomum pseudostomum*, todos sem o local de coleta (apenas “Brasil”) e possivelmente proveniente do material encaminhado ao Museu de Viena, por Natterer e reanalisado por Brandes (1888).

Prova disso, é a nota de rodapé encontrada no texto:

“Encontra-se esta espécie, com *Diplost. longum* e *Diplost. abbreviatum*, num frasco da C. M. V. assim rotulado: “*Hemistomum de Crocodilus*, reunidos por Natterer no Brasil”. BRANDES separou-os nestas três espécies, (*D. abbrev. D. longum*, *D. pseudostoma*) VON LORENZ pensou que se poderia criar uma quarta, mas por outro lado, emite a hypothese [sic] de serem todas estas formas apenas estádios de evolução de uma mesma espécie.”

(BRANDES, 1888, p. 143) [sic].

Além disso, Viana (1924) descreveu ainda a ocorrência de *Distoma pyxidatum* encontrado em intestino de *C. sclerops* (atualmente = *C. crocodilus*), para a região brasileira. Travassos (1933a) descreveu três novas espécies, todas encontradas em estômago de *C. crocodilus*: *Dujardinia paulista* e *Multicaecum baylisi*, em hospedeiros proveniente de Rio Claro, Estado de São Paulo, e *Dujardinia longispicula*, em hospedeiro proveniente do Estado do Mato Grosso (em TRAVASSOS, 1933b, o autor cita a localização como sendo Rio São Lourenço - MT).

No mesmo ano, Travassos (1933c), estudando filarídeos provenientes de jacarés brasileiros, estabeleceu algumas alterações em gêneros e famílias para este grupo de parasitas. O autor, com base em suas observações, transferiu o gênero *Filaria* (*Filaria bacillaris*) para o gênero *Oswaldofilaria* (*Oswaldofilaria bacillaris*). Para este estudo, o autor utilizou parasitas encontrados em tórax de *C. crocodilus*, registrados na cidade do Rio de Janeiro, que apresentaram prevalência de 5% (um positivo em 20 animais analisados). Ademais, o autor descreveu a espécie *Micropleura vazi*, utilizando exemplares coletados em cavidade abdominal de *C. crocodilus*, provenientes das cidades de Rio de Janeiro, RJ e de Rio São Lourenço, Estado do Mato Grosso. Citou ainda, uma prevalência de cerca de 20% (5/20) (mais informações sobre estas duas espécies podem ser observadas em TRAVASSOS, 1933d).

Dubois (1936), analisando o material coletado por Brandes (1888), relatou a ocorrência de ao menos oito espécies de trematódeos coletados no Brasil, sendo seis novas espécies: *Cystodiplostomum hollyi*; *Diplostome medusae* (= *Proterodiplostomum medusae*); *Herpetodiplostomum caimancola*; *Paradiplostomum abbreviatum*; *Prolecithodiplostomum constrictum*, *Prolecithodiplostomum cavum* e *Proterodiplostomum tumidulum*, todos em *C. crocodilus*. Além de *Herpetodiplostomum caimancola* e *Mesodiplostomum gladiolum*, em *Melanosuchus niger* e *Proterodiplostomum longum* em *Paleosuchus* sp. e *Caiman* sp. (“*Crocodilus* sp. Brasil”, p. 18) e de *H. caimancola* em *Caiman latirostris*.

Dois anos depois, Dubois (1938) apresentou o capítulo de livro “*Liste systématique des Strigéidés du Brésil et du Venezuela*”, no livro jubilar, em homenagem aos 25 anos de publicações do Professor Lauro Travassos. Neste trabalho, o autor enumera grande parte dos trematódeos previamente apresentados para o Brasil, descritos em Dubois (1936). Ainda, Dubois (1948) relatou *C. hollyi* coletado em *C. latirostris*, proveniente da coleção do Museu de Paris, França. Posteriormente, Dubois (1953) apresentou *P. constrictum* em *C. crocodilus*; *M. gladiolum* em *M. niger* e *Caiman* sp.; e *P. longum* em *Paleosuchus* sp.

Freitas e Lent (1938), identificaram dois trematódeos encontrados em intestino delgado de *C. sclerops* (= *C. crocodilus*), proveniente da Ilha de Marajó, Estado do Pará. Foram encontrados 12 exemplares de *Echinostoma jacaretinga*, posteriormente inserido no gênero *Stephanoprora* (= *S. jacaretinga*) e dois exemplares de um novo parasita, sendo criado o gênero *Caimanicola*, com a espécie *C. marajoara* Freitas e Lent, 1938. Contudo, os dados sobre o número de hospedeiros analisados ou mesmo faixa etária, não foram disponibilizados pelos autores. Os espécimes originais foram posteriormente re-descritos (ver Ostrowski de Nuñez, 1984, para maiores detalhes).

Travassos et al. (1939) apresentaram o relatório de viagem ao Rio Miranda, Estado do Mato Grosso do Sul, onde foram analisados aproximadamente 388 animais e destes, quatro exemplares de *C. crocodilus*, sendo que em todos foram observados nematódeos do gênero *Micropleura* e em dois exemplares linguatulídeos do gênero *Sebekia*.

Travassos e Teixeira de Freitas (1940) analisaram 432 animais provenientes das zonas percorridas pela estrada de ferro Noroeste do Brasil e destes, dois espécimes de *C. crocodilus* foram analisados, ambos apresentavam linguatulídeos *Sebekia*.

Ruiz e Leão (1943) descreveram *Cyathocotyle brasiliense* Ruiz e Leão 1943, com base em oito exemplares encontrados fortemente aderidos na mucosa do intestino delgado de *C. crocodilus*, proveniente de Rio Preto, Estado de São Paulo.

Ruiz e Rangel (1954), analisando amostras de trematódeos de répteis depositadas na antiga coleção helmintológica do Instituto Butantã, relataram a ocorrência de três espécies de parasitas em crocodilianos no Brasil. Tal relato apresentou dois espécimes de *C. hollyi* coletados em intestino delgado de *C. crocodilus*, proveniente de Rio Preto, SP e dois espécimes *P. constrictum* encontrados em intestino delgado de um hospedeiro identificado apenas como “*Caiman* sp” (sem determinação da procedência do hospedeiro). Além disso, os autores descreveram *Pseudoneodiplostomum brasiliensis* encontrado em intestino delgado de um *Caiman* sp. (sem determinação do local, apenas “Brasil”). Este último, sendo posteriormente considerado uma sinonímia de *P. medusae*.

Magalhães Pinto e Barbosa (1972) redescreveram *Multicaecum agile*, encontrado em estômago de *C. latirostris*, proveniente do Morro Agudo, Estado de São Paulo, como novo hospedeiro para este nematódeo. Posteriormente, Sprent (1979a) revê este material e insere

*M. agile* no gênero *Brevimulticaecum*, apresentando assim, *Brevimulticaecum pinto* em homenagem ao Dr. Roberto Magalhães Pinto.

Gomes e Pinto (1978) apresentaram os resultados referentes ao estudo de helmintos coletados na Região Amazônica, em 1968, e relataram a ocorrência de *Pachypsolus sclerops* em intestino grosso de um exemplar de *Paleosuchus palpebrosus*, encontrados no Estado do Pará. No trabalho, não há relato do número de hospedeiros analisados (possivelmente apenas um) ou do número de helmintos analisados (devido ao resultado morfométrico apresentado, é possível que mais de um exemplar foi analisado).

Em revisão do gênero *Terranova*, Sprent (1979b) analisou diferentes espécies e assinala a ocorrência de *Terranova lanceolata* (Nematoda) em estômago de *M. niger* proveniente do Rio Trombetas, Estado do Pará. No mesmo ano, Sprent (1979a) analisou amostras de nematódeos, depositadas no Museu de História Natural de Viena, encontradas em estômago de *M. niger*, proveniente do Rio Madeira, Estado do Amazonas, e descreveu *Brevimulticaecum gibsoni*.

Vicente e Jardim (1980) apresentaram uma revisão dos filarídeos depositados na coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz e relataram a ocorrência de *O. bacillaris* e *M. vazi*, ambos coletados em *C. crocodilus* provenientes do trabalho de Travassos (1933c).

O material coletado por Natterer foi posteriormente, também, analisado por Ostrowski de Núñez (2003), sendo identificados sete diferentes gêneros de trematódeos em duas espécies de hospedeiros, provenientes do Estado do Mato Grosso. Em *M. niger* foram observados: *Caballerotrema* sp., *Echinostoma* sp., e *Stephanoprora nattereri* (Família Echinostomatidae). Adicionalmente, a autora relatou a ocorrência de possivelmente *Phohemistomum* sp. e *Acanthostomum* sp. Contudo, estes dois últimos estavam em péssimas condições de preservação e sua correta identificação pode estar comprometida. Já em *C. crocodilus* foram identificados os trematódeos: *Proctocaecum dorsale* e *Pseudotelorchis caimanis*, além do gênero *Stephanoprora* sp.

Catto e Amato (1993a), analisando indivíduos de *C. c. yacare*, provenientes do Pantanal-Matogrossense, Estado do Mato Grosso do Sul, descreveram *Proctocaecum dorsale*, além de redescreverem *C. marajoara*. Além disso, os autores apresentaram uma chave de identificação para o gênero *Caimanicola*. No mesmo ano, os autores descreveram as espécies *Pseudotelorchis caimanis* e *Pseudotelorchis yacarei* (CATTO e AMATO, 1993b) e no ano seguinte, *Proterodiplostomum breve*; *Proterodiplostomum globulare*, e observaram: *P. tumidilum*, *P. medusae*, *P. abbreviatum*, *H. caimanicola*, *C. hollyi* e *P. constrictum* (CATTO e AMATO, 1994a)

Catto e Amato (1994b) descrevem a comunidade de helmintos de *C. c. yacare* provenientes do Pantanal Mato-grossense, entre 1986 e 1989, onde foram analisados 64 hospedeiros adultos e subadultos (com comprimento corporal entre 60 e 117 cm), apresentando cerca de 23 espécies de helmintos, sendo 15 espécies de trematódeos, agrupados em 10 gêneros, além de uma espécie

de acantocéfalo e seis espécies de nematódeos (ver Quadro 3).

A análise de amostras fecais de criatórios comerciais, de cerca de 300 indivíduos de *C. latirostris* (entre filhotes, engorda e reprodução), provenientes do Estado do Rio de Janeiro, entre 2008 e 2009, revelou a presença de oocistos dos gêneros de *Eimeria* e *Isospora*, além de ovos de *Acanthostomun* e *Balantidium* (Trematoda), *Capillaria*, *Dujardinascaris* e *Strongyloides* (Nematoda) (BATISTA et al., 2011; 2012).

Brito et al. (2012), avaliando Pentastomídeos depositados na coleção helmintológica do Instituto de Biociência de Botucatu (Universidade Estadual de São Paulo), relataram a ocorrência de *Sebekia oxycephala* em pulmão, estômago e intestino de *C. c. yacare*, provenientes do Estado do Mato Grosso do Sul.

Através do abate experimental de cerca de 100 *M. niger*, provenientes do Estado do Amazonas, em dezembro de 2008, com indivíduos de 2,45 metros de comprimento total, em média (variação entre 2,1 a 2,8 metros), que pesavam, em média, 48 kg (variação entre 26 a 86 kg), em 67 animais foram observados nematódeos do gênero *Brevimulticaecum* (em úlceras gástricas). As alterações observadas foram as formações de granulomas, que se estendiam desde a camada submucosa até a camada muscular. No centro do granuloma havia parasitas associados a debris necróticos e infiltrado granulocítico (CARDOSO et al., 2013). Ademais, Cardoso et al. (2014) relataram a análise de tecido pulmonar destes indivíduos e em quatro (4 %) deles foram observados exemplares de *S. oxycephala*. Microscopicamente, havia fragmentos de parasitas e ovos envolvidos por infiltrado inflamatório, composto predominantemente por células gigantes tipo corpo estranho e perifericamente, o processo inflamatório era acompanhado por proliferação de tecido conjuntivo fibroso (os achados foram compatíveis com granuloma tipo corpo estranho em 28 indivíduos) (CARDOSO et al., 2013).

## Discussão

Através da análise da bibliografia disponível, observamos a helmintofauna de cinco das seis espécies de crocodilianos presentes no território brasileiro (exceto, *Paleosuchus trigonatus*), sendo composta por 26 gêneros de parasitas: 16 trematódeos (23 espécies), nove nematódeos (14 espécies) e uma espécie de acantocéfalo (ver Quadros 1 e 2).

Quadro 1: Lista de trematódeos parasitas encontrados em crocodilianos brasileiros (continua na próxima página).

<b>Helmintos</b>	<i>Cc</i>	<i>Cl</i>	<i>Cy</i>	<i>Mn</i>	<i>Pp</i>
<b>DIGENEA</b>					
Família Balantidiidae					
<i>Balantidium</i> sp.		X			
Família Clinostomidae					
<i>Odhneriotrema microcephala</i>	X				
Família Cyathocotylidae					
<i>Cyathocotyle brasilienses</i>	X		X		
Família Proterodiplostomidae					
<i>Cystodiplostomum hollyi</i>	X	X	X		
<i>Herpetodiplostomum caimancola</i>	X	X	X	X	
<i>Mesodiplostomum gladiolum</i>				X	
<i>Paradiplostomum abbreviatum</i>	X	X	X		
<i>Prolecithodiplostomum constrictum</i>	X	X	X		
<i>Proterodiplostomum medusae</i>	X		X		
<i>Proterodiplostomum tumidulum</i>	X		X		
<i>Proterodiplostomum breve</i>			X		
<i>Proterodiplostomum globulare</i>			X		
<i>Proterodiplostomum longum</i>	X			X	X
Família Echinostomatidae					
<i>Echinostoma</i> sp.				X	
<i>Stephanoprora jacaretinga</i>	X		X		
<i>Stephanoprora nattereri</i>				X	
<i>Stephanoprora</i> sp.	X				
<i>Caballerotrema</i> sp.				X	
Família Pachypsolidae					
<i>Pachypsolus sclerops</i>	X		X		X
Família Cryptogonimidae					
<i>Acanthostomum scyphocephalum</i>	X				

<i>Caimanicola marajoara</i>	X	X
<i>Proctocaecum dorsale</i>	X	X
<i>Acanthostomum</i> sp.		X
Família Pseudotelorchis		
<i>Pseudotelorchis caimanis</i>	X	X
<i>Pseudotelorchis yacarei</i>	X	X

Legenda: Cc = *Caiman crocodilus*; Cl = *Caiman latirostris*; Cy = *Caiman yacare*; Mn = *Melanosuchus niger*; Pp = *Paleosuchus palpebrosus*.

Quadro 2: Nematódeos e acantocéfalo parasitas descritos em crocodilianos brasileiros (continua na próxima página).

Helmintos	Cc	Cl	Cy	Mn
<b>Família Anisakidae</b>				
<i>Teranova lanceolata</i>				X
<b>Família Ascarididae</b>				
<i>Ortleppascaris alata</i>			X	
<b>Família Heterocheilidae</b>				
<i>Brevimulticaecum baylisi</i>	X		X	X
<i>Brevimulticaecum gibsoni</i>				X
<i>Brevimulticaecum pintoii</i>	X	X		
<i>Brevimulticaecum stekhoveni</i>	X		X	X
<i>Brevimulticaecum</i> sp.				X
<i>Dujardinascaris longispicula</i>	X		X	
<i>Dujardinascaris chabaudi</i>			X	
<i>Dujardinascaris paulista</i>	X			
<i>Dujardinascaris</i> sp.		X		
<b>Família Philometridae</b>				
<i>Micropleura vazi</i>	X		X	
<i>Micropleura</i> sp.	X			
<b>Família Sebekidae</b>				
<i>Sebekia oxycephala</i>			X	X

<i>Sebexia</i> sp.	X	
<b>Família Onchocercidae</b>		
<i>Oswaldofilaria bacillaris</i>	X	X
<b>Família Trichinellidae</b>		
<i>Capillaria</i> sp.	X	X
<b>Família Strongyloididae</b>		
<i>Strongyloides</i> sp.	X	
<b>Acantocéfalo</b>		
<b>Família Polyacanthohynchidae</b>		
<i>Polyacanthorhynchus rhopalorhyncgus</i>		X

Legenda: Cc = *Caiman crocodilus*; Cl = *Caiman latirostris*; Cy = *Caiman yacare*; Mn = *Melanosuchus niger*.

O hospedeiro com maior quantidade de parasitas descritos, foi *C. yacare*, com 24 espécies distribuídas, em 11 gêneros de trematódeos, seis gêneros de nematódeos e apenas um acantocéfalo (CATTO e AMATO, 1993a, b; 1994 a, b; BRITO et al., 2012) (Quadro 3). Porém, esta espécie é também a mais estudada, fato este constatado quando se observa as análises ecológicas de seus helmintos, principalmente pelo maior número de hospedeiros analisados, provenientes de regiões do Pantanal Sul Mato-grossense. Tal esforço, por parte dos autores citados, nos proporcionou uma melhor observação sobre a distribuição destes helmintos neste hospedeiro e muito contribuiu para o entendimento de sua helmintofauna.

Quadro 3: Lista de helmintos registrados em *Caiman yacare* no Brasil (continua na próxima página).

<b>Espécies</b>	<b>Fontes</b>
<i>Cyathocotyle brasilienses</i>	Catto e Amatto (1994b)
<i>Cystodiplostomum hollyi</i>	Catto e Amatto (1994a, b)
<i>Herpetodiplostomum caimancola</i>	Catto e Amatto (1994b)
<i>Paradiplostomum abbreviatum</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Prolecithodiplostomum constrictum</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Proterodiplostomum breve</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Proterodiplostomum globulare</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Proterodiplostomum medusae</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Proterodiplostomum tumidulum</i>	Catto e Amatto (1994 a, b)
<i>Stephanoprora jacaretinga</i>	Catto e Amatto (1994a)
<i>Pachysolus sclerosus</i>	Catto e Amatto (1994b)



<i>Caimanicola marajoara</i>	Catto e Amato (1993a, b)
<i>Proctocaecum dorsale</i>	Catto e Amato (1993 a, b)
<i>Pseudotelorchis caimanis</i>	Catto e Amato (1993b, 1994b)
<i>Pseudotelorchis yacarei</i>	Catto e Amato (1993b, 1994b)
<i>Sebekia oxycephala</i>	Brito et al. (2012)
<i>Brevivulticaecum stekhovem</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Brevimulticaecum baylisi</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Dujardinascaris longispicula</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Dujardinascaris chabaudi</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Ortleppascaris alata</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Micropleura vazi</i>	Catto e Amato (1994b)
<i>Capillaria</i> sp.	Catto e Amato (1994b)
<i>Polyacanthorhynchus rhopalorhyncgus</i>	Catto e Amato (1994b)

Para *C. crocodilus*, há 23 espécies descritas de parasitas (ver Quadro 4), agrupadas em 12 gêneros de trematódeos e cinco gêneros de nematódeos. Embora note-se muitas referências bibliográficas, algumas remontando o século XIX, grande parte dos relatos é pontual, apresentando a análise de poucos animais, na sua maioria.

Quadro 4: Lista de helmintos registrados para *Caiman crocodilus* no Brasil (continua na próxima página).

<b>Espécies</b>	<b>Fontes</b>
<i>Odhneriotrema microcephala</i>	Travassos (1922); Travassos (1928)
<i>Cyathocotyle brasilienses</i>	Ruiz e Leão (1943)
<i>Cystodiplostomum hollyi</i>	Dubois (1936); Ruiz e Rangel (1954)
<i>Herpetodiplostomum caimancola</i>	Dubois (1936); Dubois (1938)
<i>Paradiplostomum abbreviatum</i>	Brandes (1888); Dubois (1936); Dubois (1938)
<i>Prolecithodiplostomum constrictum</i>	Dubois (1936); Dubois (1938); Dubois (1953)
<i>Proterodiplostomum medusae</i> *	Dubois (1936); Dubois (1938)
<i>Proterodiplostomum tumidulum</i>	Dubois (1936); Dubois (1938)
<i>Proterodiplostomum longum</i>	Dubois (1936)
<i>Proctocaecum dorsale</i>	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Stephanoprora jacaretinga</i> **	Freitas e Lent (1938)
<i>Stephanoprora</i> sp.	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Pachysolus sclerops</i>	Travassos (1922); Travassos (1928)
<i>Acanthostomum scyphocephalum</i>	Ostrowski de Nuñez (1986)
<i>Caimanicola marajoara</i>	Freitas e Lent (1938a); Ostrowski de Nuñez (1984)

<i>Pseudotelorchis caimanis</i>	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Pseudotelorchis yacarei</i>	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Dujardinia longispicula</i>	Travassos (1933a)
<i>Dujardinia paulista</i>	Travassos (1933a)
<i>Brevimulticaecum baylisi</i>	Travassos (1933a)
<i>Brevimulticaecum pintoii</i>	Sprent (1979a)
<i>Brevimulticaecum stekhoveni</i>	Sprent (1979a)
<i>Oswaldofilaria bacillaris</i>	Travassos (1933c); Vicente e Jardim (1980)
<i>Micropleura vazi</i>	Travassos (1933c); Vicente e Jardim (1980)
<i>Sebekia</i> sp.	Travassos et al. (1939); Travassos e Freitas (1940)
<i>Micropleura</i> sp.	Travassos et al. (1939)

Os hospedeiros *C. latirostris* e *M. niger* apresentam um número parecido de helmintos. No primeiro, são observados 10 gêneros, sendo seis trematódeos e quatro nematódeos (Quadro 5), enquanto para o segundo, nove gêneros, dos quais seis são trematódeos e três são nematódeos (ver Quadro 6).

Quadro 5: Lista de helmintos registrados para *Caiman latirostris* no Brasil.

<b>Espécies</b>	<b>Fontes</b>
<i>Cystodiplostomum hollyi</i>	Dubois (1948)
<i>Herpetodiplostomum caimancola</i>	Dollfus (1935)
<i>Brevemulticaecum pintoii</i>	Magalhães Pinto e Barbosa (1972); Sprent (1979a)
<i>Acanthostomum</i> sp.	Batista et al. (2011, 2012)
<i>Balantidium</i> sp.	Batista et al. (2011, 2012)
<i>Capillaria</i> sp.	Batista et al. (2011, 2012)
<i>Dujardinascaris</i> sp.	Batista et al. (2011, 2012)
<i>Strongyloides</i> sp.	Batista et al. (2011, 2012)

Quadro 6: Lista de helmintos registrados para *Melanosuchus niger* no Brasil

<b>Espécies</b>	<b>Fontes</b>
<i>Herpetodiplostomum caimancola</i>	Dubois (1936)
<i>Mesodiplostomum gladiolum</i>	Dubois (1938); Dubois (1953)
<i>Proterodiplostomum longum</i>	Dubois (1938); Dubois (1953); Ruiz e Rangel (1954)
<i>Caballerotrema</i> sp.	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Echinostoma</i> sp.	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Stephanoprora nattereri</i>	Ostrowski de Nuñez (2003)
<i>Terranova lanceolata</i>	Sprent (1979b)
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	Cardoso et al. (2013)
<i>Sebekia oxycephala</i>	Cardoso et al. (2014)

Das cinco espécies de crocodilianos hospedeiros relatadas no Brasil, a que tem uma menor quantidade de helmintos é *P. palpebrosus* (Quadro 7), com os trematódeos *P. sclerops* e *P. longum* registrados.

Quadro 7: Lista de helmintos registrados para *Paleosuchus palpebrosus* no Brasil.

<b>Espécies</b>	<b>Fontes</b>
<i>Pachysolus sclerops</i>	Gomes e Pinto, 1978
<i>Proterodiplostomum longum</i>	Dubois (1936, 1953)

Nenhuma espécie parasitária reportada no presente trabalho é compartilhada pelas cinco espécies de crocodilianos brasileiros (Quadros 1 e 2). Apenas *H. caimancola* (Figura 1a) é compartilhada por quatro dos cinco hospedeiros (exceto em *P. palpebrosus*) (DOLLFUS, 1935; DUBOIS, 1936, 1938; CATTO e AMATO, 1994b) e apenas cinco trematódeos - *C. hollyi* (Figura 1b); *P. abbreviatum* (Figura 1c); *P. constrictum*; *P. longum*; *P. sclerops* - e dois nematódeos (*B. baylisi* e *B. steknoveni*) compartilham três diferentes hospedeiros.

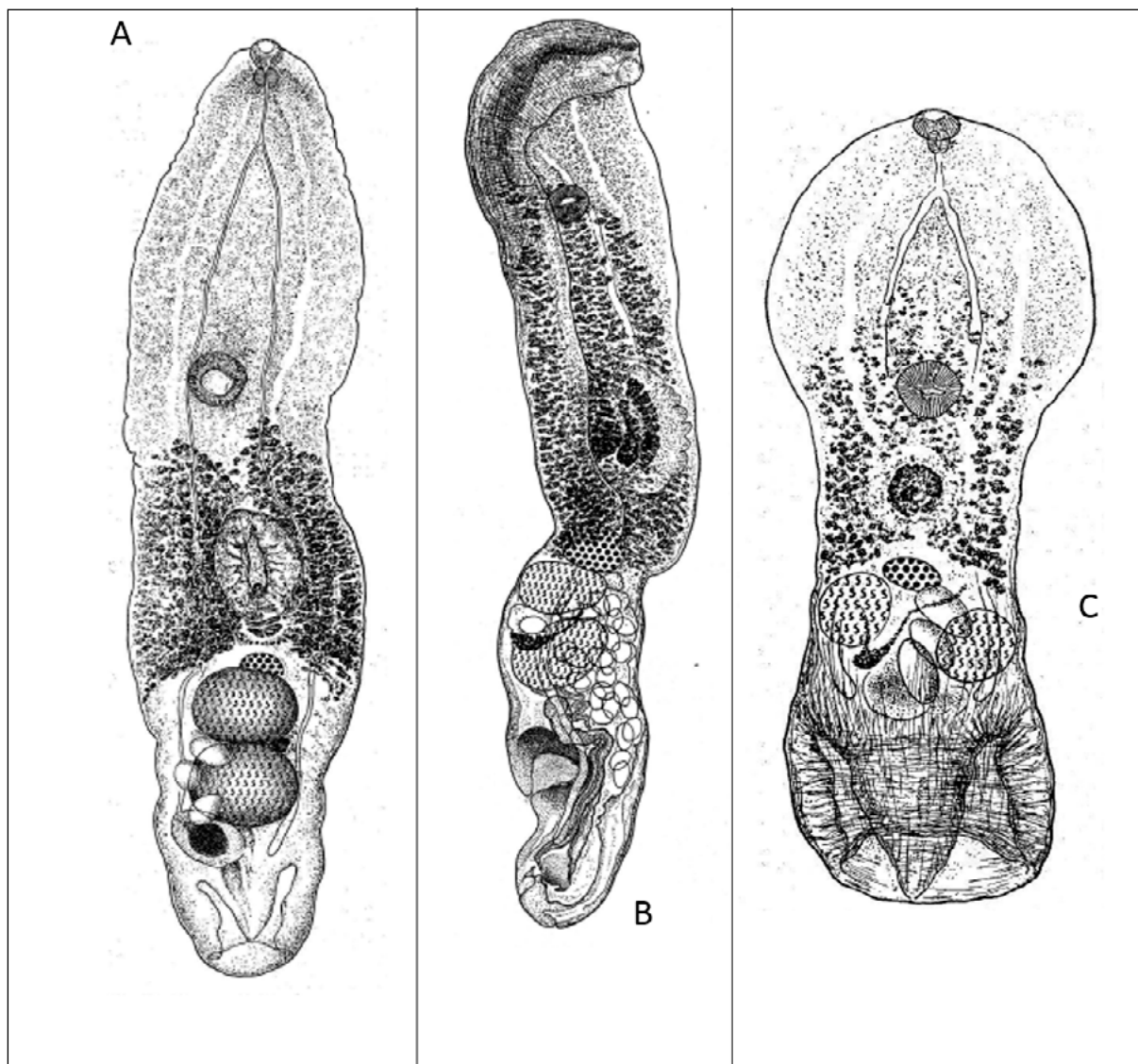


Figura 1: A – *Herpetodiplostomum caimancola*; B – *Cystodiplostomum holly*; C – *Paradiplostomum abbreviatum*. Fonte: Dubois (1936).

## Considerações Finais

Um fato de extrema importância que chama a atenção pela escassez de relatos na literatura nacional, são os estudos sobre o real impacto dos parasitas sobre os hospedeiros. Nota-se apenas dois artigos que descrevem as lesões decorrentes da ação dos parasitas em indivíduos de *M. niger*, no Estado do Amazonas, estudados por Cardoso et al. (2013, 2014).

Embora muito já tenha sido descrito sobre a helmintofauna em crocodilianos brasileiros, este terreno ainda permanece fértil, sob o ponto de vista de novas descobertas, uma vez que novos trabalhos são necessários, apresentando diferentes abordagens, em diversos campos, especialmente, nas áreas da taxonomia clássica descritiva, ecologia e genética parasitária.

Ainda, pode-se associar lesões aos parasitas ou ainda a união de todas essas áreas, o que nos permitiria observar estes hospedeiros sob uma ótica multidisciplinar, que não somente aumenta o conhecimento sobre os indivíduos e suas interações, como também, nos proporciona uma visão mais ampla da saúde ambiental em que estes hospedeiros são encontrados.

## Agradecimentos

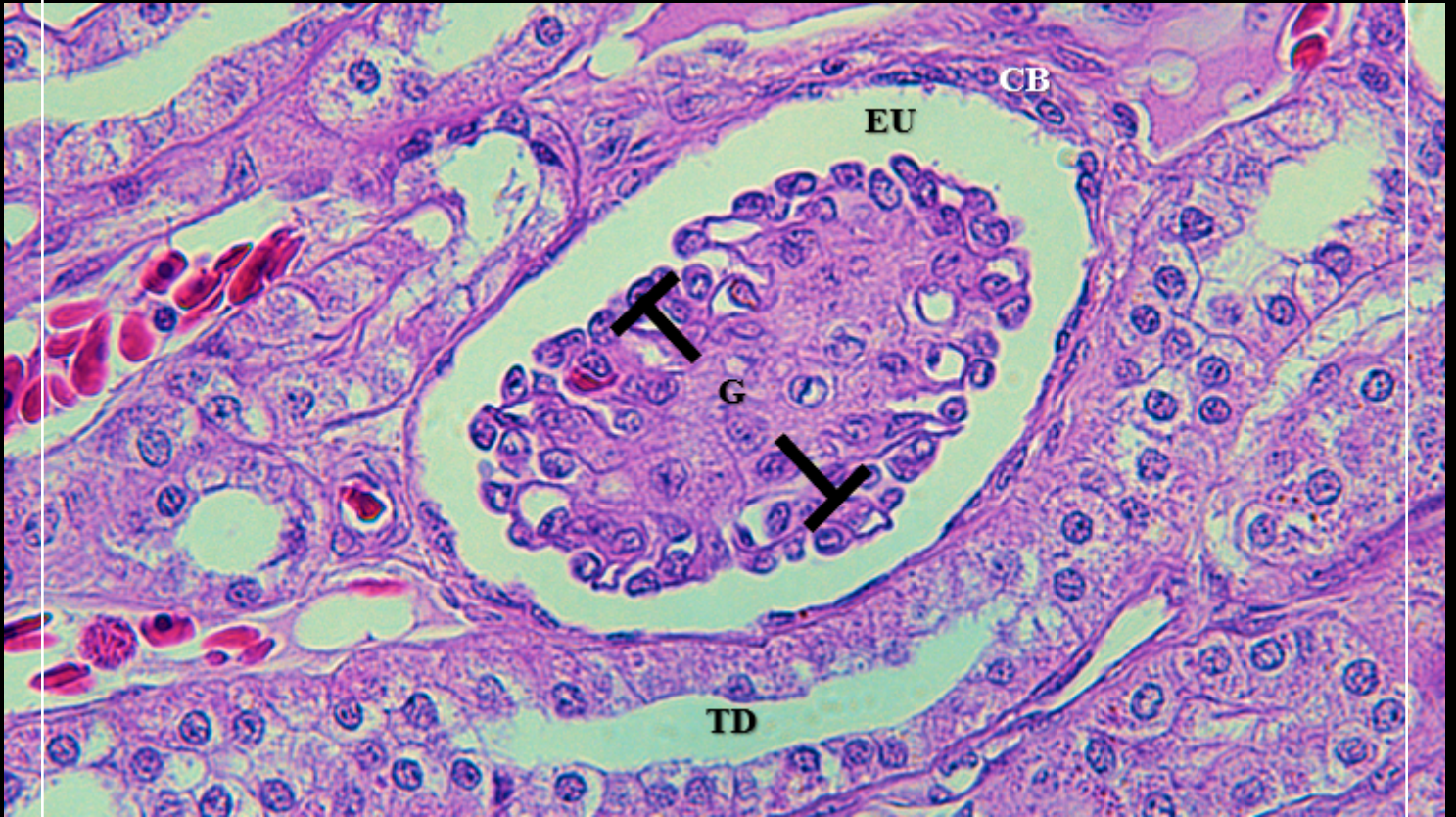
Os autores agradecem à Dra. Paula Baldassin pela revisão e sugestões ao longo da preparação do capítulo, ao Prof. Dr. Marcelo Fukuda e à Sra. Dione Seripierri e sua equipe (Biblioteca do Museu de Zoologia da USP), pela imprescindível e incansável ajuda com as referências bibliográficas.

## Referências

- BATISTA, A. M. B.; DA COSTA PEREIRA, M. A. V.; VITA G. F.; BARROS, S. C. W.; BARBOSA, C. G. Coproparasitological diagnosis of olligators (*Caiman latirostris* Daudin, 1802) commercially raised in Rio de Janeiro. *ARS Veterinaria*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 102-110, 2011.
- BATISTA, A. M. B.; DA COSTA PEREIRA, M. A. V.; VITA, G. F.; BARBOSA, C. G.; SILVA, A. I. M.; BARROS, S. C. W.; MAGALHÃES, A. R.; FREITAS, J. P. Levantamento qualitativo de gêneros de parasitas em amostras fecais de jacaré criados comercialmente em sistema fechado no Estado do Rio de Janeiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n. 10, p. 1045-1049, 2012.
- BRANDES, G. Die Familie der Holostomeae. Ein Prodrömus zu einer Monographie derselben. (Disertação) Reudnitz-Leipzig, 1888.
- BRITO, S. V.; ALMEIDA, W. O.; ANJOS, L. A.; SILVA, R. J. New host records of Brazilian pentastomid species. *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, n. 2, p. 393-396, 2012.
- CARDOSO, A. M. C.; DE SOUZA, A. J. S.; MENEZES, R. C.; PEREIRA, W. L. A.; TORTELLY, R. Gastric Lesions in Free-Ranging Black caimans (*Melanosuchus niger*) Associated with *Brevimulticaecum* Species. *Veterinary Pathology*, v. 50, n. 4, p. 582-584, 2013.
- CARDOSO, A. M. C.; DE SOUZA, A. J. S.; MENEZES, R. C.; PEREIRA, W. L. A.; TORTELLY, R. Lesões pulmonares associadas ao parasitismo por *Sebekia oxycephala* (Pentastomida) em jacarés-açu (*Melanosuchus niger* Spix, 1825) oriundos de vida livre na Amazônia brasileira. *Pesquisa veterinária Brasileira*, v. 34, n. 10, p. 1002-1006, 2014.
- CATTO, J. B.; AMATO, J. F. R. Digenetic trematodes (Cryptogonimidae, Acanthostominae) parasites of the Caiman, *Caiman crocodilus yacare* (Reptillia, Crocodylia) from the Pantanal Mato-grossense, Brazil, with the description of the new species. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 88, n. 3, p. 435-440, 1993a.

- CATTO, J. B.; AMATO, J. F. R. Two new species of *Pseudotelorchis* (Digenea, Telorchidae) parasites of the Caiman, *Caiman crocodilus yacare* (Reptilia, Crocodylia) from the Pantanal Mato-Grossense, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 88, n. 4, p. 561-566, 1993b.
- CATTO, J. B.; AMATO, J. F. R. Proterodiplostome parasites (Digene, Proterodiplostomidae) of the Caiman, *Caiman crocodilus yacare* (Reptilia, Crocodylia) in the Pantanal-Mato-Grossense, Brazil, with the description of two new species. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 89, n. 4, p. 539-551, 1994a.
- CATTO, J. B.; AMATO, J. F. R. Helminth Community structure of the Caiman, *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) in the Brazilian “Pantanal”. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 3, n. 2, p. 109-118, 1994b.
- DUBOIS, G. Les Diplostomes de reptiles (Trematoda: Proterodiplostomidae nov. fam.) du Mesée de Vienne. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles, v. 61, p. 5-80, 1936.
- DUBOIS, G. Liste systématique des Strigeidés du Brésil et du Venezuela. In: Livro Jubilar Professor Lauro Travassos. Rio de Janeiro, 1938. p. 145-155.
- DUBOIS, G. Sur trois diplostomes de crocodiliens (Trematoda; Strigeida. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, v.23, n.1-2, p. 5-13, 1948.
- DUBOIS, G. Systématique des Strigeida: Complément de la monographie. Mémoires de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles, 8:1-141, 1953.
- FREITAS, J. F. T.; LENT, H. Pesquisas helminthológicas realizadas no Estado do Pará, II. Dois novos trematódeos de *Caiman sclerops* Gray. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 33, n. 1, p. 53-59, 1938.
- GOMES, D. C.; PINTO, R. M. Contribuição ao conhecimento da fauna Helminológica da Região Amazônica- Trematódeos. Acta da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro, v. 19, p. 43-46, 1978.
- MAGALHÃES PINTO, R.; BARBOSA, M. A. Da ocorrência de *Multicaecum agile* (Wedl., 1862) Baylis, 1923 no Brasil (Nematoda: Ascaridoidea). Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 125-127, 1972.
- OSTROWSKI DE NUÑEZ, M. Digenean trematodes of crocodiles collected by Johann Natterer in Brazil, deposited in the Natural History Museum, Vienna. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 104 b, p. 399-413, 2003.
- OSTROWSKI DE NUÑEZ, M. Redescrición de *Acanthostomum marajoarum* (Freitas y Lent, 1938) Hughes, Higginbotham y Clary, 1941, (Trematoda) sobre los ejemplares originales. Physis (Buenos Aires), sección B, v. 42, n. 102, p. 25-27, 1984a.
- RUIZ, J. M.; LEÃO, A. T. Notas helmintológicas 6. “*Cyathocotyle brasiliensis*” n. sp.

- (Trematoda, Cyathocotylidae), parasito de “*Caiman sclerops*” (Gray) do Brasil. Revista brasileira de biologia, v. 3, n. 2, p. 191-198, 1943.
- RUIZ, J. M.; RANGEL, J. M. Estrigêidas de répteis brasileiros. Memórias do Instituto Butantan, v. 26, p. 257-278, 1954.
- SPRENT, J. F. A. Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles: *Multicaecum* and *Brevicaecum*. Journal of Helminthology, v. 53, p. 91-116, 1979a.
- SPRENT, J. F. A. Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles: *Terranova*. Journal of Helminthology, v. 53, p. 265-282, 1979b.
- TRAVASSOS, L. Informações sobre a fauna helminthologica de Matto Grosso. A folha Médica, v. , n. p. 187-190, 1922.
- TRAVASSOS, L. Fauna helminthologica de Matto Grosso. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 21, p. 309-154, 1928.
- TRAVASSOS, L. Sobre os Ascaridoidea parasitas dos crocodilianos Sulamérica. Na. Acad. Brasileira de Ciências, 5(3): 153-163, 1933a.
- TRAVASSOS, L. Filarides des crocodiles sud-américains. C. R. Soc. Biol. Paris (Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie Paris), v. 114, p. 833-834, 1933b.
- TRAVASSOS, L. Sobre os filarideos dos crocodillos Sul-americanos. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 27, n. 2, p. 159-168, 1933c.
- TRAVASSOS, L. Filarides des crocodiles sud-américains. C. R. Soc. Biol. Paris (Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie Paris) 113: 218-219, 1933d.
- TRAVASSOS, L., TEIXEIRA DE FREITAS, J. T. Relatório da excursão científica realizada na zona da estrada de ferro Noroeste do Brasil em julho de 1939. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 35, n. 3, p. 525-556, 1940.
- TRAVASSOS, L.; TEIXEIRA DE FREITAS e LENT. II Pesquisas helmintológicas. Boletim biológico, v. 4, n. 2, p. 220-249, 1939.
- VIANA, L. Tentativa de catalogação das espécies brasileiras de trematódeos. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 17, p. 95-227, 1924.
- VICENTE, J. J.; JARDIM, C. R. Filarídeos da coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz. I. Peixes, anfíbios e répteis. Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro, v. 21, p. 47-57, 1980.



15

Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira

## HISTOLOGIA DE CROCODILIANOS

Leonardo Lima Gorza, Fernanda de Toledo Vieira



## Introdução

Histologia, ou anatomia patológica, é a parte da medicina veterinária que foca no estudo da morfologia dos animais e associa estruturas específicas à sua função, através do exame descritivo das células normais do corpo e do seu conteúdo e produtos (SAMUELSON, 2007).

A histologia é uma ciência praticada há vários anos. Para se ter ideia, os primeiros microscópios foram construídos entre os anos de 1500 e 1600 (TITFORD, 2006) e uma análise histológica crítica e detalhada de tecidos anormais foi introduzida pelo médico alemão Rudolf Virchow (1821-1902), com o uso de uma objetiva acromática para microscópio óptico (CHEVILLE, 2004). Ao longo dos anos, o progresso em outras áreas da medicina veterinária como patologia, fisiologia e imunologia, além do surgimento de outras técnicas, a imunohistoquímica, por exemplo, amplificaram o estudo e a associação da histologia com esses outros campos.

## Importância da Histologia na Prática Médica

Uma área da medicina ligada diretamente a histologia é a patologia (*pathos*: doença; *logos*: estudo), que como ciência, tem por objetivo entender o processo da doença a partir da análise das células, tecidos, órgãos e fluidos corporais. A identificação de uma doença a partir do estudo das alterações morfológicas dos órgãos e tecidos, é considerado o mais antigo método de diagnóstico da medicina (WERNER, 2011).

Que órgão é esse? Quais são esses tipos celulares? O que é normal e anormal neste tecido? O que é lesão com e sem significado nesse fragmento? Será que nessa espécie as células são normais? Esses e outros questionamentos muitas vezes surgem ao realizar o exame microscópico de um tecido. A partir do conhecimento histológico prévio, o médico veterinário patologista deve saber identificar o órgão e julgar se o tecido avaliado está normal ou anormal, o que permite estabelecer o diagnóstico de diversas lesões.

Conhecer as particularidades anatômicas, fisiológicas e histológicas de diferentes espécies é algo primordial para o patologista. Um exemplo prático seria uma análise comparativa entre o fígado do cão e do crocodilo. Ao examinar microscopicamente o fígado de um crocodiliano, o patologista irá visualizar uma quantidade variada de macrófagos pigmentados, denominados melanomacrófagos, células normais da histologia hepática desses animais. No fígado dos canídeos, e de outros mamíferos, essas células não estão presentes, logo ao analisar uma secção histológica do fígado de um crocodiliano, essa condição poderia causar certa dúvida, caso o patologista não conheça essa particularidade.

## Coleta e armazenamento de amostras

Amostras para o exame histológico podem ser obtidas através de biópsia ou necropsia. Ao realizar uma necropsia, é importante elaborar uma lista dos órgãos que devem ser coletados, bem como, ter informações referentes ao intervalo desde a morte do animal, até a realização do exame, pois o estado avançado de decomposição compromete a avaliação histológica dos órgãos. Nos casos em que houver lesão macroscópica, é importante descrever o órgão acometido, realizar registro fotográfico e coletar, mesmo se não constar na lista prévia (MAXIE e MILLER, 2016).

A coleta e o armazenamento adequados das amostras é uma parte primordial da histotécnica e envolve pontos básicos e importantes como a escolha adequada do fixador e do recipiente. Os tecidos coletados e que serão submetidos ao processo de fixação por imersão, devem conter no máximo dois centímetros de espessura, para permitir a difusão gradual e completa do fixador, até a substituição completa dos líquidos naturais do tecido. A fixação de amostras grandes fica prejudicada nesse tipo de fixação (SAMUELSON, 2007). Após a coleta, os tecidos devem ser armazenados em recipientes adequados e que resistam à evaporação e o vazamento do fixador (MAXIE e MILLER, 2016), e antes de encaminhar o material para o laboratório, o mesmo deve ser identificado.

Na rotina laboratorial, a formalina tamponada 10% é o fixador padrão, considerado adequado para conservação de todos os tecidos (SAMUELSON, 2007; MAXIE e MILLER, 2016), numa proporção em que o volume do fixador exceda o volume da amostra em no mínimo 5:1 (SAMUELSON, 2007). É de extrema importância para o exame histológico que as amostras não sejam congeladas.

Em casos de necropsias realizadas em campo, é muito importante a equipe coletar e armazenar adequadamente os órgãos dos animais para que o exame histopatológico não fique prejudicado. Na ausência de formalina 10%, pode ser utilizado solução de álcool absoluto, porém, ao chegar no laboratório os tecidos devem ser imediatamente armazenados em formol.

## Atlas histológico dos principais órgãos de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*)

O Brasil é um país que abriga grandes populações de crocodilianos, seja em vida livre ou em cativeiro. O presente atlas (Figuras 1 a 43) aborda as características histológicas dos principais órgãos do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*).

Trata-se de uma fonte de pesquisa, contendo tecidos normais, fornecendo uma linha de base para patologistas que necessitem de um material básico para a avaliação histopatológica de jacarés.

Alguns sistemas como reprodutor e o nervoso não foram incluídos neste atlas, bem

como outros órgãos, devido à escassez de amostras adequadas para a publicação. Novos estudos estão sendo realizados a fim de melhorar a descrição, com o objetivo de auxiliar em futuras pesquisas e interpretações anatomopatológicas.

## Sistema Tegumentar

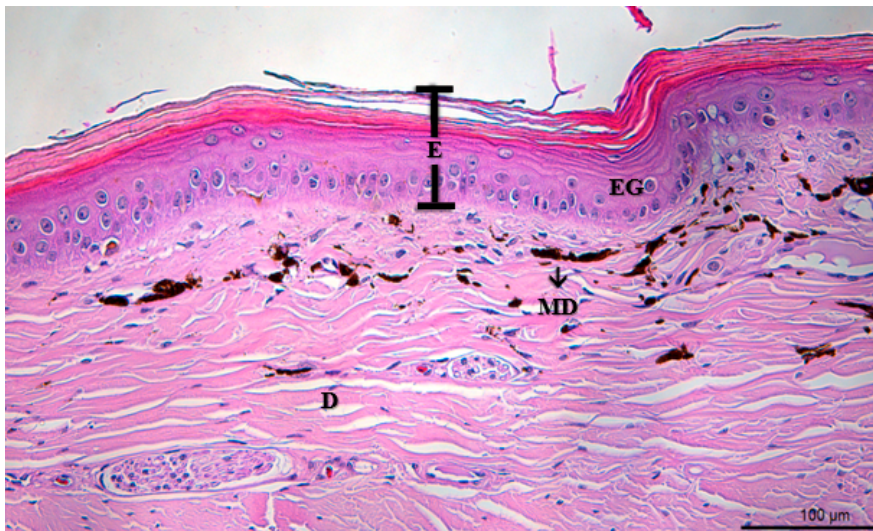


Figura 1: Pele de exemplar juvenil de *Caiman latirostris*. E - Epiderme; EG - Estrato Granuloso; D - Derme; MD - Melanóforos Dérmicos. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

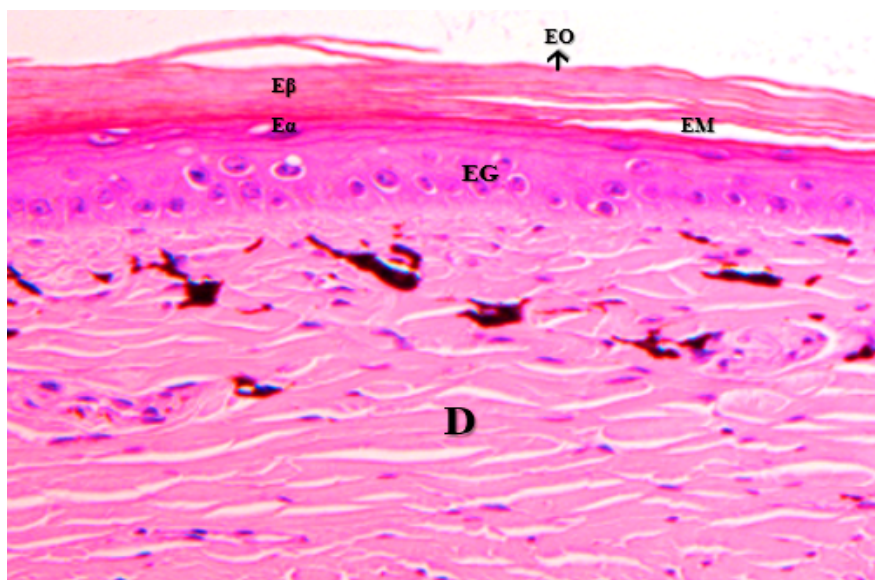


Figura 2: Pele de exemplar juvenil de *Caiman latirostris*. EO - Estrato *Oberhautchen*; Eβ - Estrato Beta; EM - Estrato Medial; Eα - Estrato Alfa; EG - Estrato Germinativo; D - Derme. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Cardiovascular

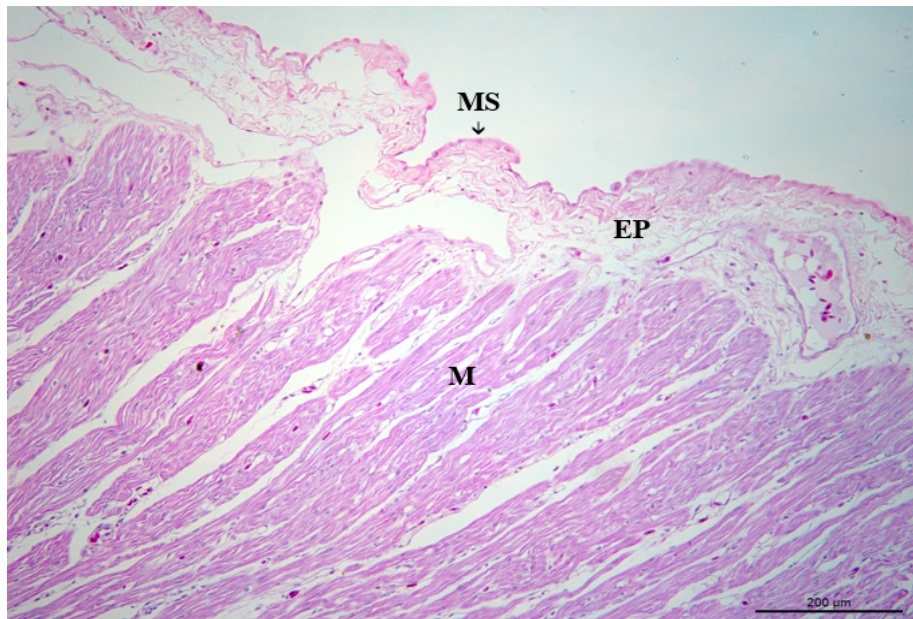


Figura 3: Coração de exemplar adulto de *Caiman latirostris*. MS - Mesotélio; EP - Epicárdio; M - Miocárdio. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

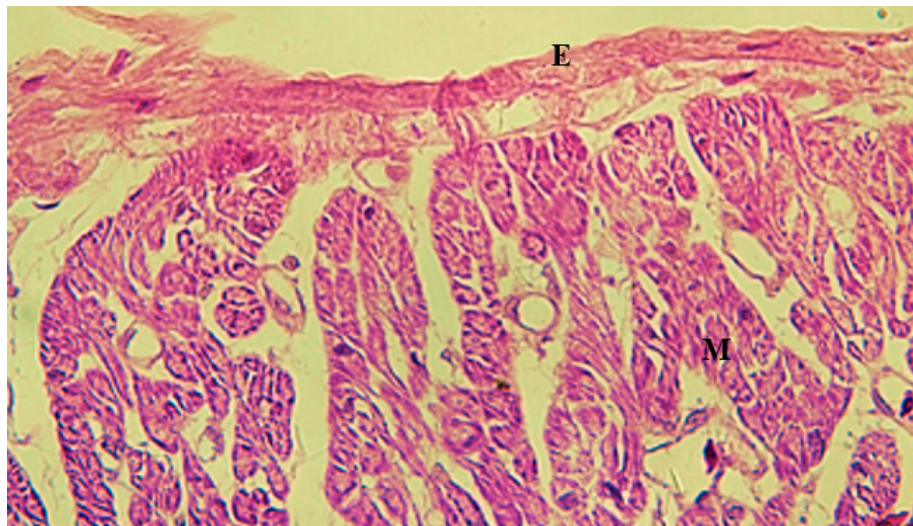


Figura 4: Coração de exemplar adulto de *Caiman latirostris*. E - Endocárdio; M - Miocárdio. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

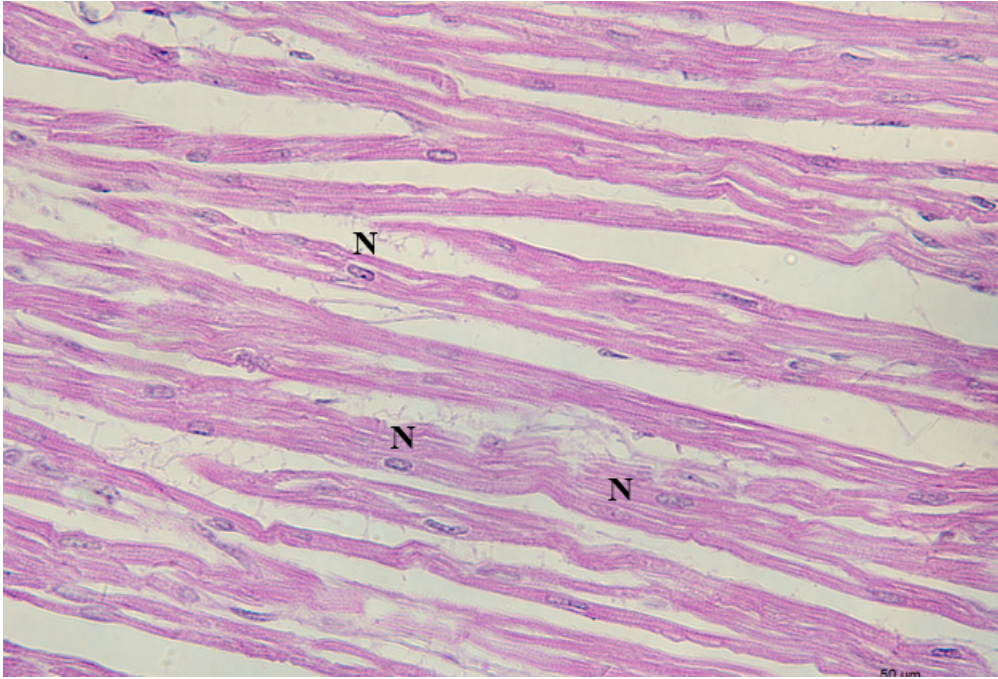


Figura 5: Miocárdio de *Caiman latirostris*. Notar fibras musculares cardíacas longitudinais com núcleo central (N). Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

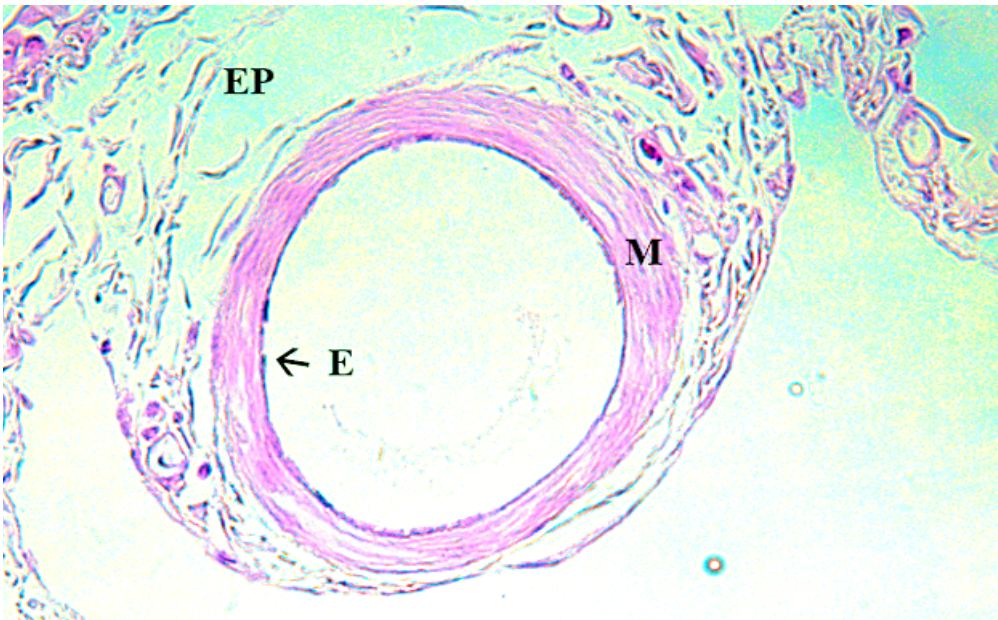


Figura 6: *Caiman latirostris*. Artéria Muscular. E - Células endoteliais achatadas da túnica íntima; EP – Epicárdio; M - Túnica Média. Nesse corte, a túnica adventícia ficou sobreposta ao tecido de sustentação circundante. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Respiratório

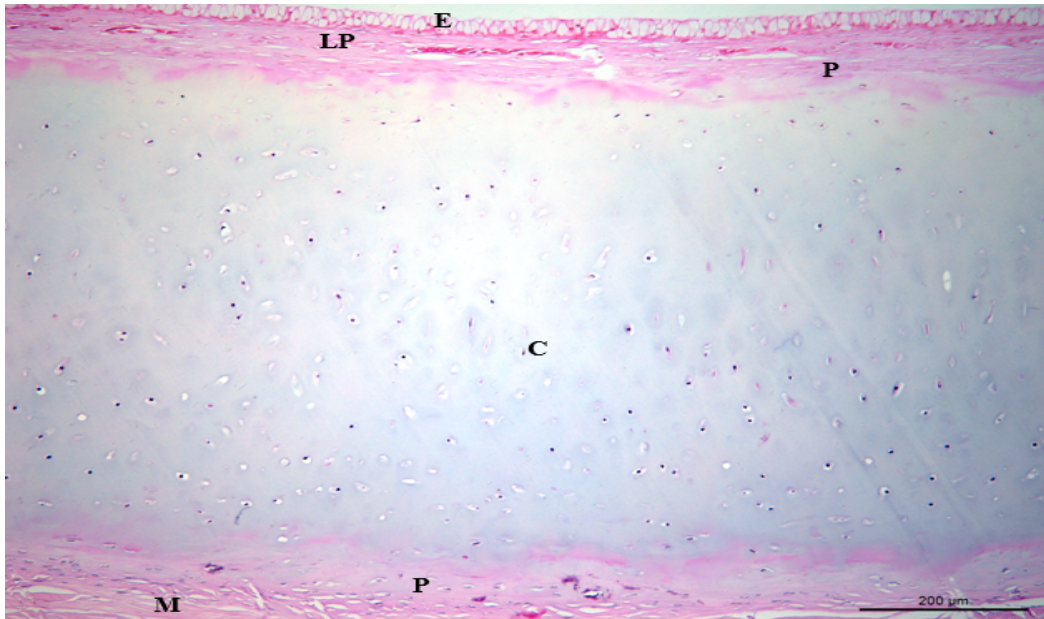


Figura 7: Traqueia de exemplar de adulto de *Caiman latirostris*. E - Epitélio Respiratório; LP - Lâmina Própria; P - Pericôndrio; C - Cartilagem; M - Músculo Traqueal. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

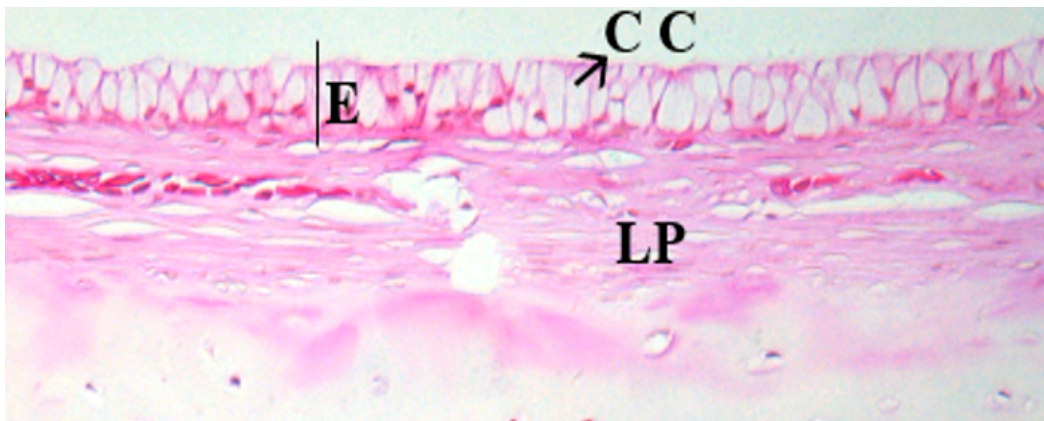


Figura 8: Traqueia de exemplar adulto de *Caiman latirostris*. E - Epitélio Respiratório; CC - Células Caliciformes; LP - Lâmina Própria. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

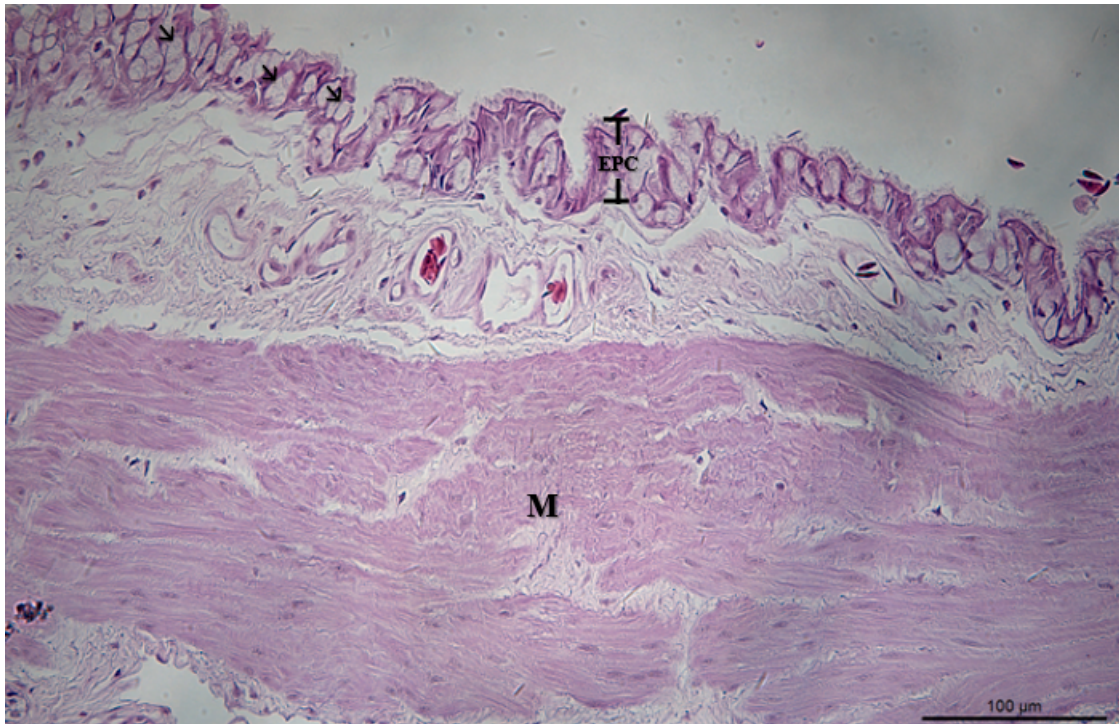


Figura 9: Pulmão. Via aérea de condução. Brônquio. EPC - Epitélio pseudoestratificado ciliado com células caliciformes (setas pretas); M - Músculo Bronquial. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

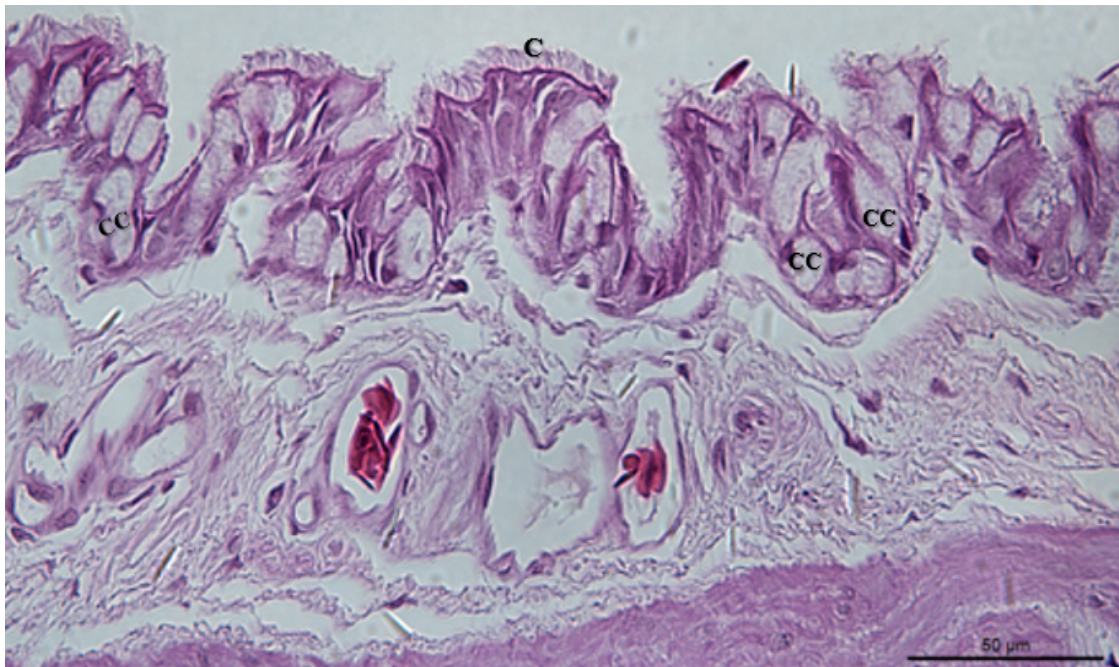


Figura 10: Pulmão. Via aérea de condução. Brônquio. C - Cílios; CC - Células Caliciformes. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

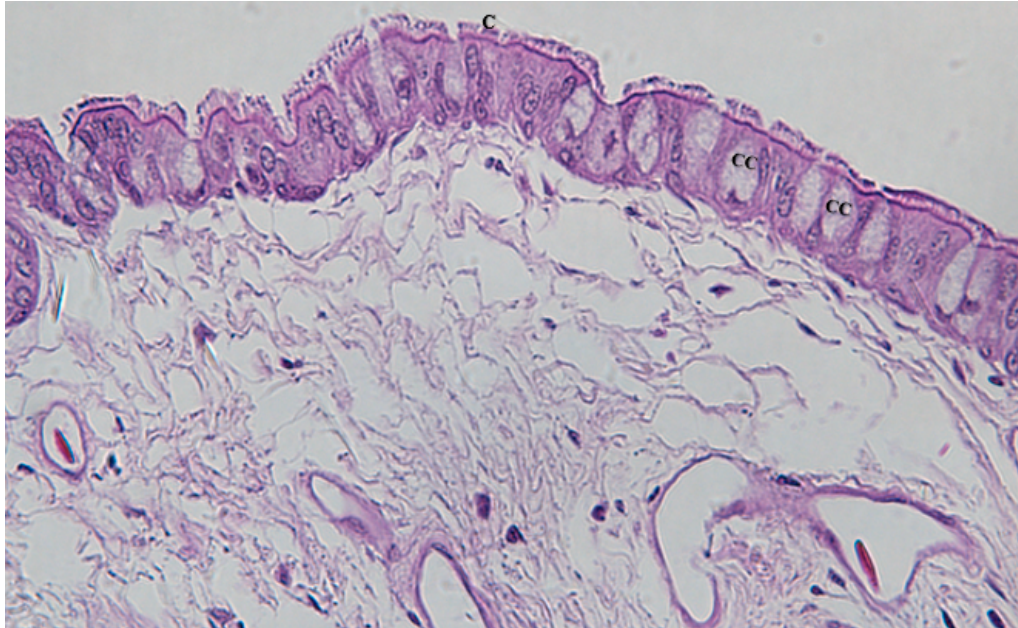


Figura 11: Pulmão. Via aérea de condução. Epitélio pseudoestratificado cilicado com células caliciformes. C - Cílios; CC - Célula Caliciforme (notar o menor número de células caliciformes). Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

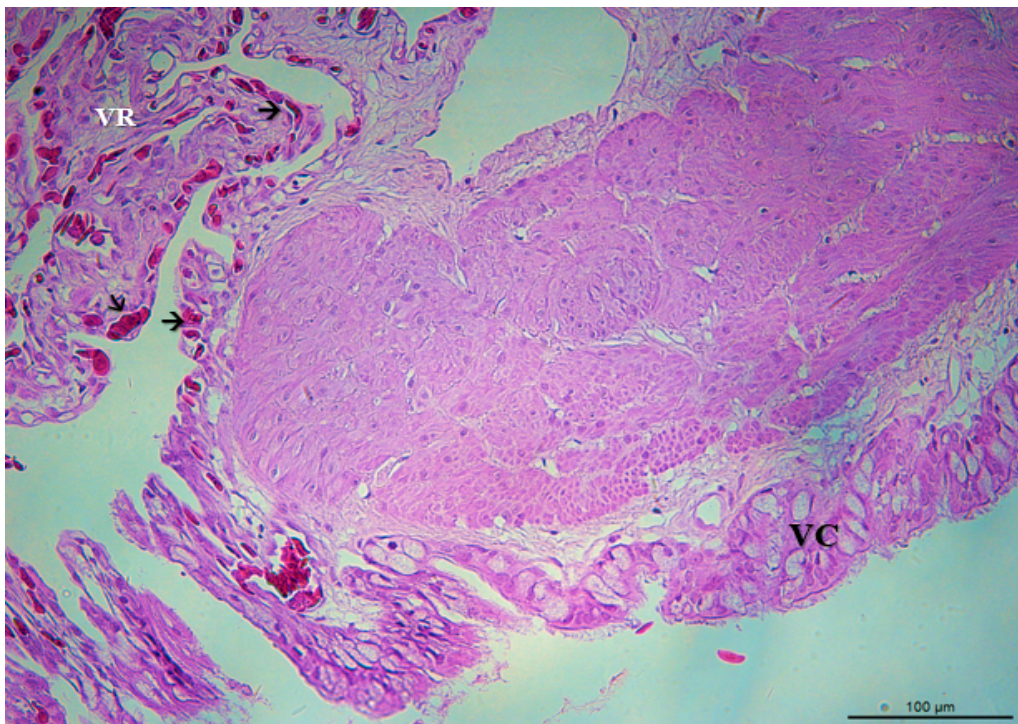


Figura 12: Pulmão. Região de transição entre via aérea de condução (VC) e via aérea respiratória (VR). Capilares sanguíneos mais superficiais na região respiratória (setas pretas). Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.



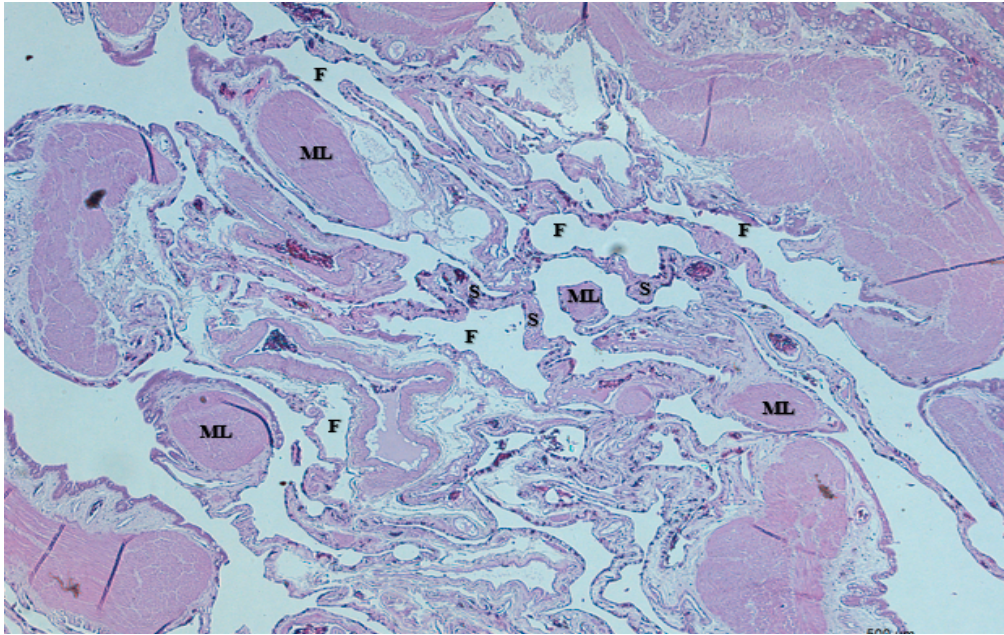


Figura 13: Pulmão. Via Respiratória. F - Faveolas; S - Septo de Tecido Conjuntivo; ML - Músculo Liso. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 5x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

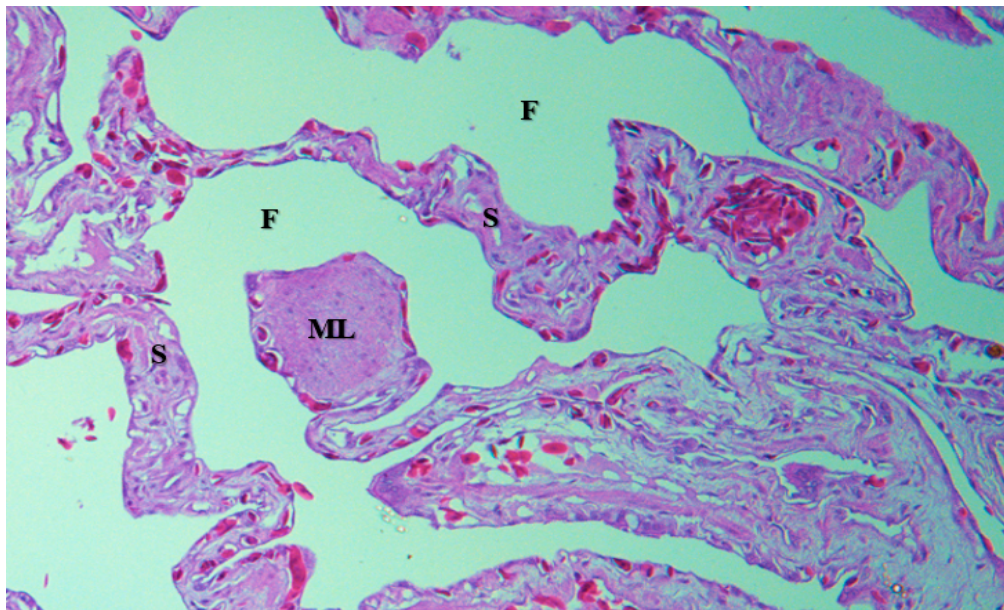


Figura 14: Pulmão. Via Respiratória. F - Faveolas; S - Septo de Tecido Conjuntivo; ML - Músculo Liso. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Digestório

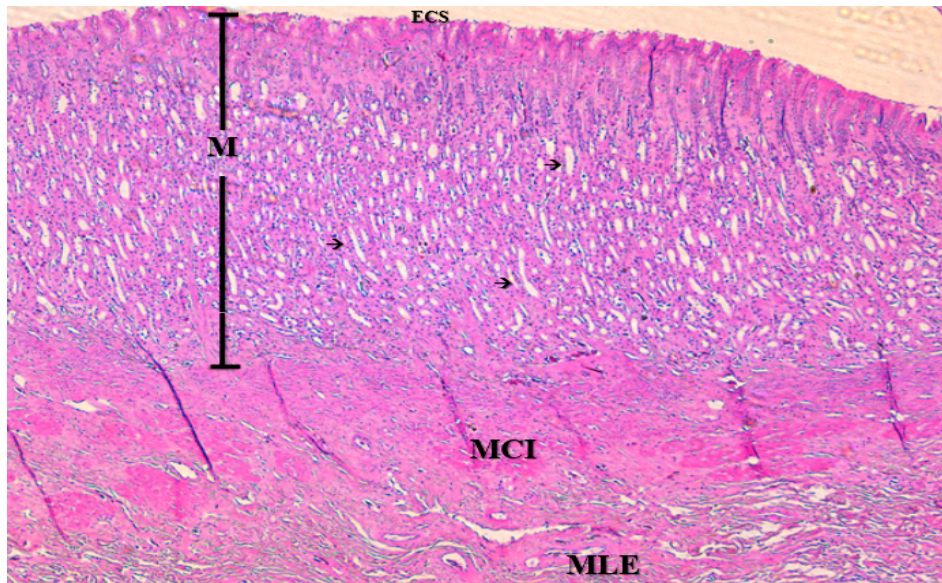


Figura 15: Estômago. Região Fúndica. ECS - Epitélio Colunar Simples; M - Mucosa; MCI - Subcamada Muscular Circular Interna; MLE - Subcamada Muscular Longitudinal Externa; Setas Pretas - Glândulas Fúndicas. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 5x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

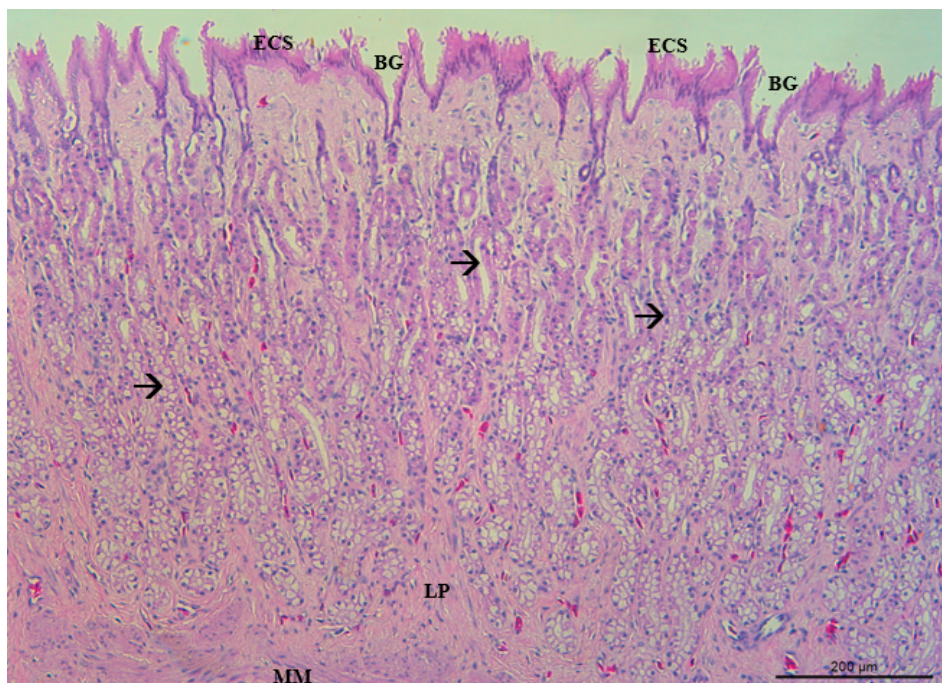


Figura 16: Estômago. Região Fúndica. ECS - Epitélio Colunar Simples; BG - Buraco Gástrico; LP - Lâmina Própria; MM - Muscular da Mucosa. Setas Pretas - Glândulas Fúndicas. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

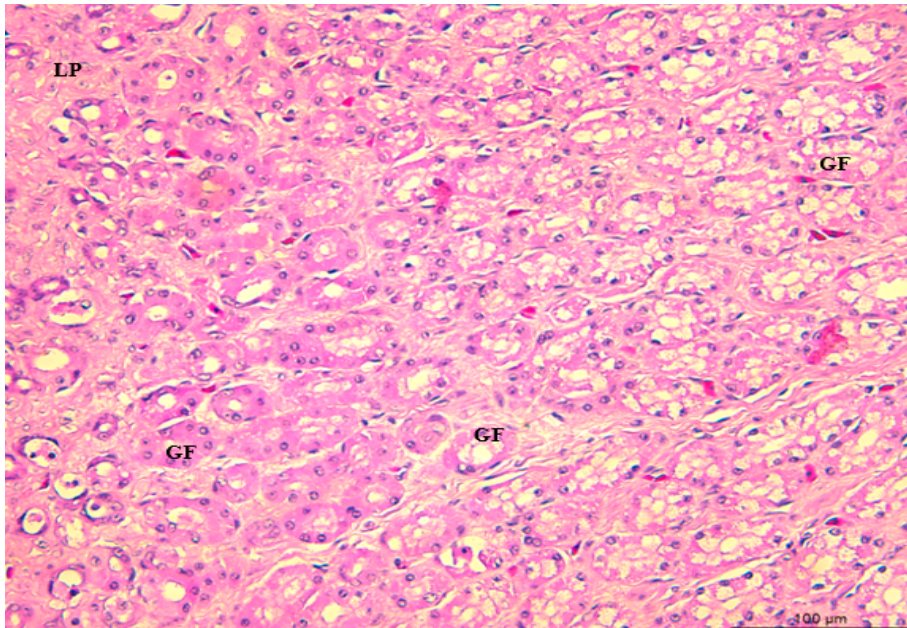


Figura 17: Estômago. Região Pilórica. LP - Lâmina Própria; GF - Glândulas Fúndicas. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

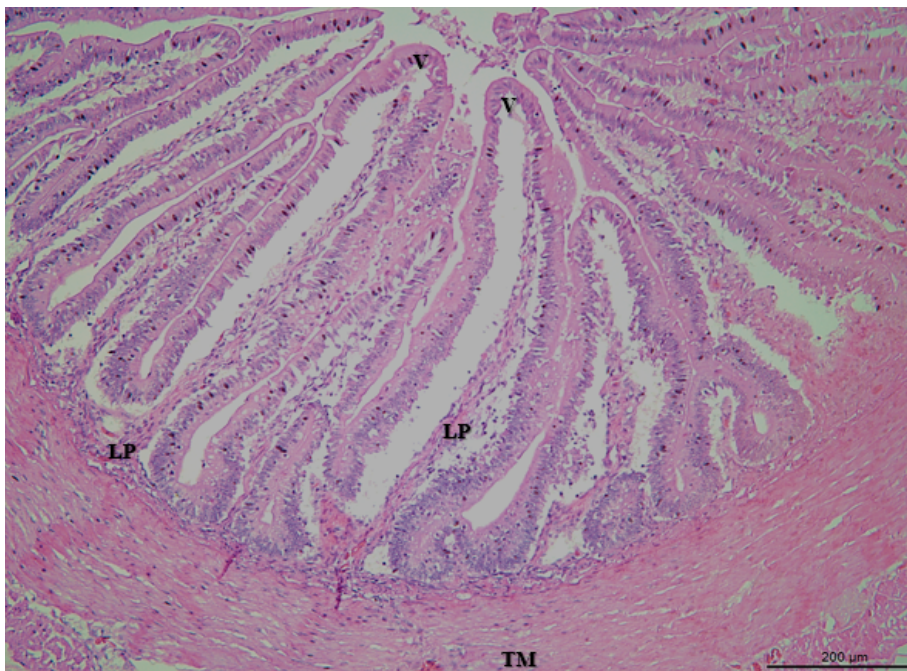


Figura 18: Intestino Delgado. V - Vilosidade; LP - Lâmina Própria; TM - Túnica Muscular. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

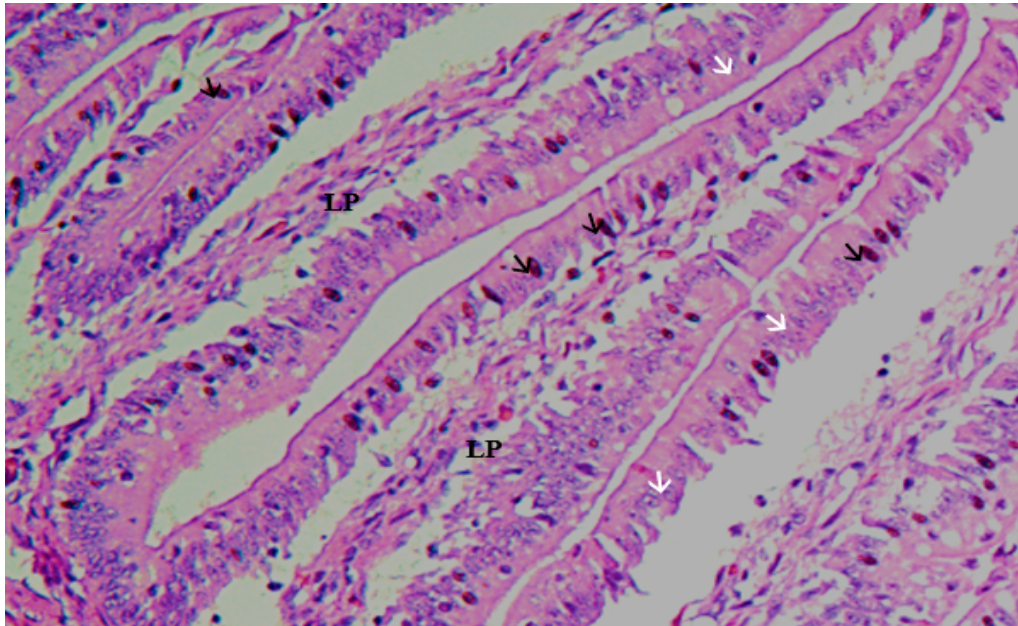


Figura 19: Intestino Delgado. LP - Lâmina Própria; Setas Pretas - Exocrinócitos Caliciformes; Setas Brancas - Epiteliócitos Colunares. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

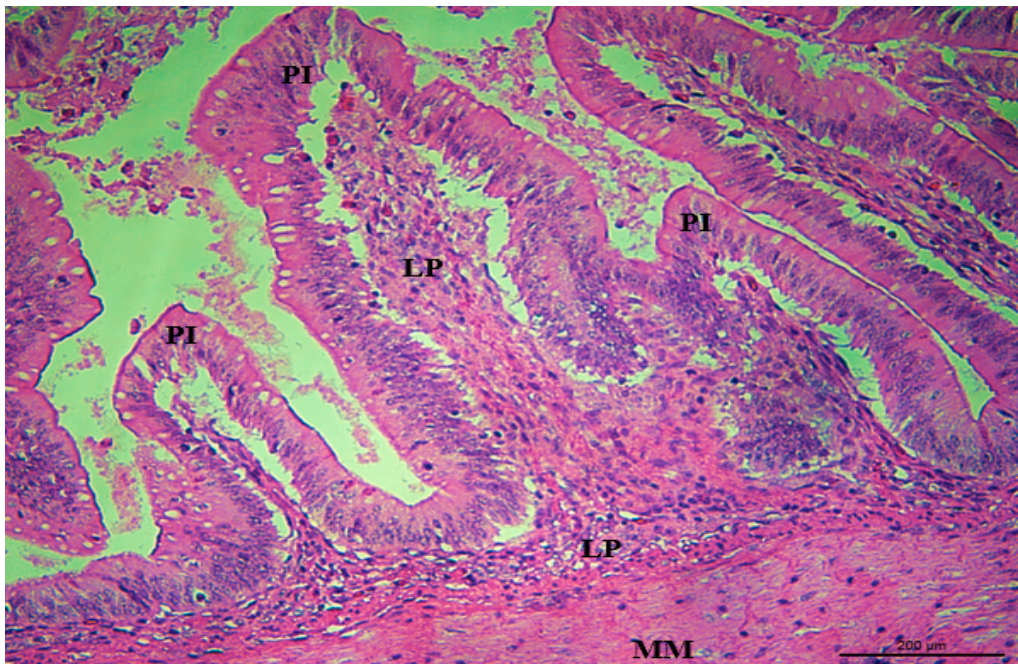


Figura 20: Intestino Grosso. PI - Pregas Intestinais; LP - Lâmina Própria; MM - Muscular da Mucosa. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

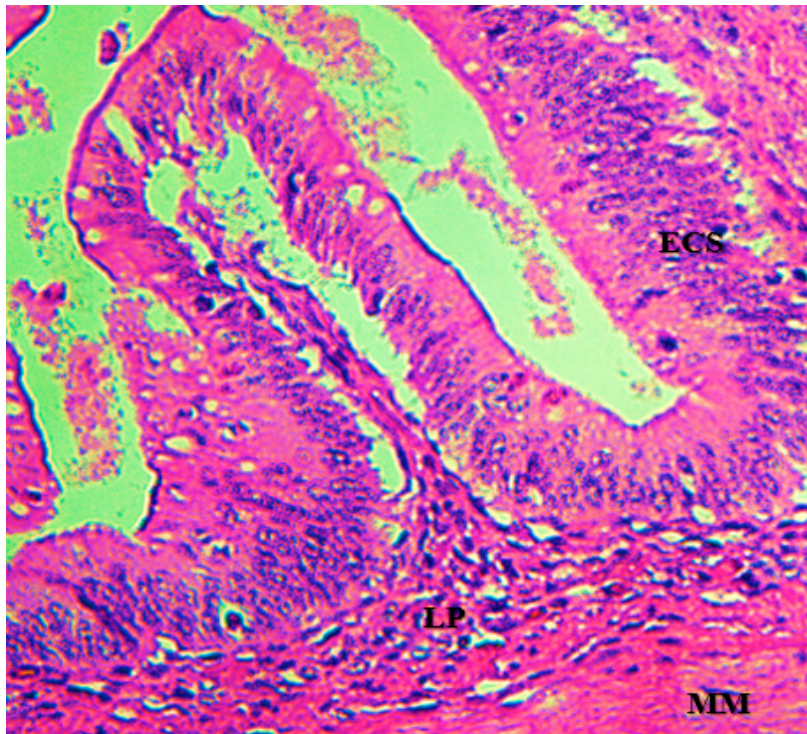


Figura 21: Intestino Grosso. ECS - Epitélio de Revestimento Colunar Simples; LP - Lâmina Própria; MM - Muscular da Mucosa. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

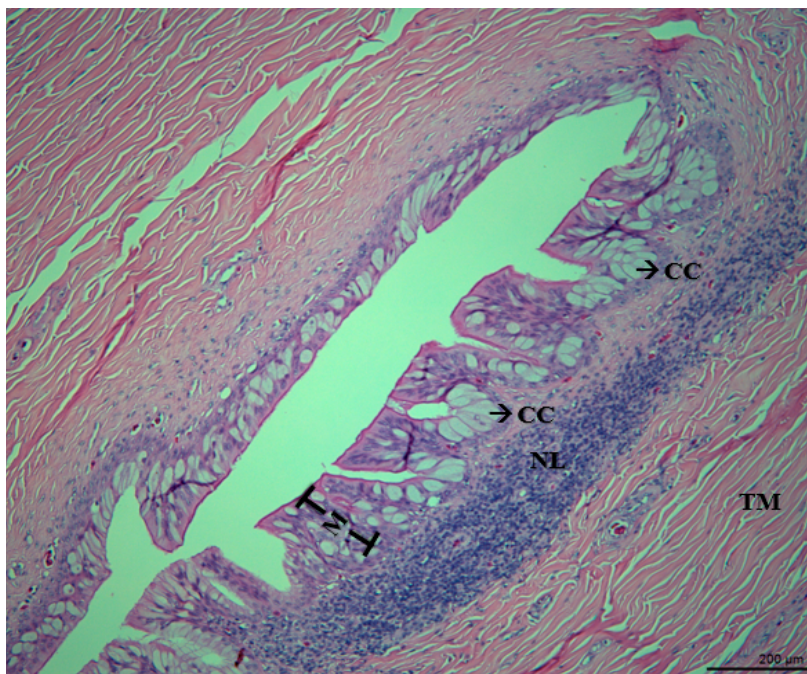


Figura 22: Cloaca. M - Túnica Mucosa; CC - Células Caliciformes; NL - Nódulo Linfóide Associado; TM - Túnica Muscular. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

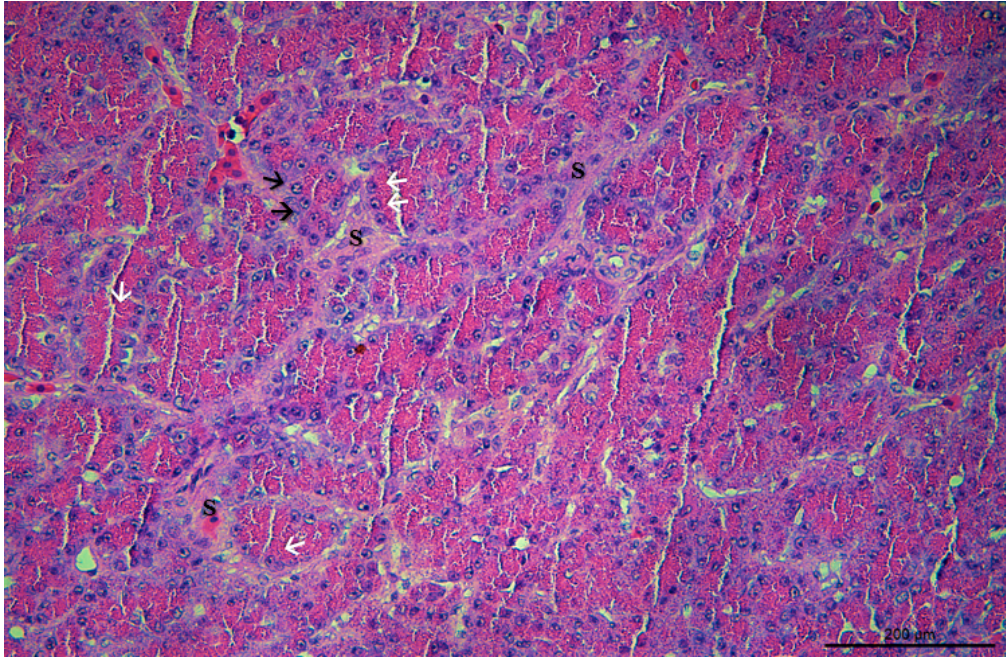


Figura 23: Pâncreas. S - Septos de Tecido Conectivo; Setas Pretas - Células Endócrinas; Setas Brancas - Células Exócrinas. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

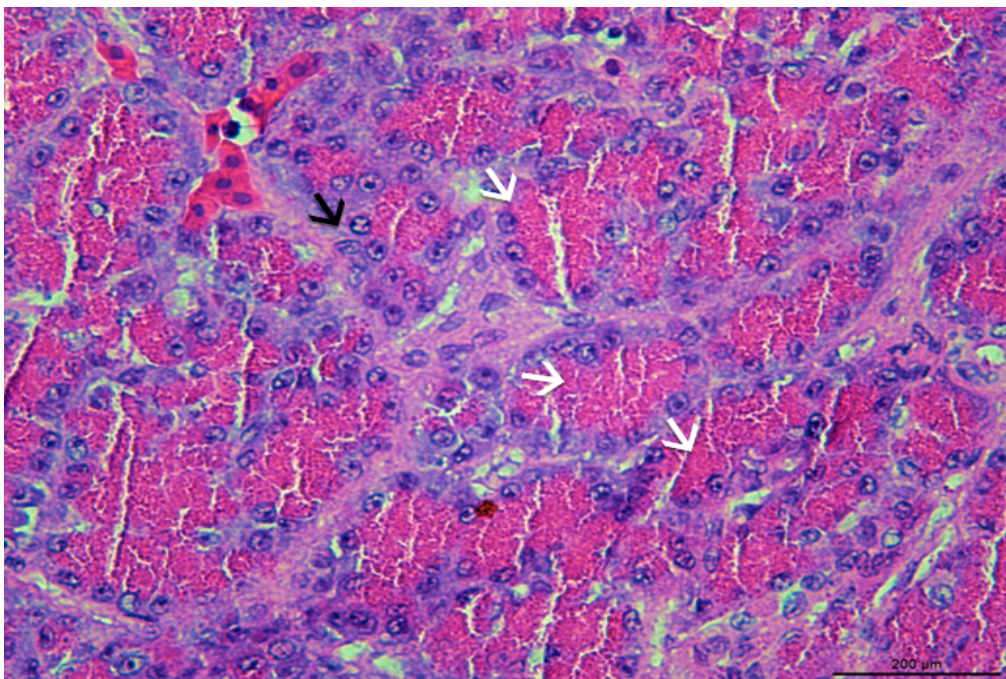


Figura 24: Pâncreas. Setas Brancas - Células Exócrinas (notar grânulos de zimogênio intracitoplasmáticos); Setas Pretas - Células Endócrinas. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

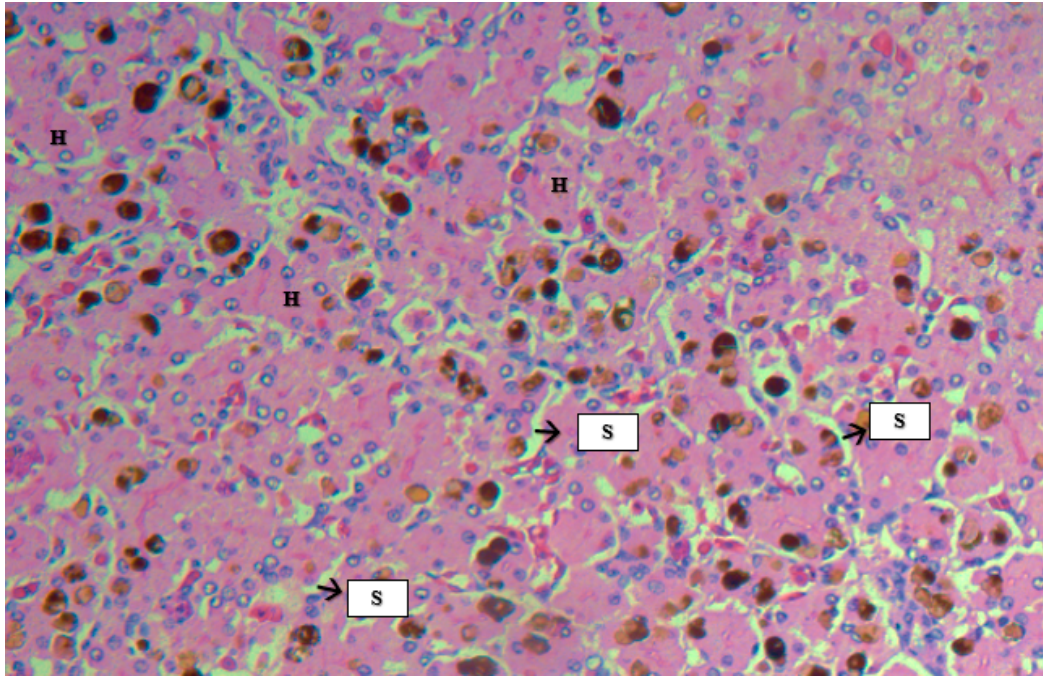


Figura 25: Fígado de exemplar adulto de *Caiman latirostris*. H - Hepatócitos; S - Sinusóide. Presença de numerosos melanomacrófagos (células com citoplasma enegrecido). Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

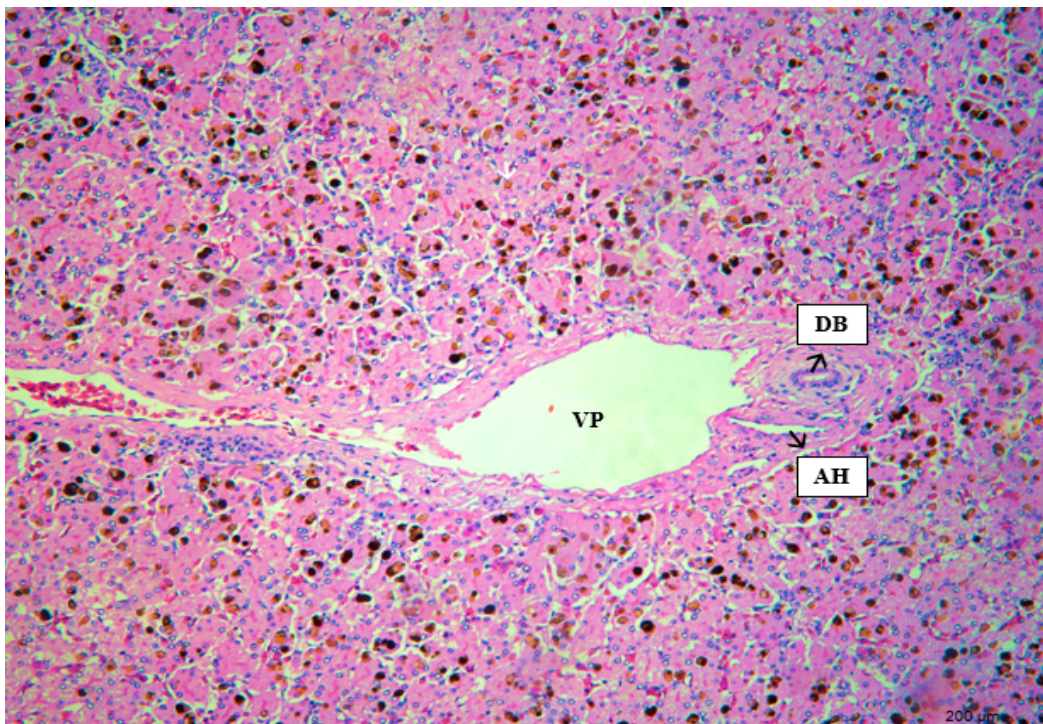


Figura 26: Fígado. VP - Ramo da Veia Porta; AH - Artéria Hepática; DB - Ducto Biliar. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

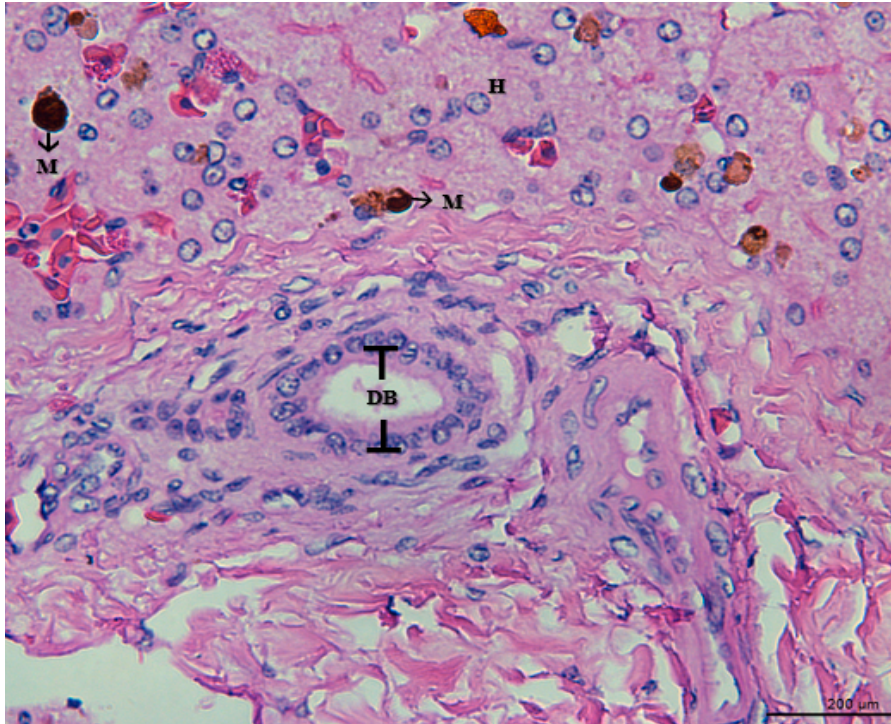


Figura 27: Fígado. DB - Ducto Biliar (epitélio de revestimento colunar simples); M - Melanomacrófagos. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Corpo de Gordura

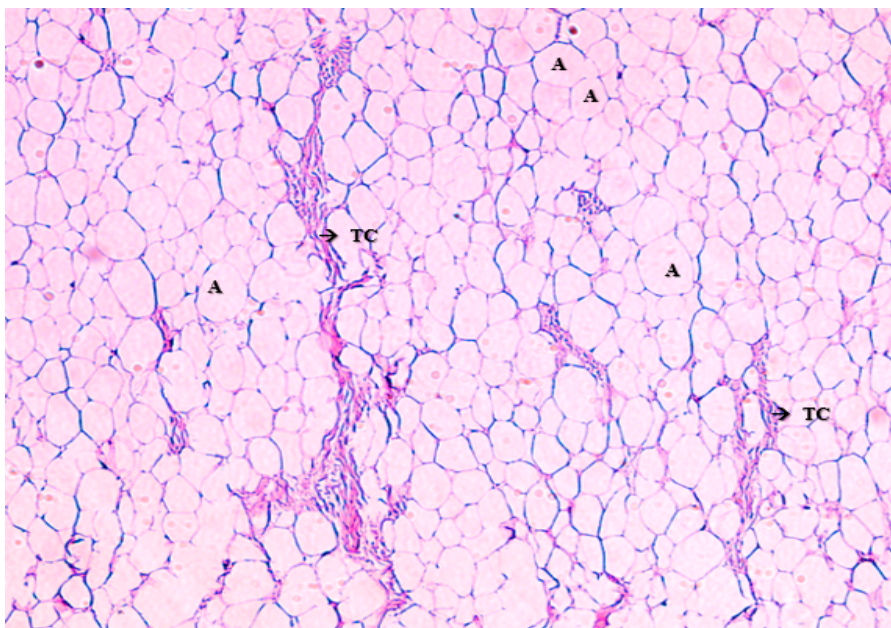


Figura 28: Corpo de Gordura. A - Adipócitos; TC - Tecido Conectivo. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.



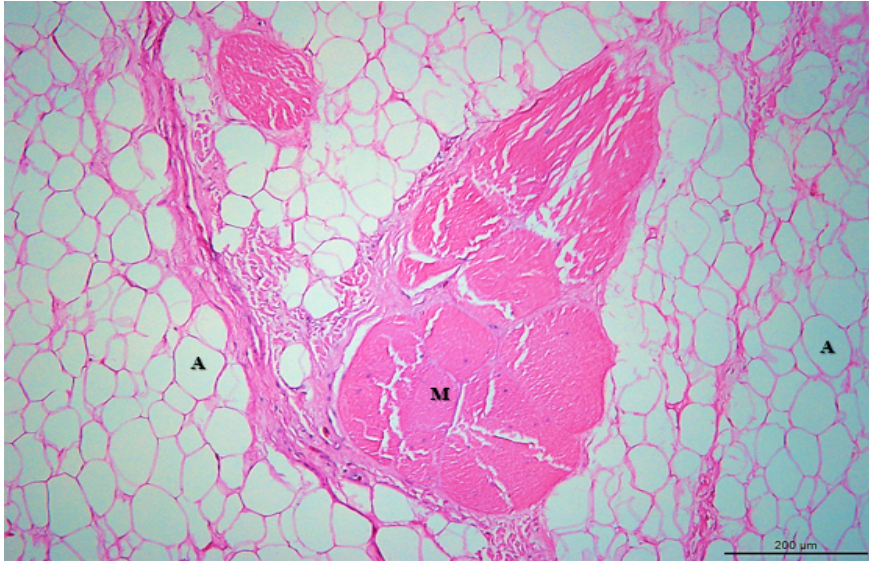


Figura 29: Corpo de Gordura. A - Adipócitos; M - Musculatura. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Urinário

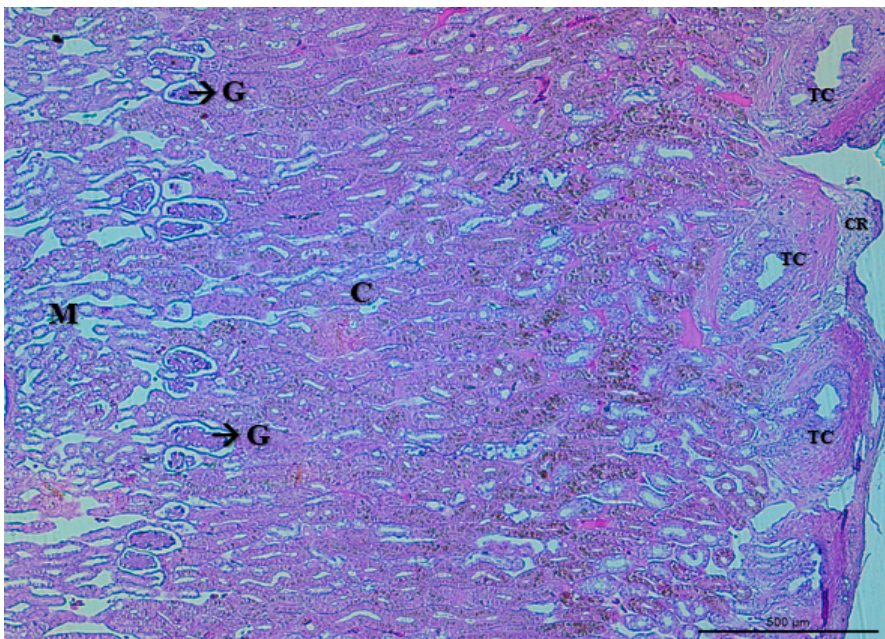


Figura 30: Rim. CR - Cápsula Renal; TC - Túbulo Coletor; C - Região Cortical; G - Glomérulo; M - Região Medular. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 5x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.



Figura 31: Rim. Região Cortical, G - Glomérulo; EU - Espaço Urinário; CB - Cápsula de *Bowman*; TD - Túbulo Distal. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

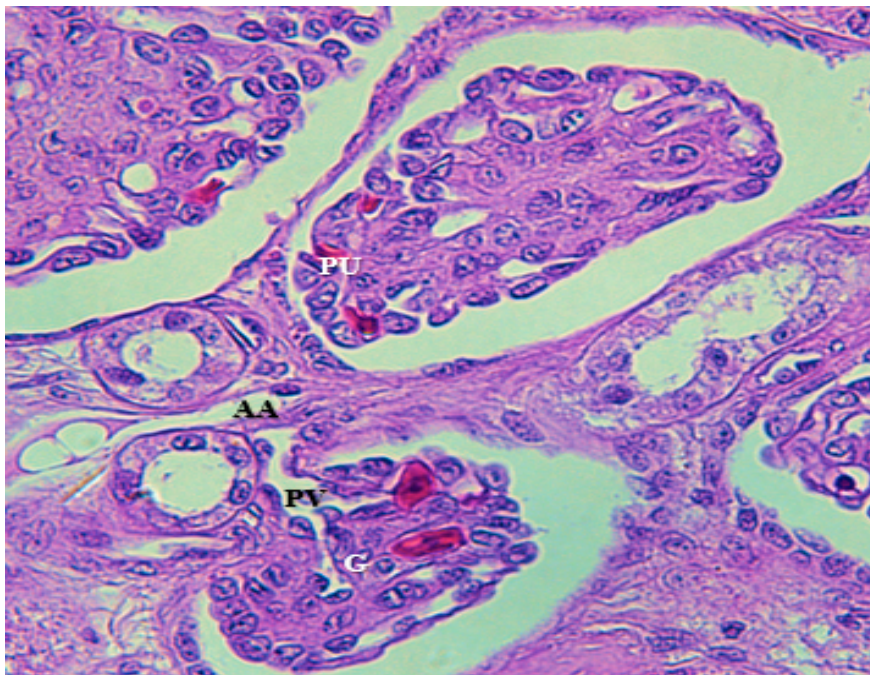


Figura 32: Rim. Região Cortical, G - Glomérulo; PV - Pólo Vascular; AA - Arteriola Aferente; PU - Pólo Urinário. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

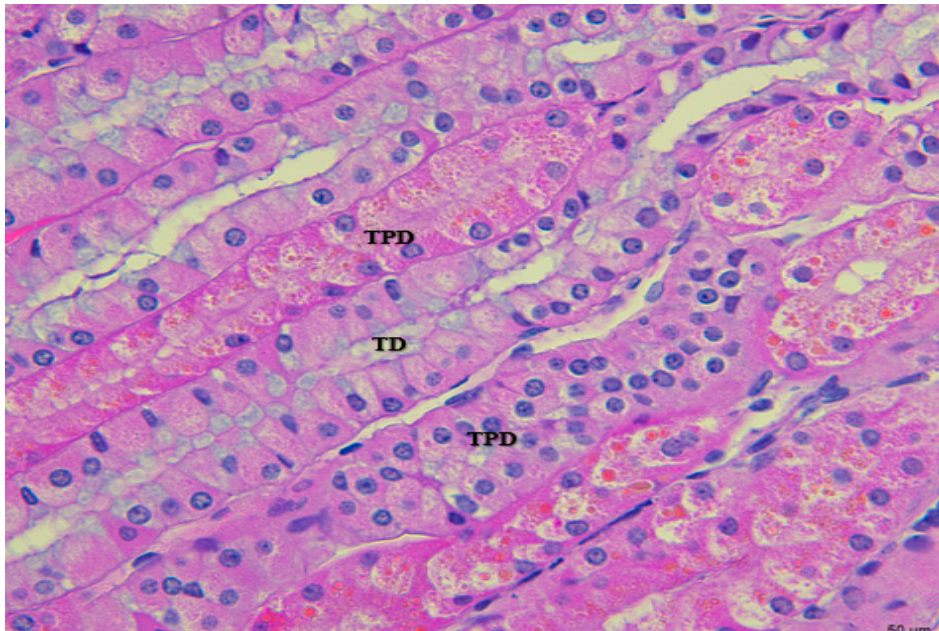


Figura 33: Rim. Região Cortical, TPD - Túbulo Proximal Descendente, formado por epitélio cilíndrico simples, citoplasma finamente granular e lúmen pouco visível; TD - Túbulo Distal, revestido por epitélio cúbico simples alto. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

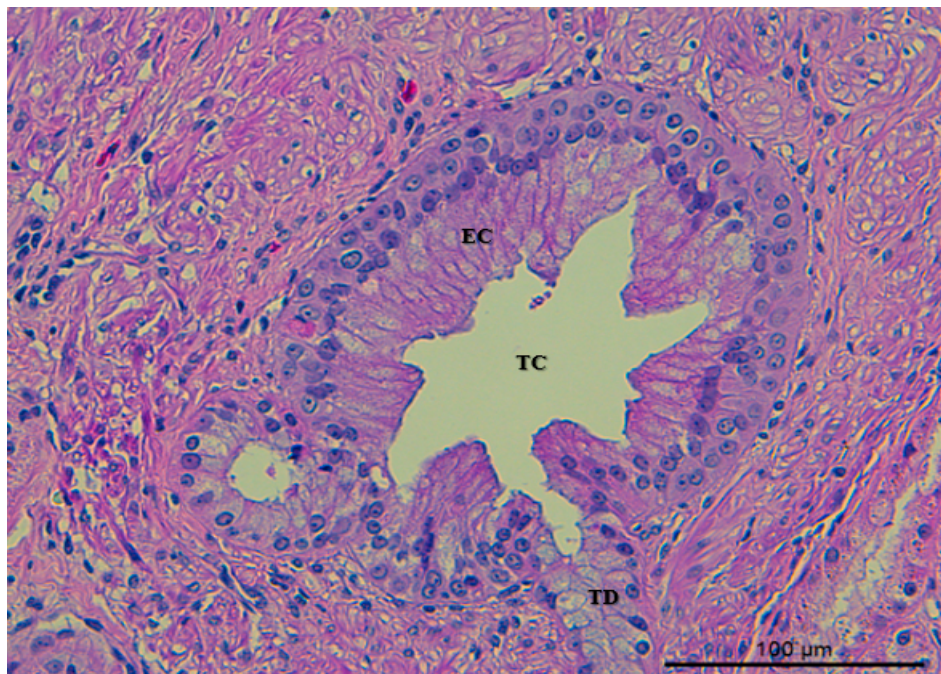


Figura 34: Rim. Região Cortical, TC - Túbulo Coletor; EC - Epitélio Cilíndrico, com numerosos grânulos com baixa afinidade tintorial; TD - Túbulo Distal. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

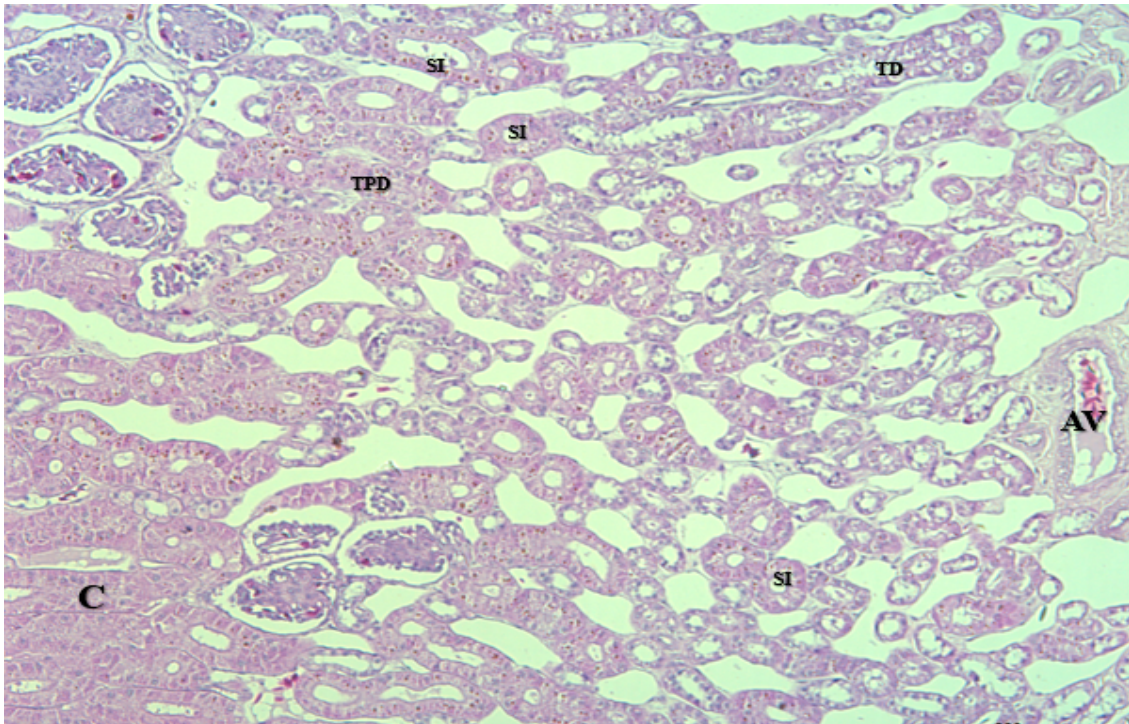


Figura 35: Rim. C- Região Cortical; Região Medular, TPD - Túbulo Proximal Distal; TD - Túbulo Distal; SI - Segmento Intermediário; AV- Região de Plexo Arterio-venoso. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Músculo Esquelético

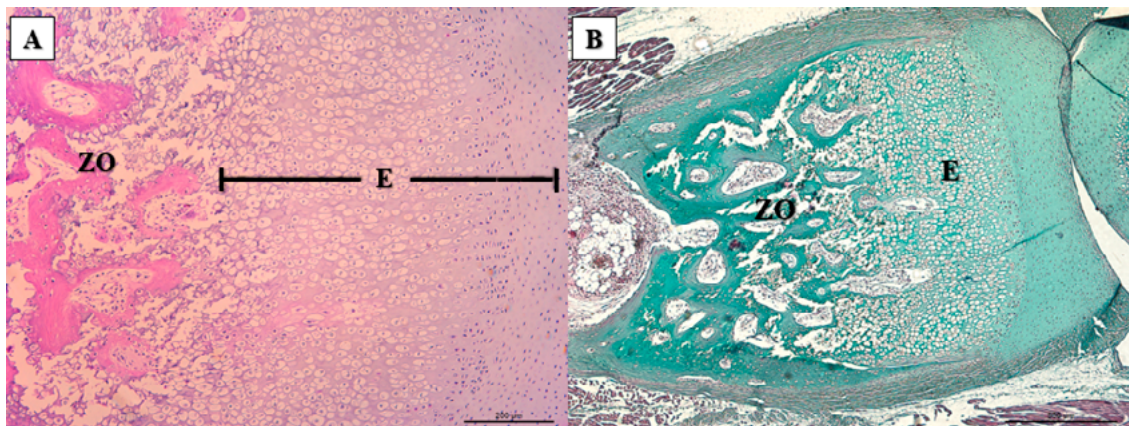


Figura 36 A) Úmero, Região Epifisária: E - Cartilagem Epifisária; ZO - Zona de Ossificação Endocondral. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. B) Úmero, Região Epifisária: mesmas estruturas descritas anteriormente. Tricrômico de *Gomori*. Aumento de 10x. Fotos: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

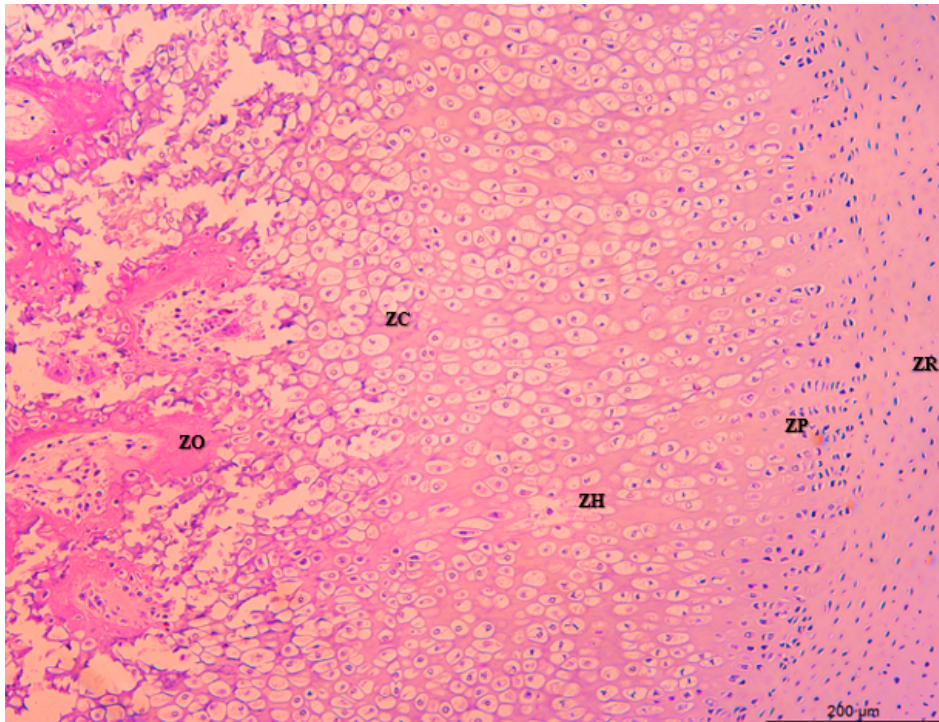


Figura 37: Úmero, Cartilagem Epifisária. ZR - Zona de Repouso; ZP - Zona de Proliferação; ZH - Zona de Cartilagem Hipertrófica; ZC - Zona de Cartilagem Calcificada; ZO - Zono de Ossificação. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

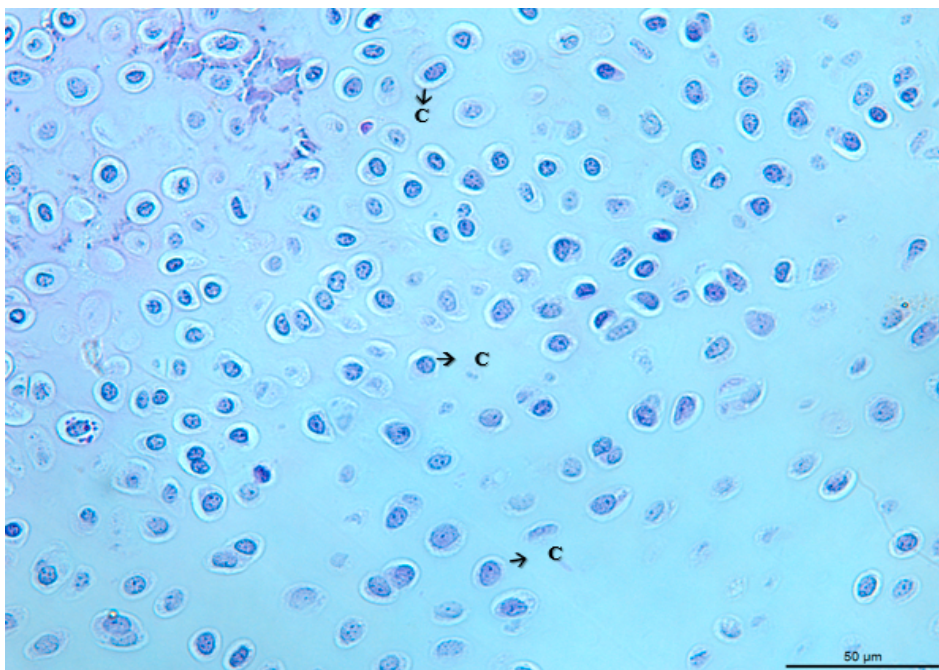


Figura 38: Fêmur, Cartilagem Epifisária. C - Condrócito. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 40x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

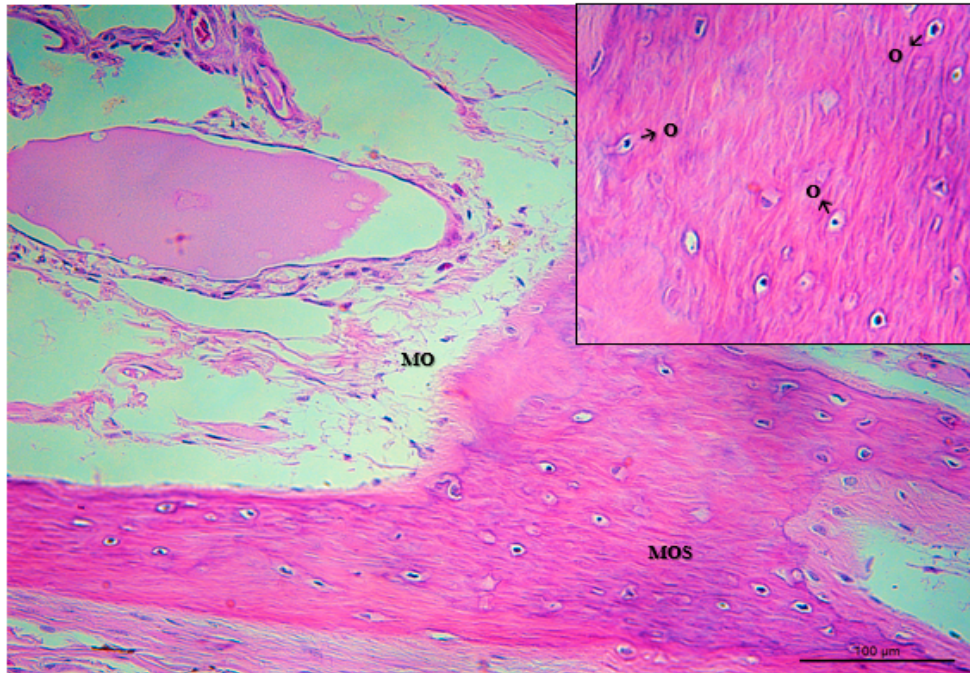


Figura 39: Fêmur, Região Epifisária. MO - Medula óssea; MOS - Matriz Óssea. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. O - Osteócito. Aumento de 40x. Hematoxilina e Eosina. Fotos: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

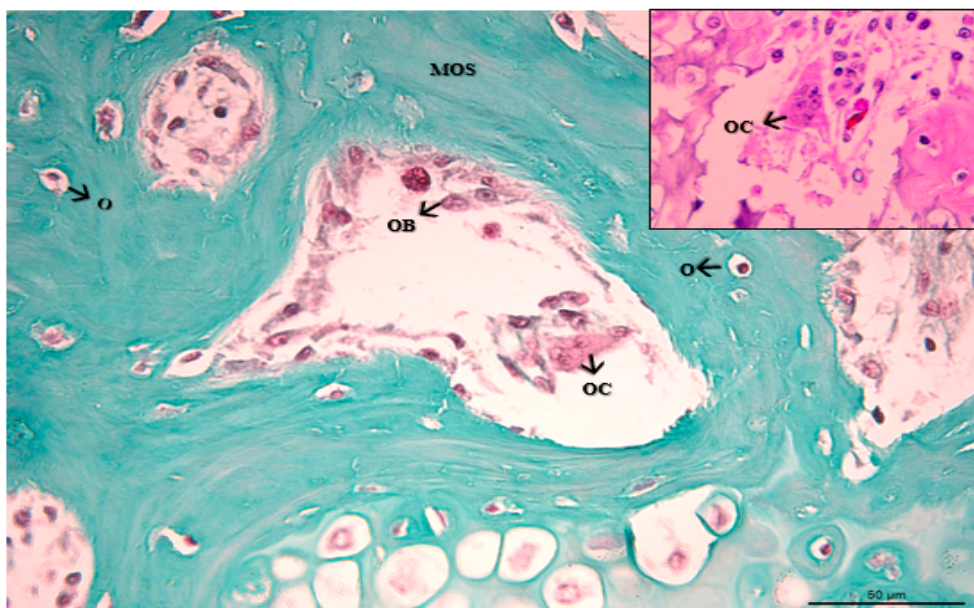


Figura 40: Úmero, Região Epifisária. MOS - Matriz Óssea; O - Osteócito; OB - Osteoblasto; OC - Osteoclasto. Tetrômico de *Gomori*. Aumento de 40x. Destaque: OC - Osteoclasto (notar multinucleações). Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Fotos: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

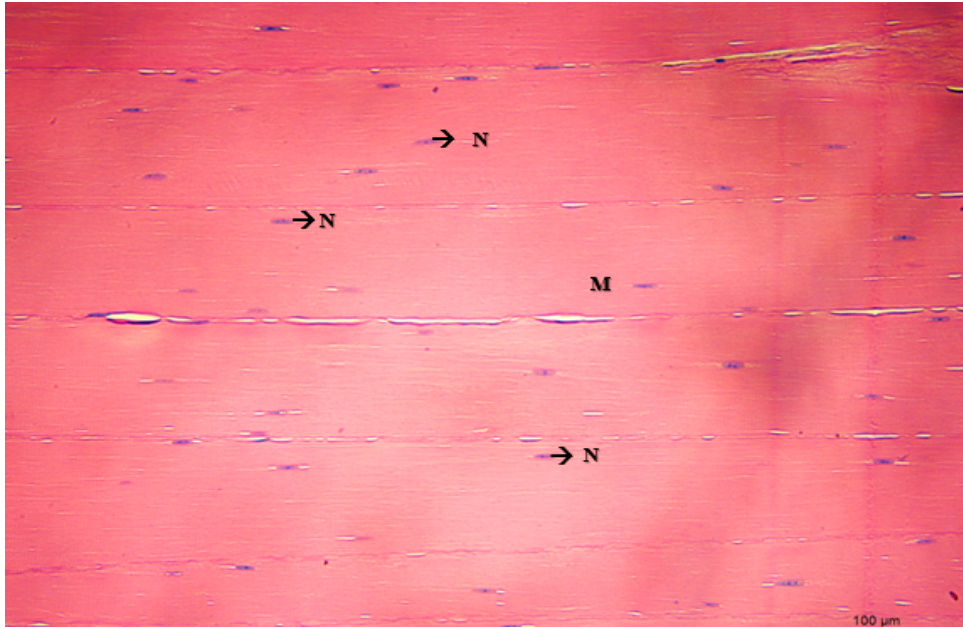


Figura 41: Músculo Esquelético. M - Célula Muscular; N - Núcleo. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 20x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Sistema Hemocitopoiético

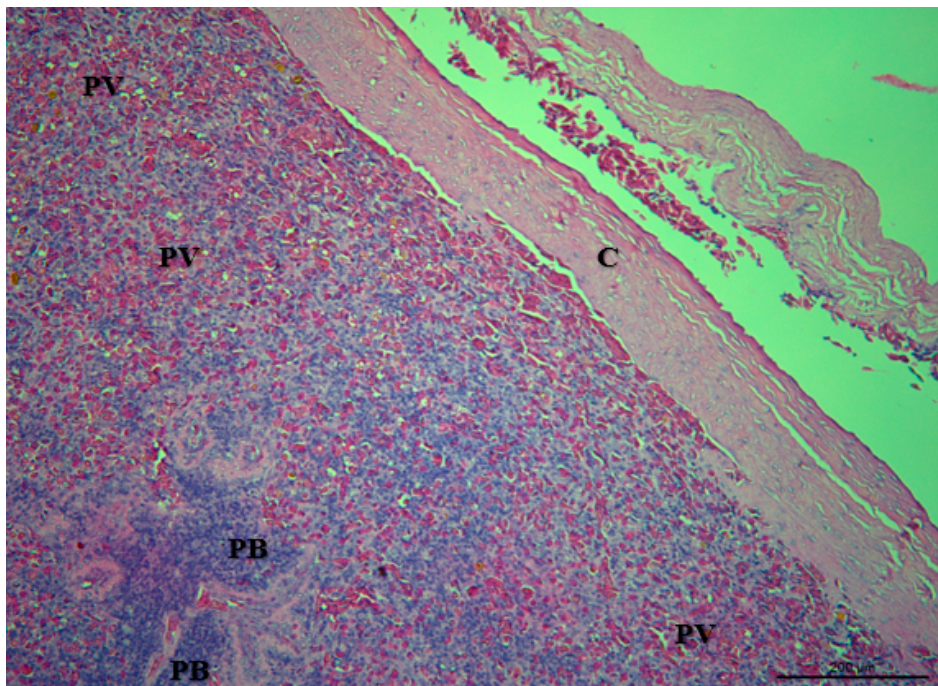


Figura 42: Baço. C - Cápsula; PB - Polpa Branca; PV - Polpa Vermelha. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

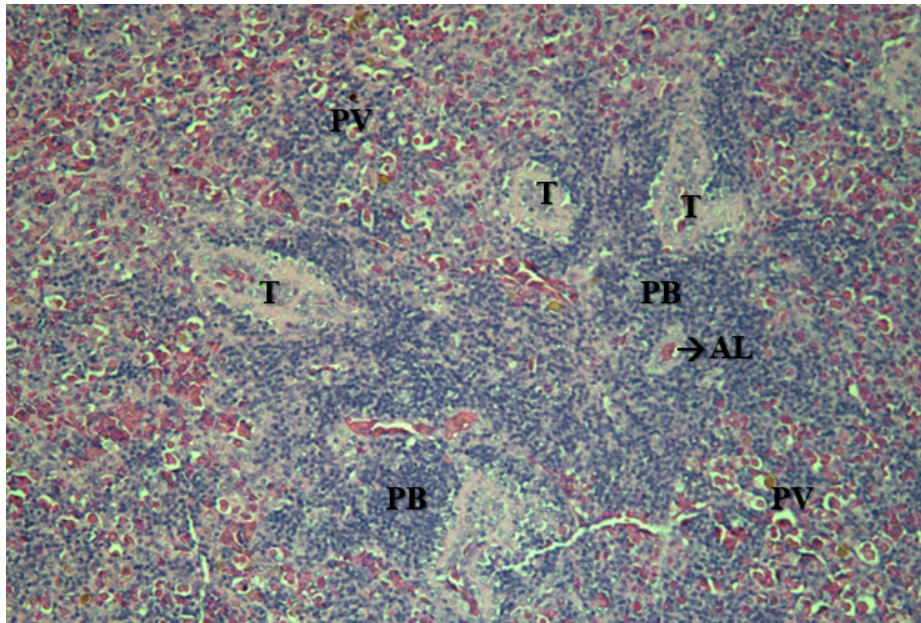


Figura 43: Baço. T - Trabécula; PB - Polpa Branca; PV - Polpa Vermelha; C - Cápsula; AL- Arteria Central da Polpa Branca. Hematoxilina e Eosina. Aumento de 10x. Foto: Leonardo L. Gorza e Fernanda de T. Vieira.

## Considerações Finais

O conhecimento das peculiaridades histológicas dos órgãos de crocodilianos é de grande importância para os médicos veterinários e biólogos que atuam, principalmente, nas áreas de patologia, anatomia e fisiologia animal.

Com o aumento de criadouros legalizados de jacarés, bem como, dos locais de iniciativa de pesquisa e conservação, paralelamente, há aumento de doenças associadas à vida em cativeiro. Dessa forma, ao realizar uma exame de necropsia e posterior avaliação histopatológica, o patologista deve ter o conhecimento prévio do que seria “normal” ou não à espécie, a fim de determinar, de maneira correta e específica, o que seria esperado sobre uma possível lesão no animal. Portanto, o conhecimento técnico e maior domínio da histologia dos órgãos, torna-se essencial nas linhas de pesquisa mencionadas acima.

## Agradecimentos

Ao Projeto Caiman Jacarés da Mata Atlântica, ArcelorMittal Tubarão e a Universidade Vila Velha - ES, pelo fornecimento dos recursos para o desenvolvimento deste estudo. Aos estagiários do Setor de Patologia Animal da Universidade Vila Velha - ES (2017-2018) e do Projeto Caiman: Thiago Barbosa, Larissa Marchetti, Keroleiny Tomaz, Nathalia Teixeira, Marina Reis, Adila Corsini, Bianca Smarzaró, Gilcely Piske Junior, Sarah Stocler, Paula Brasileiro,



Carolini Giacomini, Jessica Stein, Ygor Machado e Daniela Neris e aos residentes, Lucas dos R. de Souza, Ana Carolina de J. Pinto e Halana do Carmo. E aos organizadores do livro pela oportunidade.

## Referências

CHEVILLE, N. F. Introdução à Patologia. In: CHEVILLE, N. F. (Ed). **Introdução à Patologia Veterinária**. 2<sup>a</sup> ed. Roca, 2004. p. 1-23.

MAXIE, M. G.; MILLER, A. Introduction to the Diagnostic Process. In: MAXIE, M. G. (Ed). **Pathology of Domestic Animals**. 6<sup>a</sup> ed. San Diego: Elsevier, 2016. p. 1-16.

SAMUELSON, D. A. Histotécnicas. In: SAMUELSON, D. A. (Ed). **Tratado de Histologia Veterinária**. 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 1-11.

TITFORD, M. A Short History of Histopathology Technique. *The Journal of Histotechnology*, v. 29, n. 2, p. 99-110, 2006.

WERNER, P. R. Introdução à Patologia Animal. In: WERNER, P. R. (Ed.). **Patologia Geral Veterinária Aplicada**. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 133.

## TEMA 5

# Difusão Científica, Educação Ambiental e Etnobiologia

CAP 16 - Educação ambiental: Ações de conservação voltadas aos jacarés

pág. 393

CAP 17 - Etnozoologia aplicada à conservação de jacarés

pág. 425

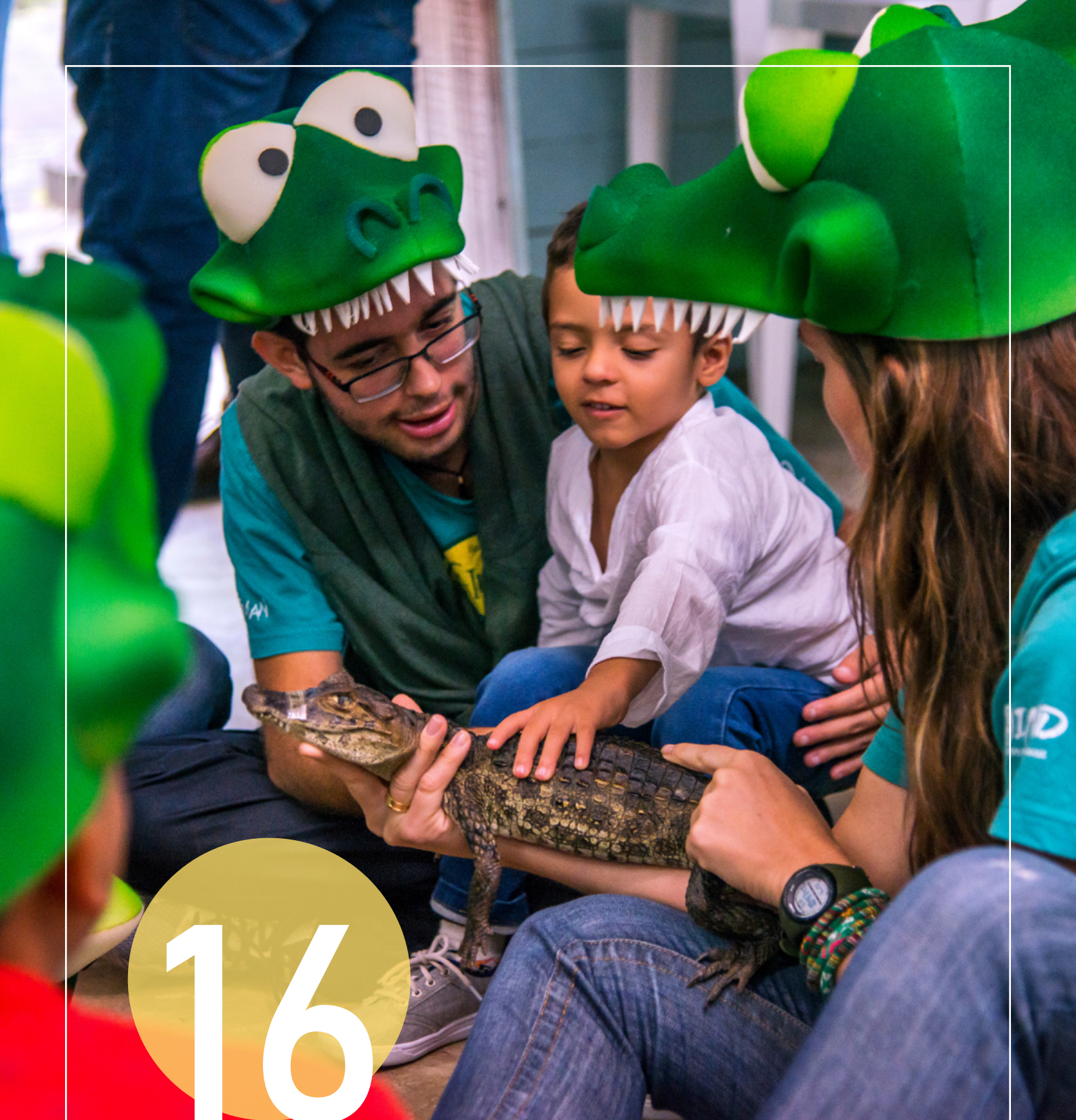


Foto: Leonardo Merçon

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL: AÇÕES DE CONSERVAÇÃO VOLTADAS AOS JACARÉS

Paulo Quadros de Menezes, Thassiane Targino da Silva, Cristina Zampa Sanchez, Bárbara Nedelly Mello Silva, Yhuri Cardoso Nóbrega

## Introdução

A Educação Ambiental (EA) e os seus alicerces revelam-se potentes em produzir modos de ser e estar no mundo. A maneira como percebemos a natureza é enviesada pelos discursos, enunciados e acontecimentos que nos modelam, controlam e regulam nesse tempo. É através de uma perspectiva fundamental, sobretudo no que tange ao conceito de sustentabilidade, que a EA se torna uma possibilidade de perceber e conhecer o relacionamento do ser humano com o planeta, abrindo espaço para a reflexão do discurso de natureza que foi construído.

Para além dos muros teóricos, é como descortinar uma educação que leve ao conhecimento sobre o meio ambiente, sua estrutura e funcionamento, a partir de uma conscientização derivada da crescente preocupação com os problemas ambientais. Essa percepção perpassa a importância do tema no contexto atual e sua relação com a sociedade; torna-se condição básica para alterar um quadro crítico, perturbador e desordenado, recheado de crescente degradação socioambiental, ao buscar amalgamar uma sociedade sustentável que privilegie a racionalidade e o saber voltados ao respeito e ao uso sustentável dos recursos naturais.

Em resumo, entremeando-se por esta estrada, este capítulo traz, de modo abreviado, a história da educação ambiental no país, suas nuances e o seu papel primordial na conservação dos crocodilianos do Brasil.

## Histórico da educação ambiental no Brasil e no mundo

Em 1972 a Conferência de Estocolmo, Suécia, promovida pela ONU, reuniu representantes de 113 nações para o confronto de perspectivas com o objetivo de estabelecer, a partir de uma visão global de países desenvolvidos e em desenvolvimento, premissas fundamentais voltadas à preservação do meio ambiente (DIAS, 2003). A necessidade imediata de ações preventivas para a preservação dos recursos naturais de fauna e flora do planeta foram apontadas por países desenvolvidos como a principal medida a ser tomada, no entanto, para os países em desenvolvimento as maiores dificuldades socioeconômicas ainda eram prioridade (SIMONE e ANICE, 2008). A partir disso, foi criada a Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, que estabelece as responsabilidades e comportamentos que deveriam governar as decisões acerca das questões ambientais, além do Plano de Ação, que convocou a cooperação de todos para a melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras (FELDMAN, 1997). O posicionamento dos representantes do Brasil em defesa da poluição, segundo eles atrelada ao desenvolvimento, diante deste cenário, foi motivo de escândalo internacional (DIAS, 2003). Por isso, a EA foi reconhecida como elemento crítico para o combate à crise mundial na Recomendação nº 96 da Conferência de Estocolmo (BRASIL, 1988).

Do Encontro Internacional de Educação Ambiental, realizado em 1975, foi produzida por 20 especialistas em EA, a Carta de Belgrado, a qual define a EA como multidisciplinar,

contínua e integrada às diferenças regionais e voltada aos interesses nacionais (GOTTARDO, 2003). Tal carta ainda discorre sobre a necessidade em desenvolver um cidadão consciente, preocupado com os problemas ambientais ou sociais, como poluição, fome e pobreza (DIAS, 2003). Contudo, o primeiro grande evento internacional sobre EA foi a Conferência de Tbilisi (1977), na antiga União Soviética, que gerou uma declaração que definiu como função da EA criar uma compreensão e consciência dos problemas ambientais, estimulando, assim, comportamentos positivos (TOZONI-REIS, 2002). Os objetivos da educação ambiental, utilizando estruturas formais ou não formais são definidos como consciência, comportamento, conhecimentos, aptidões e participação, sem distinção de público alvo (SIMONE e ANICE, 2008).

Ainda, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 dedicou o Capítulo VI ao Meio Ambiente, determinando, no Art. 225, que todos possuem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, devendo o poder público preservá-lo para as gerações futuras. No mesmo capítulo, o Inciso VI defende a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Poucos anos após (1992), no Brasil foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, que ficou conhecida como “Rio 92”, onde os principais objetivos foram avaliar a situação ambiental mundial desde 1972, relacionando-a com o estilo de desenvolvimento da época; elaborar mecanismos de transferência de tecnologias não-poluentes aos países subdesenvolvidos; analisar as estratégias nacionais e internacionais para incorporação de critérios ambientais ao processo de desenvolvimento; criar um sistema de cooperação internacional para prestar socorro em casos emergenciais e prever ameaças ambientais (DIAS, 2003). Além disso, na Rio 92, foi criado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, que enfatiza a Educação Ambiental como instrumento de transformação social e política (SIMONE e ANICE, 2008).

Buscando atender à crescente demanda por soluções a respeito dos problemas ambientais do país, ainda foram criados diversos programas governamentais importantes posteriormente a promulgação da Constituição, entre eles a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) e o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) (LITTLE, 2003). Ademais, no final da década de 90, as leis dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997), Crimes Ambientais (Lei nº 9.605 de 1998), Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 1999) e Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985 de 2000) foram sancionadas com o objetivo de normatizar as ações ambientais no país, bem como criar novas ferramentas políticas para sua efetiva implementação (LITTLE, 2003).

Por fim, devido ao grande apelo mundial em apoio ao ambientalismo, nos últimos anos foi inserido nos Parâmetros Curriculares Nacionais do MEC, a educação ambiental, através

da percepção do indivíduo como integrante, dependente e agente transformador do ambiente, contribuindo ativamente para a sua conservação e preservação (BRASIL, 1997).

## **Bases e diretrizes da educação ambiental no Brasil**

O ProNEA, Programa Nacional de Educação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Educação, iniciado em 1996 e coordenado pelo órgão gestor da Política Nacional de Educação Ambiental, busca assegurar a integração equilibrada dos aspectos ambiental, social, ético, cultural, econômico, espacial e político ao desenvolvimento do país, através da educação (BRASIL, 2014). Este programa procura resultar em uma melhor qualidade de vida para toda a população brasileira, por intermédio do envolvimento e participação social na proteção e conservação ambiental e da manutenção dessas condições a longo prazo (BRASIL, 2014).

Ainda, nos termos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), é atribuição federal a formulação de Diretrizes Nacionais, exercida pelo Conselho Nacional de Educação. O documento que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), elaborado pela Coordenação-Geral de Educação Ambiental da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI/MEC) é o resultado de diversas contribuições, colhidas desde 2005, visando situar a EA, caracterizando seu papel, natureza e objetivos, além de evidenciar sua importância nos sistemas de ensino (BRASIL, 1999).

Ao Poder Público cabe a missão de promover a EA em todos os níveis de ensino como um dos elementos asseguradores do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (inciso VI do 1º do artigo 225 do Capítulo VI, dedicado ao Meio Ambiente). Vale citar que para a formulação das Diretrizes, é fundamental considerar a Lei Federal nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), ressalta a presença deste conteúdo, de forma articulada, como essencial e permanente em todos os níveis, modalidades e instituições de ensino público e privado, de todo processo educativo, escolar ou não. Ainda, conforme esta lei, a EA não deve se constituir em uma disciplina específica no currículo, sendo desenvolvida como prática educativa integrada, contínua e permanente, salvo em cursos de extensão e pós-graduação e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da EA (BRASIL, 2013). Acerca da formação inicial dos professores, esta lei trata da inclusão da dimensão ambiental nos currículos de formação em todos os níveis e disciplinas, corroborando com o caráter transversal da EA nas instituições de ensino (BRASIL, 2013). Deste modo, a PNEA define a EA como um processo que, uma vez iniciado na educação infantil, seja contínuo durante toda vida, sendo incorporado e aprimorado perante novos significados sociais e científicos devido ao próprio dinamismo da sociedade (BRASIL, 1999).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a EA visa a construção de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores sociais, a proteção do meio

ambiente como um todo, o cuidado com a comunidade, a justiça e a equidade socioambiental (BRASIL, 2013). Também estabelece sua complexidade baseada em sua classificação como atividade não neutra, pois envolve valores, visões de mundo e interesses diversos. Sendo assim, deve assumir de forma articulada e interdependente, as suas perspectivas política e pedagógica (BRASIL, 2013).

Contudo, foi nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a EA ganhou *status* de Tema Transversal, sendo tratada no bloco temático “Meio Ambiente”. O documento traz, na primeira parte, diretrizes que auxiliam o professor a incluir o tema meio ambiente nos currículos escolares transversalmente, permeando toda prática educacional (BRASIL, 2014). Destaca-se a explicitação de indicadores para a construção do ensinar e do aprender em EA, salientando que é fundamental considerar os aspectos físicos e biológicos e, principalmente, os modos de interação do ser humano com a natureza, por meio de suas relações sociais, do trabalho, da ciência, da arte e da tecnologia (FARIAS et al., 2013). O PCN Meio Ambiente enfatiza a urgência da implantação de um trabalho de EA que contemple as questões da vida cotidiana do cidadão e discuta algumas visões polêmicas sobre essa temática (BRASIL, 2014).

No entanto, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, a EA passou a ser reconhecida de forma difusa nos eixos de formação, cujo eixo “Intervenção no mundo natural e social” passa a ser a aproximação possível com o que se compreendia como espaço da EA no currículo escolar. A BNCC para o ensino fundamental não enuncia as diretrizes da EA claramente como sendo um referencial a ser seguido (BRASIL, 2016). Com isso, é possível que os conteúdos dos materiais didáticos elaborados no futuro não contemplem de forma clara e abrangente o tema, sendo necessário criar conteúdos complementares de livre acesso aos professores (BRASIL, 2016).

No contexto atual, marcado pela ocorrência de diversos desastres ambientais e desafios, faz-se necessária uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa e emancipatória. Além do comprometimento com a qualidade, envolvendo uma proposta capaz de ressignificar o papel social da educação a partir do pensamento complexo e com base numa visão sistêmica e integrada, indispensável para a construção de um presente e futuro sustentáveis, sadios e socialmente justos.

## **Políticas coletivas: um prelúdio para a educação ambiental**

Nos últimos anos houve um avanço significativo na discussão das questões ambientais no Brasil. Está cada vez mais visível o limite do planeta, tanto para o fornecimento de recursos naturais quanto para a administração de resíduos produzidos pela população. Diante dessa realidade, o Estado deve assumir um papel ativo em relação à preservação e conservação do meio ambiente, com o envolvimento dos diversos setores representativos da sociedade (FARIAS et al., 2013).

De acordo com a Constituição Federal de 1988, para garantir a realização dos direitos ao meio ambiente, compete ao Poder Público preservar e restaurar os processos ecológicos, preservar a diversidade do patrimônio genético do país, definir espaços territoriais a serem protegidos, exigir estudo prévio de impacto ambiental, controlar a produção e emprego de substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente e promover a educação ambiental (EA) em todos os níveis de ensino (BRASIL, 1988). Little (2003) esclarece que nos anos posteriores à promulgação da Constituição, vários programas governamentais foram estabelecidos para atender à crescente demanda por soluções para os problemas ambientais do país, e que, a fim de proteger as diversas áreas em relação aos aspectos ecológicos, tornou-se primordial criar leis, decretos e códigos específicos.

Assim, atualmente, há uma série de documentos que determinam medidas de proteção e conservação do meio ambiente. O documento que rege o modelo de EA é o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (FARIAS et al., 2013). Esse tratado foi dirigido aos grupos da sociedade e salienta, como princípios fundamentais, que a educação é um direito de todos e que todos são aprendizes e educadores, sendo a EA individual e coletiva, tendo como base o pensamento crítico e inovador em qualquer tempo ou lugar, para a formação de cidadãos com consciência local e planetária (FARIAS et al., 2013). Portanto, deve-se entender a EA como ferramenta coletiva, cujo processo consiste em proporcionar uma compreensão de forma crítica, em um ambiente global, formal e não formal. Assim, a educação ambiental deve ser abordada nos diversos aspectos e espaços, promovendo uma percepção holística e elevada. Esses objetivos têm como princípio o esclarecimento e a atuação consciente dos sujeitos frente à problemática ambiental, buscando um novo comportamento diante dos valores sociais, sensibilizando-os pelo interesse ao meio ambiente. Desse modo, ela não deve ser limitada a um conteúdo ou disciplina específica, e sim transitar entre as diversas áreas do conhecimento, sendo trabalhada de acordo com contextos, possibilitando a mediação e construção do conhecimento em conjunto entre comunidades e interlocutores.

Pode-se dizer que a EA no Brasil se apresenta como uma das mais importantes exigências educacionais contemporâneas, pois incita a busca pela ampliação da participação política do cidadão, além de inserir, desde cedo, o pensamento crítico e assertivo relacionado à preservação ambiental ou consolidar-se como importante ferramenta conservacionista (LOUREIRO, 2011). Para Loureiro (2011), a atuação educativa instrumental e crítica, a partir da concepção do ambiente como algo reinstalado, facilita a perspectiva cuja prática é sensibilizar, minimizar ou mitigar os problemas existentes no contexto atual, por uma correta gestão dos recursos naturais. Portanto, a educação se dá por duas fases: a primeira deriva-se de conhecimento transmitido e assimilado por aspectos técnicos num contexto social, ou seja, quanto mais domínio técnico e científico, maior é a capacidade de intervenção de modo qualificado no ambiente (LOUREIRO, 2014). A segunda fase seria teoricamente a influência das relações com a comunidade. Esse acerto possibilita que o indivíduo construa sua própria percepção crítica e da sociedade que o



cerca, seja pela inserção social em uma base de respeito para com o próximo ou pelo convívio mais saudável com a natureza (LOUREIRO, 2014).

## **Sobre necessidade de implementação de ações de educação ambiental e sensibilização ambiental no Brasil e no mundo**

A falta de conhecimento acerca da degradação ambiental e do uso indiscriminado dos espaços e dos recursos naturais nos leva ao avançado estado de destruição ambiental que temos presenciado nas últimas décadas, bem como à necessidade de criação de medidas de preservação ambiental urgentes e eficazes. Diante dos problemas ambientais mundiais como a deterioração dos ecossistemas, a extinção massiva de espécies, o aquecimento global e consequente derretimento de geleiras, escassez de água e desertificação, devemos cada vez mais lutar pela conscientização ambiental e pela capacidade de agir em prol de uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável (DIAS, 2004; GADOTTI, 2009).

Vivemos em uma sociedade em que as relações econômicas visam prioritariamente o lucro e a produção de bens de consumo, onde os recursos naturais são explorados de maneira insustentável e irresponsável, causando degradação ambiental acelerada e prejudicando a qualidade e a saúde dos ecossistemas, das comunidades tradicionais e dos demais seres vivos que compartilham conosco o planeta (BARCELOS, 2008). A extração dos recursos deve respeitar os ambientes naturais e suas diversas formas de vida, garantindo a capacidade de reposição e regeneração dos recursos naturais e assegurando a manutenção da diversidade biológica, da qualidade do ar, da água e do solo, preservando o direito à vida de todas as espécies habitantes do planeta (LIMA, 2009). A defesa do ambiente implica em adotarmos uma outra forma de nos relacionar com o ambiente, logo, de viver (LEFF, 2011).

Além dos problemas ambientais gerados pelo consumismo exacerbado, impensado e insustentável, outros hábitos e atitudes de nossa sociedade podem afetar a qualidade do meio ambiente e prejudicar os ecossistemas e os seres vivos que dividem o planeta conosco (SATO, 2014). Entre eles estão a caça e a pesca predatória, o tráfico de animais silvestres, a introdução inadequada de plantas e animais exóticos, a exploração criminosa de madeira, o desmatamento, a má gestão dos recursos hídricos e do uso do solo, a falta de controle e tratamento na emissão de efluentes domésticos, hospitalares e industriais, o descarte inadequado de resíduos e rejeitos, o uso irregular e indiscriminado de insumos agrícolas e os incêndios provocados acidentalmente ou intencionalmente por ações humanas (DIAS, 2004 ). Também, vale ressaltar a carência de maiores investimentos em políticas públicas que garantam o bem-estar da população e a qualidade do meio ambiente, a insuficiência de monitoramento e proteção às unidades de conservação e o descaso do poder público e das grandes empresas com o uso consciente e sustentável dos recursos naturais e com sua conservação (GADOTTI, 2009; SATO, 2014).

Um dos maiores desafios do mundo moderno é despertar nas pessoas uma mudança na percepção e nas atitudes em relação à natureza. Mais difícil ainda é promover mudanças de hábitos, os quais eventualmente levam à deterioração dos ecossistemas e de seus recursos naturais (REIGOTA, 2004). Neste contexto, torna-se imprescindível a implementação de ações de sensibilização ambiental e de educação ambiental que levem a população a repensar seus hábitos e mudar suas atitudes em benefício da melhoria na qualidade de vida, a qual só será garantida através da preservação dos ecossistemas, levando a ações que promovam a sustentabilidade e a preservação ambiental (LEFF, 2011; LIMA, 2009). A sensibilização ambiental pretende atingir uma predisposição da população para mudanças de atitudes. No entanto, esta mudança só se concretizará se a população for educada, ou seja, se depois de sensibilizada lhe forem apresentados os meios que levem a uma atitude mais correta para com o ambiente. Este é o papel da educação ambiental (LIMA, 2009; ROOS e BECKER, 2012).

A educação ambiental é um processo que procura conduzir as pessoas à reflexão e à subsequente mudança de atitudes e comportamentos que as levem a participar ativamente na resolução dos problemas ambientais (ROOS e BECKER, 2012). A sensibilização por si só não leva a mudanças duradouras, serve antes como uma preparação para as ações de EA (LIMA, 2009). As ações da EA esbarram em aspectos psicológicos, socioculturais, históricos, econômicos e políticos que muitas vezes se tornam um desafio difícil de transpor quando o objetivo é levar o público a repensar, refletir e mudar suas atitudes (LEFF, 2011; REIGOTA, 2004).

Uma forma eficiente de combater a degradação desenfreada do meio ambiente é a promoção da sensibilização e da educação ambiental com crianças e jovens, uma vez que serão os próximos cidadãos responsáveis pelo uso sustentável dos recursos naturais e pela manutenção da qualidade ambiental (BARCELOS, 2008). E a melhor forma de realizar essas ações é através de debates, atividades de campo em contato com a natureza, dinâmicas e práticas que promovam maior conhecimento e empatia em relação à natureza e da participação das mesmas na construção de pequenas soluções cotidianas, além da informação que as levará a conhecer os ambientes naturais, seus recursos, os ecossistemas e as unidades de conservação existentes em nosso país (BARCELOS, 2008; LEFF, 2011).

Dentro dessa perspectiva, as ações de sensibilização e EA implementadas por projetos de conservação de fauna e de seus ecossistemas são de fundamental importância diante da necessidade de alcançar um modo de vida sustentável, que compreende e respeita o meio ambiente e todos os seres que o habitam e que prima pela exploração consciente e responsável dos seus recursos de maneira a garantir a sobrevivência da fauna e da flora e a garantia de bem-estar e usufruto desses mesmos recursos para as gerações futuras (SATO, 2014).

## Mas, afinal, o que é educação ambiental?

O conceito de EA tem variado ao longo das décadas e essa variação está estreitamente relacionada com a evolução do conceito de meio ambiente e de como ele era percebido dentro de um determinado contexto histórico e político.

A definição oficial de EA, do Ministério do Meio Ambiente (2006) é:

*“Educação ambiental é um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver problemas ambientais presentes e futuros.”*

(MMA, 2006)

De acordo com a PNEA (1999):

*“Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.”*

(PNEA - LEI nº 9795/1999, Art. 1º)

A Conferência Intergovernamental de Tbilisi (1977) a define como:

*“... é um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhora da qualidade de vida.”*

(DIAS et al., 2016)

Para a UNESCO (1987):

*“a educação ambiental é um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, habilidades, experiências, valores e a determinação que os tornam capazes de agir, individual ou coletivamente, na busca de soluções para os problemas ambientais, presentes e futuros.”*

(UNESCO, 1987)

Segundo Sorrentino et al. (2005),

*“a educação ambiental nasce como um processo educativo que conduz a um saber ambiental materializado nos valores éticos e nas regras políticas de convívio social e de mercado, que implica a questão distributiva entre benefícios e prejuízos da apropriação e do uso da natureza. Ela deve, portanto, ser direcionada para a cidadania ativa considerando seu sentido de pertencimento e corresponsabilidade que, por meio da ação coletiva e organizada, busca a compreensão e a superação das causas estruturais e conjunturais dos problemas ambientais.”*

(SORRENTINO et al., 2005)

Para Mousinho (2003), a educação ambiental é:

*“um processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais. Desenvolve-se num contexto de complexidade, procurando trabalhar não apenas a mudança cultural, mas também a transformação social, assumindo a crise ambiental como uma questão ética e política.”*

(MOUSINHO, 2003)

Em todos os conceitos, a EA fornece as bases teóricas para chegar-se à sustentabilidade, assim, é através da EA e da integração consciente das esferas política, social, econômica e ambiental que se terá a plenitude do desenvolvimento sustentável (ROSS e BECKER, 2012).

## **Paulo Freire e suas contribuições para ações de educação ambiental**

As transformações pelas quais a humanidade passou durante o século XX, como a informatização ou o crescente crescimento econômico, geraram mudanças na sociedade, tornando necessária a adequação do sistema educacional a este novo contexto (TOWATA et al., 2010). As questões ambientais proporcionaram abundantes mudanças também nas relações sociais e, do mesmo modo, na relação homem-natureza (MARTINEZ, 2006). Assim, a EA aflora como tentativa de conectar saberes buscando compreender os diversos contextos e crises tanto ambientais, sociais e educacionais (CRUZ et al., 2014), além de dispor de referenciais filosóficos, políticos e pedagógicos que orientam as suas ações práticas. Essas diferenças podem ser divididas em duas vertentes: a educação ambiental conservadora e a educação ambiental crítica (RHEINHEIMER, 2012).

A EA conservadora permaneceu com forte influência até aproximadamente a década de 90, sendo uma vertente consolidada que possui raízes até os dias atuais baseando-se no individualismo e na transmissão do conhecimento correto, desvinculando-se da realidade local e contextos globais (TOZONI-REIS, 2004; LAYRARGUES, 2012). Tal premissa pressupõe que ao transmitir o conhecimento denominado correto, a compreensão da problemática ambiental acontecerá e com isto o comportamento é modificado (GUIMARÃES, 2006).

Em contrapartida, a EA crítica que, por muitas vezes também é compreendida como sinônimo de EA popular, transformadora, dialógica e emancipatória, possui princípios emancipatórios e democráticos sendo antagônica as vertentes tradicionais de ensino (CARVALHO, 2004; LIMA, 2009). E é neste ponto que Paulo Freire concede sua contribuição para as ações de EA, o diálogo como construção do conhecimento formando educandos críticos, autônomos e tomadores de decisões ecologicamente corretas.

Paulo Freire buscou concretizar um processo educativo que favorecesse à libertação da consciência e do homem, diferente daquele que meramente deposita conhecimentos criando uma falsa realidade dos indivíduos (FOCHEZATTO e CONCEIÇÃO, 2012). Assim, no processo educativo cuja finalidade é a libertação da consciência oprimida é necessário dialogicidade entre o educador e o educando. É válido ressaltar que o diálogo é utilizado pelos indivíduos com objetivo de comunicação, tanto para o mundo quanto para outros homens, tornando-se assim rotineiro e potencializando-o para ser uma ferramenta primordial para o ensino-aprendizado. O sujeito cuja consciência passa pelo processo de libertação e busca “ser mais” sente a necessidade

de aprender e ensinar a dialogar (FOCHEZATTO e CONCEIÇÃO, 2012). Para este fim, os educadores devem estar abertos a novas experiências de diálogo, visto que a antidialogicidade e a dialogicidade são maneiras de atuar contraditórias, portanto, implicam em teorias igualmente inconciliáveis (FREIRE, 1987). O Quadro 1 abaixo evidencia as principais diferenças das duas vertentes de educação ambiental supracitadas, isto é, a conservadora e a crítica.

Quadro 1. Caracterização e diferenças da educação ambiental conservadora e crítica.

Conservadora	Crítica
<p>Transmissão de conhecimentos;</p> <p>Comportamentalista;</p> <p>Visão fragmentada entre sociedade e natureza;</p> <p>Transmissão de conhecimentos ambientalmente corretos.</p>	<p>Diálogo como forma de aprendizagem;</p> <p>Reflexiva e política;</p> <p>Análise da complexidade de realidades.</p> <p>Aspectos políticos, sociais, econômicos, históricos e culturais;</p> <p>Transformação social para a construção democrática de “sociedades sustentáveis”.</p>

Fonte: Adaptado de Silva Marinho (2016, p. 15).

Os fundamentos pensados por Paulo Freire tiveram e têm por objetivo esclarecer ao educando o seu papel no mundo e levá-lo a perceber a presença da opressão para que possa lutar contra ela (SANTIAGO, 2006). Portanto, a educação tem por objetivo participar da transformação social modificando realidades, modificando educadores e educandos num ato de emancipação humana (SANTIAGO, 2006). Em suma, as contribuições de Paulo Freire são revolucionárias e possuem como base que: “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996; p. 24-25).

## O valor cultural dos crocodilianos como ferramenta conservacionista

Deuses, vilões e figuras mágicas, culturalmente eram representados ora sob forma humana, ora sob a forma animal e considerados sagrados ou perigosos. O culto a tais animais era um aspecto importante da religião popular e remonta a épocas pré-históricas. Os homens da pré-história respeitavam os fenômenos da natureza e as características amedrontadoras ou admiráveis dos animais, seja a ferocidade do leão, a força do crocodilo ou os desvelos da vaca com sua cria. A adoração de divindades sob a forma zoomorfa, ou seja, sob forma de animais, é vista pela primeira vez por volta da metade do IV milênio a.C. (SANTOS e LOCKS, 2005). Dessa época foram encontradas sepulturas de animais, tais como chacais, gazelas, carneiros e touros, arranjadas

com bastante cuidado e contendo oferendas. No final daquele milênio, a forma associando os elementos animais aos elementos humanos é atestada, podendo aparecer a divindade com corpo humano e cabeça de animal (SANTOS e LOCKS, 2005).

Presente em diferentes culturas, o jacaré permeia o imaginário das comunidades remotas e atuais, com base em histórias, lendas e mitos, alcançando as gerações seguintes, através de assembleias e reuniões familiares, como forma de interação social. No Vale do Nilo, no Egito antigo, o crocodilo – *Crocodylus niloticus* (Laurenti, 1768) – possuía grande destaque entre os animais da fauna egípcia que causaram mais temor aos habitantes, visto que esteve presente no cotidiano desta região, era incorporado nas histórias como personagem fundamental, como no “Conto dos Dois Irmãos”, onde um lago com crocodilos, criado pelo deus Rá, separava Bata do seu irmão mais velho, Anúbis, que queria matá-lo por traição (ARAÚJO, 2000).

Nos Textos das Pirâmides, um deus crocodilo chamado *Sobek*, filho da deusa *Neit-Mehit-Uret*, era representado comumente de duas formas: antropozoomorfa (homem-animal) e zoomorfa (Figura 1). Outra forma menos comum, de representação do deus crocodilo, é a hierococéfala, ou seja, com o corpo de um crocodilo e cabeça de um falcão (PAYSÁS, 1989). Considerado um deus dinástico - associado aos faraós - foi cultuado por diversos povos, em muitas regiões, sob inúmeros nomes, formas e associado a profusos poderes (SANTOS e LOCKS, 2005).



Figura 1: Representação de *Sobek*, o deus crocodilo, em alto relevo na parede do Templo de *Kom Ombo*, (180 a 47 a.C.), a ele dedicado e também ao deus *Hórus*, no sul do Egito. Foto: Mairon Giovani.

No Brasil, na mitologia dos índios Yanomamis, o jacaré era representado como o poderoso detentor do fogo que por egoísmo foi banido para a vida nas águas frias (WILBERT e SIMONEAU, 1990). Já para o povo indígena Katukina, grupo étnico que habita o Estado do Acre, a história do “Jacaré que serviu de ponte”, traz de forma lúdica o personagem de um jacaré muito grande, como amigo confiável que ajuda os humanos na travessia de um rio, sendo traído e se vingando dos mesmos (ACRE, 2002). Outra etnia indígena da mesma região, os Kaxinawá, possuem uma narrativa semelhante, cuja única diferença é a ausência da vingança por parte do jacaré (ACRE, 2002). Além disso, a representação dos crocodilianos como poderosos e impiedosos ainda ganha espaço em histórias e filmes, como a Cuca em O Sítio do Pica-Pau-Amarelo, de Monteiro Lobato ou o crocodilo algoz do Capitão Gancho, nos filmes de Peter Pan (SANCHEZ, 2017).

As referências a esses répteis não se restringem às lendas, mitos e contos infantis, sendo encontrados em antigos vestígios arqueológicos, desde o Período Neolítico (ca. de 10.000 a 4.000 a.C.), como artefatos e figuras esculpidas em pedras ou cerâmicas (SANTOS e LOCKS, 2005). Além disso, há representações que exibem o animal como presa e predador, demonstrando sua importância no equilíbrio do meio ambiente (TIRADRITTI, 1998). Diante de tamanha expressividade cultural relacionada à figura do jacaré, é inequívoca a relevância desse animal para as sociedades antigas e contemporâneas, seja em sua manifestação mítica ou quanto à importância ambiental.

## **A utilização dos crocodilianos brasileiros como espécies bandeira**

Das 26 espécies de crocodilianos existentes no mundo (UETZ et al., 2020), seis delas ocorrem no Brasil: *Caiman crocodilus*, *Caiman latirostris*, *Caiman yacare*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus* e *Paleosuchus trigonatus*. Apesar de todas estarem listadas na categoria LC (Menos Preocupante), no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018), as populações naturais de jacarés sofrem impactos de diversas ações antrópicas, como a caça ilegal, a alteração e destruição de seus habitats (p. ex.: criação de barragens, desmatamentos e fogo criminoso), bem como a expansão descontrolada das fronteiras agrícolas (BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019 e suas referências). Ademais, podem colonizar ambientes alterados pelo homem, tornando-se expostos a poluentes, doenças emergentes e conflitos urbanos. Portanto, este é um cenário grave para ações de conservação das populações de crocodilianos brasileiros (ALVES et al., 2012).

Do outro lado, os jacarés têm papel fundamental na biodiversidade, não pela quantidade reduzida de espécies, mas por sua abundância nos rios e lagos, por sua atribuição ecológica, seu valor cultural e por suas importâncias econômica e social reconhecidas (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Ações de conservação junto à população e aos órgãos detentores de recursos são facilitadas quando espécies bandeira são utilizadas, sobretudo as espécies



consideradas “guarda-chuva”, assim, trabalhando com a preservação e conservação dessas espécies, todo o ecossistema em que elas estão inseridas é beneficiado, pois suas exigências ecológicas englobam também as exigências das demais espécies que ocorrem no seu ambiente (ROCHA et al., 2009). No Brasil, os crocodilianos podem ser utilizados como espécies bandeira para a conservação de biomas como Mata Atlântica, Pantanal, Amazônia e os Pampas, onde naturalmente eles ocorrem (BASSETI, 2006).

Inseridos em uma complexa cadeia trófica, os jacarés brasileiros possuem papel ecológico de controle populacional de diversas espécies, sendo predadores de insetos, moluscos, mamíferos, aves, peixes, anfíbios e outros répteis (BASSETTI e VERDADE, 2014). Além disso, os jacarés servem como fonte energética, quando seus ovos, filhotes e adultos são predados por outros animais, e suas fezes podem enriquecer as águas onde vivem com matéria orgânica, fornecendo alimento para uma série de organismos que mantém o equilíbrio do ecossistema (BASSETTI e VERDADE, 2014).

A utilização sustentável dos recursos naturais faunísticos surge como recurso de valorização para a conservação de ambientes naturais, utilizando as espécies com potencial econômico, como o jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) (VERDADE, 2004). Sua preservação com intenção de conservação através do uso econômico, acaba por beneficiar espécies sem potencial econômico que vivem no mesmo ambiente, como a onça-pintada (*Panthera onca*) ou o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) (VERDADE, 2004). A educação e regulamentação dos povos tradicionais, que utilizam de forma histórica a caça dos jacarés para sua subsistência, é imprescindível e possui grande influência na preservação destas e outras espécies. O encorajamento do cuidado para com a preservação como recurso serve de desestímulo para a caça e exploração ilegais, que culminaria no desaparecimento de espécies, afetando todo o ecossistema (ALVES et al., 2012).

## Difusão científica como plataforma educacional

Um dos grandes desafios da pesquisa é ser amplamente difundida, nos diferentes meios, sem perder a precisão e rigor científico, porém, com linguagem acessível, fazendo com que esta seja uma ponte para a divulgação de ideias e não uma barreira (BIZZOCCHI, 1999). Bueno (1984) defende, como conceito amplo e abrangente, a difusão científica como todo e qualquer processo ou recurso utilizado para veiculação de informações científicas e tecnológicas. O conhecimento científico deve ser explorado e aplicado para a comunicação, podendo utilizar de uma abordagem não-técnica, visando alfabetizar cientificamente o indivíduo, fazendo-se capaz de ser empregado em ações de educação em prol da conservação do meio ambiente (TARGINO, 1997).

Vale enfatizar que estamos diante de uma expansão veloz do mundo digital, onde essas modernas tecnologias facilitam a difusão científica e o acesso de um maior número de pessoas

ao conhecimento. Assim, a produção do trabalho intelectual é acelerada, mas muitas vezes, com prejuízo na profundidade e qualidade de dados, que se perdem em um mar de informações, criando uma nova cultura científica no mundo contemporâneo (RUBIM, 2008).

A produção científica é vista como parte integrante das transformações da sociedade, na medida em que a ciência é propulsora do desenvolvimento social, político e econômico de uma nação. Torna-se obrigação do meio científico a disseminação da ciência de forma acessível, objetivando melhorar as condições sociais da população, sobretudo quando o financiamento para a pesquisa advém de verbas públicas (PORTO, 2009). É preciso formar indivíduos críticos que reflitam sobre a ciência, entendendo melhor o que está em meio à sua complexidade, que é fruto das circunstâncias e condições de um determinado estágio de saber, em determinada época e lugar, assim propondo uma nova maneira de ver o mundo (ZAMBONI, 2001). Para isso, faz-se necessária a democratização do conhecimento científico, facilitada pelo uso da transposição de uma linguagem extremamente específica para uma acessível à maioria, levando-se em consideração o entendimento de que o acesso às informações técnico-científicas pode contribuir com a melhoria da qualidade de vida (BORTOLIERO, 2009).

Para abordagem da difusão científica devemos entender os diversos perfis de público a serem atingidos, os níveis de discursos a serem utilizados e os canais ou veículos para tal (ROCHA et al., 2009). Dentro do processo de comunicação, os públicos mais distintos são caracterizados por especialistas, sendo estes familiarizados com os temas, os conceitos e o próprio processo de produção da ciência e tecnologia, e os leigos, que não tem obrigatoriamente formação técnico-científica que lhe permita compreender conceitos das informações especializadas (BUENO, 2010).

Ações estratégicas para efetiva difusão científica com impactos na EA tornam-se importantes na conservação da fauna. Com destaque para proteção dos répteis, é importante incentivar a criação de material educativo, como sites de *internet*, livros e folhetos, que possibilitem desmistificar a figura perigosa destes animais para a população. Intervenções desse tipo são particularmente importantes para essa ordem de animais comumente considerada indesejada. Assim, o esclarecimento junto à comunidade se torna pertinente não apenas em termos de preservação, mas também para prevenir a perseguição aos répteis em geral (ROCHA et al., 2009).

Importantes projetos conservacionistas brasileiros trabalham a EA como forma de difusão científica e alfabetização ecológica, tendo em vista a sensibilização da população quanto às suas ações e impactos no meio ambiente. A inserção de nomes científicos, *status* de conservação, distribuição, uso sustentável de recursos, interações ecológicas e conceitos biológicos em filmes, livros, dinâmicas e oficinas voltadas à EA, são exemplos bem-sucedidos amplamente utilizados. O conhecimento científico somente torna-se útil quando aplicado de forma prática em benefício da vida, por isso, a difusão científica deve ser priorizada, sabendo que as mudanças necessárias serão realizadas por todos.

## Iniciativas de educação ambiental e difusão científica para a conservação dos jacarés no Brasil

Mesmo sendo um dos países com a maior biodiversidade do mundo, o Brasil, ironicamente, não possui investimentos públicos suficientes para programas de conservação, de EA ou políticas públicas de proteção que atendam à sua fauna e flora. Alterar o atual panorama de degradação ambiental sem apoio político e financeiro é um desafio para os pesquisadores e conservacionistas brasileiros, que lutam diariamente para manter as pesquisas em andamento, em nome de uma sustentabilidade socioambiental. Desta forma, os projetos que trabalham com conservação no Brasil, acabam por utilizar de métodos alternativos para captação de recursos, através de parcerias privadas e/ou autônomas, como opção para manter suas atividades em execução.

### Projeto Caiman: Jacarés da Mata Atlântica - ES

Reconhecido dentro e fora do Brasil, o Projeto Caiman – Jacarés da Mata Atlântica (<https://www.imd.org.br/projeto-caiman>), é um projeto de pesquisa e conservação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), no Espírito Santo. É desenvolvido pelo Instituto de Ensino Pesquisa e Preservação Ambiental Marcos Daniel (IMD), uma associação civil sem fins lucrativos, reconhecida pelo Ministério da Justiça como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP).

Formado por médicos veterinários, biólogos, paleontólogos entre outros profissionais especializados das mais diversas áreas, o projeto foi criado com a desejo de conhecer mais sobre a biologia, medicina, hábitos e comportamentos do jacaré-de-papo-amarelo, de forma a contribuir não somente à sua conservação, mas do ambiente em que a espécie está inserida. De modo pioneiro no estado, busca através da pesquisa científica, do manejo destes animais, da EA e da formação de jovens pesquisadores através de programas de estágio e iniciação científica, gerar conteúdo inovador para ações e políticas públicas conservacionistas (NÓBREGA e SANTOS, 2017).

No Centro Ecológico Projeto Caiman, situado no Parque Municipal da Fazendinha, bairro Jardim Camburi, em Vitória, ES, são realizadas atividades de pesquisa, ecoturismo e EA com escolas da região, promovendo a familiarização com os jacarés, com os ambientes aquáticos e as interações ecológicas, através de exposição de peças biológicas, apresentações, jogos e brincadeiras. Os alunos das escolas visitantes têm a oportunidade de aprender com os pesquisadores em um espaço projetado em harmonia com o meio ambiente (IMD, 2019).

O Projeto Caiman produziu o livro “O jacaré-de-papo-amarelo – Guia para Educação Ambiental”, em formato de *e-book*, contendo informações essenciais para capacitar professores e educadores ambientais no desenvolvimento de ações de EA, utilizando o jacaré-de-papo-

amarelo como uma espécie bandeira (NÓBREGA et al., 2017), tornando o jacaré em um personagem carismático, além de um “herói ecológico”, a fim de proporcionar uma ampla difusão científica de informações relevantes sobre a espécie, de forma sustentável e gratuita à sociedade.

No que toca ao conteúdo do livro, o Projeto Caiman executa ações de EA em escolas de ensino infantil, fundamental e médio na região metropolitana de Vitória. As atividades são interdisciplinares e expõem aos discentes informações e situações problemas que acontecem nos jacarés e em seus habitats. O objetivo principal é promover a mudança de percepção e atitude sobre questões socioambientais, sensibilizando e conseqüentemente, formando cidadãos críticos e autônomos, tomadores de decisão ecologicamente corretas (Figura 2).

Diferentes públicos requerem metodologias diferentes como instrumento de ensino-aprendizagem. Para o ensino infantil um teatro de fantoches foi elaborado. No roteiro, os personagens estão sempre interagindo com o público e então, informações essenciais são propagadas de forma lúdica para as crianças. A ludicidade é um fator primordial nesta metodologia, visto que, o desenvolvimento da criança ocorre a partir da diversão e das brincadeiras e jogos (Figura 3).



Figura 2: Evento de educação ambiental realizado no Centro Ecológico Projeto Caiman, Parque Municipal da Fazendinha, Jardim Camburi, Vitória, ES. Foto: Leonardo Merçon – Instituto Últimos Refúgios (2018).



Figura 3: Educadores do Projeto Caiman realizando ação de educação ambiental com jacaré, em escola do município da Serra, ES. Foto: Leonardo Merçon – Instituto Últimos Refúgios (2018).

Para o ensino fundamental e médio, rodas de conversa, totens educativos, vídeos, maquetes e palestras são elaboradas e realizadas (Figura 4).



Figura 4: Pesquisadores do Projeto Caiman realizando ação de educação ambiental, no município da Serra, ES. Foto: Leonardo Merçon – Instituto Últimos Refúgios (2018).

Rotineiramente, diferentes planos de trabalho são utilizados de acordo com as instituições e suas necessidades (Figura 5). Além disso, diversos jogos educativos como de “Ajude o Jacaré” (um jogo de tabuleiro em grande escala), “Jacaré Quente” (atividade com perguntas e respostas com pelúcia de jacaré, trabalhando a coletividade e a coordenação motora), quebra-cabeça, máscara do jacaré, fantoches de papel e jogo da memória (Figura 6).

Desta forma, o Projeto Caiman alcançou a marca de mais de 1 milhão de pessoas contempladas diretamente através do programa de EA e difusão científica, consolidando-se como um dos maiores programas de EA e difusão científica realizados por programas de conservação no Brasil.



Figura 5: Crianças observando invertebrados na lupa durante ação de educação ambiental do Projeto Caiman, no município da Serra, ES. Foto: Leonardo Merçon – Instituto Últimos Refúgios (2018).



Figura 6: Crianças se divertindo com jogos lúdicos sobre a conservação dos jacarés, durante ações de educação ambiental do Projeto Caiman, no município de Vitória, ES. Foto: Leonardo Merçon – Instituto Últimos Refúgios (2018).

## Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés - AM

O Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés, é uma iniciativa brasileira desenvolvida pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), enquadrado como Organização Social, fomentado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, visa a geração de informações biológicas e ecológicas trabalhando com quatro espécies de jacarés amazônicos, o jacaré-açu (*Melanosuchus niger*), o jacaretinga (*Caiman crocodilus*), o jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) e o jacaré-coroa (*Paleosuchus trigonatus*) (IDSM, 2019).

Através de ações de pesquisa sobre a dinâmica populacional, distribuição e o uso de habitat, a biologia e ecologia reprodutiva, genética de populações, saúde e o uso de recursos, são desenvolvidas estratégias de conservação junto às comunidades nas Reservas Mamirauá e Amanã (Figuras 7 e 8). Além de artigos e teses frutos desses trabalhos, o instituto produziu dois livros para difusão científica e EA, disponibilizados em seu site ([www.mamiraua.org.br/programa-jacares](http://www.mamiraua.org.br/programa-jacares)), intitulados: “A mortalidade de jacarés e botos associada à pesca da piracatinga na Região do Médio Solimões – Amazonas, Brasil” e “João e os jacarés amazônicos”, com abordagens diferenciadas para públicos diversos, tais livros consideram os jacarés amazônicos como centro de discussão, a fim de despertar um olhar conservacionista nos seus leitores (IDSM, 2019).



Figura 7: Atividade para construção de matriz SWOT do manejo de jacarés, Setor Jarauá, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM. Foto: João Carvalho.



Figura 8: Atividades de mapeamento participativo para zoneamento de manejo comunitário de jacarés, Setor Caruara, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM. Foto: Vanessa Schmitt.

### **Instituto Jacaré - RJ**

O Instituto Jacaré foi criado a partir de um projeto de mestrado (2006), que tinha como objetivo descrever a dieta e a contaminação por bioacumulação de metais pesados nos jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), que vivem no complexo lagunar de Jacarepaguá, Rio de Janeiro - RJ. A partir da iniciativa desse estudo inicial, o monitoramento da dinâmica populacional e os problemas envolvidos na redução de áreas de reprodução, alimentação e o uso dos jacarés em paisagens fragmentadas no município, foi continuado pela equipe formada, diante da percepção da importância dos jacarés no equilíbrio do ecossistema (Figura 9) (INSTITUTO JACARÉ, 2019).

Para angariar fundos, garantir e difundir o seu trabalho, o projeto elabora estudos acadêmicos e técnicos, cursos, eventos, treinamento, capacitação ambiental, campanhas e documentários com o auxílio de alunos de graduação e biólogos colaboradores (INSTITUTO JACARÉ, 2019). Ainda, o projeto realiza atividades de resgate de animais e sensibilização ambiental junto à comunidade (Figuras 10, 11 e 12). Maiores informações desse importante modelo de projeto conservacionista pode ser observado no site ([www.institutojacare.blogspot.com/p/sobre-nos.html](http://www.institutojacare.blogspot.com/p/sobre-nos.html)).





Figura 9: Manejo de jacarés para fins de monitoramento populacional, realizado por pesquisador do Instituto Jacaré, RJ. Foto: Ricardo Freitas-Filho.



Figura 10: Sensibilização ambiental junto à comunidade (crianças e adultos), utilizando um crocodiliano. Foto: Ricardo Freitas-Filho.



Figura 11: Trabalho realizado em conjunto com a comunidade de pescadores em Jaturnaíba, em Silva Jardim, RJ. A – Comunidade local posicionando os barcos sob o olhar do pesquisador (à esquerda). B – Pesquisador atento (à esquerda), anotando o trabalho realizado com pescadores locais. Fotos: Ricardo Freitas-Filho.



Figura 12: Ações de sensibilização ambiental utilizando jacarés-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) como modelo. A – Registro fotográfico de um grupo estudantil, após curso técnico. B – Sensibilização ambiental e informação sendo gerada após o resgate de um jacaré. Fotos: Ricardo Freitas-Filho.

### Projeto Jacaré - PE

Vale ressaltar, as ações educativas realizadas pelo Projeto Jacaré LIAR/UFRPE, em Pernambuco. Este projeto realiza, em cinco anos de atividades, exposições interativas e itinerantes, compostas por um acervo contendo animais taxidermizados, peças zoológicas conservadas, cartazes, cartilhas, jogos, cenários, oficinas diversas, acompanhamento de atividades de pesquisa, monitoramento, captura e soltura de jacarés. O projeto ainda atende quatro unidades de conservação (UCs), além de escolas públicas e privadas da região.

Com o objetivo de contribuir com a popularização da ciência e conservação da biota, o Projeto Jacaré possui como um de seus princípios, a socialização de suas pesquisas. Em uma das UC, por exemplo, foi possível organizar e publicar um “Guia de Répteis do Parque Estadual

de Dois Irmãos”, disponível de forma gratuita no site da UFRPE ([www.editora.ufrpe.br/guia-repteis](http://www.editora.ufrpe.br/guia-repteis)) com informações sobre o hábito, hábitat e curiosidades dos táxons de répteis da área (SANTOS et al., 2017).

Outra iniciativa de sucesso é a execução de ações educativas, unindo a cultura popular, divulgação científica e conservação dos jacarés na capital pernambucana, utilizando do carnaval mais diverso, multicultural e democrático do país. No dia do desfile do bloco carnavalesco “Jacaré da Beira Rio”, na área de concentração dos foliões, são montados estandes pedagógicos com entrega de material didático, contendo informações biológicas sobre os animais (Figura 13). Também, são realizadas atividades lúdicas de produção de máscaras, pintura de desenhos, fantoches, cartazes, vídeos e exposição de peças biológicas como, ninhos, ovos, filhotes, esqueletos, peles e jacarés (Figura 14).

O evento acontece na Região Metropolitana do Recife, que apresenta uma complexa área de drenagem, onde habitam duas espécies nativas de jacarés (*Caiman latirostris* e *Paleosuchus palpebrosus*), com registros de conflitos entre a população e estes animais. Por fim, a ação educativa, neste espaço não formal, objetiva desmistificar informações equivocadas que a população tem acerca dos jacarés e busca sensibilizá-la sobre a importância desses animais no ambiente.



Figura 13: Pesquisadores e colaboradores do Projeto Jacaré presentes no carnaval de Recife, PE. Fotos: Paulo Braga (Projeto Jacaré, 2018).



Figura 14: Integrantes do Projeto Jacaré realizando atividades lúdicas junto à comunidade, no carnaval de Recife, PE. Foto: Paulo Braga (Projeto Jacaré, 2018).

## Considerações Finais

Os projetos brasileiros que utilizam o jacaré como espécie bandeira, abraçam o grande desafio de transformar a figura de um réptil grande, de aparência feroz e “fria”, em um representante carismático e de fundamental importância para o equilíbrio ambiental.

Assim, os projetos trabalham com a conscientização da população, preconizando a construção de um sentimento de empatia para com este incrível animal, utilizando o jacaré como um símbolo de “proteção” do ambiente onde vive, bem como dos outros animais que o cercam.

Desta forma, a educação ambiental e suas implicações científicas aplicadas à conservação dos jacarés, tornam-se ferramentas imprescindíveis à preservação dos ecossistemas, servindo inspiração a outros projetos de pesquisa e conservação dentro e fora do Brasil.

## Agradecimentos

Ao Projeto Caiman e toda a sua equipe do Programa de Educação Ambiental e Difusão Científica, que no dia a dia, vem promovendo a mudança social e a reconciliação entre a sociedade e a natureza. Agradecemos as revisões e melhorias realizadas no texto, sugeridas pelos colegas André F. Barreto-Lima e Marcelo R. de D. Santos, bem como as imagens cedidas por: João Carvalho, Fernanda Silva, Leonardo Merçon, Mairon Giovani, Paulo Braga, Ricardo Freitas Filho e Vanessa Schmitt. A todos educadores ambientais do Brasil que dedicam suas vidas à conservação dos jacarés. Finalmente, agradecemos a *IUCN CSG Crocodile Specialist Group*, à empresa ArcelorMittal Tubarão, à Prefeitura de Vitória - ES e ao ICMBio.

## Referências

- ACRE. Comissão Pró-Índio (CPI) (Org.). **Índios no Acre: História e Organização**. Rio Branco, 2002.
- ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R.; VIEIRA, W. L. S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido brasileiro. *Tropical Conservation Science*, v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012.
- ARAÚJO, E. **Escrito para Eternidade: a literatura no Egito faraônico**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2000.
- BARCELOS, V. **Educação ambiental: sobre princípios, metodologias e atitudes**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.
- BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Org.). **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. Nova York: Nova Science Publishers, 1ª ed., 2019. p. 67-110.
- BASSETTI, L. A. B.; VERDADE, L. M. Crocodylia (Jacarés e Crocodilos). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Orgs.). **Tratado de Animais Selvagens**, 2ª ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 187-204.
- BASSETTI, L. A. B. Crocodylia (Jacaré, Crocodilo), Cap.10. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Orgs.). **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Roca, 2006, p. 120-134.
- BIZZOCCHI, A. L. Culture and pleasure: The place of science. *Ciência e Cultura*, v. 51, n. 1, p. 26-31, 1999.
- BORTOLIERO, S. O papel das universidades na promoção da cultura científica: formando jornalistas científicos e divulgadores da ciência. In: PORTO, C. (Org.). **Difusão e cultura científica: alguns recortes**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 270.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF:

Senado Federal. Acesso em 25/03/2019:<[https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_06.06.2017/art\\_225\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp)>.

BRASIL. Ministério da Educação. Programa Nacional de Educação Ambiental - ProNEA. 2005. Acesso em 05/05/2019, às 20:25: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea.pdf>>

BRASIL. Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. DOU 23/12/1996.

BRASIL. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 178º da Independência e 111º da República, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Meio Ambiente. Brasília: MEC/SEF, 1998b. Acesso em 30/04/19: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Secretaria da Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília, 542 p., 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2016. Acesso em 30/04/2019, às 14:00: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>>.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. Inf., Londrina, v.15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.

BUENO, W. Jornalismo científico no Brasil: o compromisso de uma prática independente. (Tese). São Paulo: Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, 1984.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004.

CRUZ, C. R.; BATTESTIN, C.; GHIGGI, G. A educação ambiental na teoria educativa Freireana. Revista do Centro das Ciências Naturais e Exatas, v. 14, n. 2, p. 3055-3060, 2014.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. B. Conservation implications of commercial hunting of Black and Spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve. Biological Conservation, v. 88, n. 1, p. 103-9, 1999.

DIAS, G. F. **Educação ambiental, princípios e práticas**. 8. Ed. Gaia. 2003.

- DIAS, L. S.; MARQUES, M. D.; DIAS, L. S. Educação, Educação Ambiental, Percepção Ambiental e Educomunicação. Cap.1. In: DIAS, L. S.; LEAL, A. C.; JUNIOR, S. C. (Orgs.). **Educação Ambiental: conceitos, metodologias e práticas**. São Paulo: ANAP, 2016. p. 12-44.
- FARIAS, A. M. B.; MAZZARINO, J. M.; OLIVEIRA, E. C. Educação ambiental e políticas públicas. Rio Grande do Sul: Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental, v. 30, n. 1, p. 179, 2013.
- FELDMANN, F. (Org.). **Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente**. 2ª ed. São Paulo: SMA. Série Entendendo o Meio Ambiente, v. 1. 1997.
- FOCHEZATTO, A.; CONCEIÇÃO, G.H. A Proposta da educação problematizadora no pensamento de Paulo Freire. IX ANPED SUL. 2012.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GADOTTI, M. Ecopedagogia, Pedagogia da Terra, Pedagogia da Sustentabilidade, Educação Ambiental e Educação para a Cidadania Planetária. 2009. Disponível em: <[http://www.apu.com.br/assets/imagens/publicacoes/Legado\\_Artigos\\_Ecopedagogia\\_Pedagogia\\_da\\_Terra\\_Moacir\\_Gadotti.pdf](http://www.apu.com.br/assets/imagens/publicacoes/Legado_Artigos_Ecopedagogia_Pedagogia_da_Terra_Moacir_Gadotti.pdf)>.
- GOTTARDO, R. M. S. A Educação Ambiental no Contexto da Secretaria Municipal de Educação: um estudo de caso do período de 1977 a 2000. (Dissertação). São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2003.
- GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. Educar em revista, n. 2, p. 147-162, 2006.
- ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2018. 4162 p.
- IDSMM – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ. Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés. Acesso em 17 de abril de 2019:< <https://www.mamiraua.org.br/programa-jacares>>.
- IMD – INSTITUTO MARCOS DANIEL. Seja bem-vindo ao Centro Ecológico Projeto Caiman. Acesso em 19 de abril de 2019:< <https://www.imd.org.br/centro-ecologico>>.
- INSTITUTO JACARÉ. Manejo e Conservação de Animais Silvestres. Acesso em 19 de abril de 2019:< <http://institutojacare.blogspot.com/p/sobre-nos.html>>.
- LAYRARGUES, P. P. Para onde vai a educação ambiental? O cenário político-ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica.

- Revista Contemporânea de Educação, v. 7, n. 14, p. 388-411. 2012.
- LEÃO, A. L. C.; SILVA, L. M. A. **Fazendo educação ambiental**. Recife: CPRH, 1995.
- LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- LIMA, G. F. C. Educação ambiental crítica: Do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. São Paulo. Educação e Pesquisa, v. 35 n.1, p. 145-163, 2009.
- LITTLE, P. E. (Org.). **Políticas Ambientais no Brasil: análises, instrumentos e experiências**. São Paulo. Brasília, DF: Lieb, 2003.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e “teorias críticas”. In: GUIMARÃES, M. (Org.) **Caminhos da educação ambiental: da forma à ação**. 5ª. ed. Campinas: Papyrus, 2011.
- LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. São Paulo: Cortez, 2014.
- MARTINEZ, P. H. **História ambiental no Brasil: pesquisa e ensino**. São Paulo: Cortez, 2006.
- MARINHO SILVA, A. C. A. Educação ambiental em parques urbanos da cidade de Goiânia/GO. (Dissertação). Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2016.
- MOUSINHO, P. Glossário. In: Trigueiro, A. (Coord.) **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante. 2003.
- NÓBREGA, Y. C. et al. (Orgs.). **O jacaré de papo amarelo: [recurso eletrônico]: guia para educação ambiental**. 1ª ed., Vitória: Instituto Marcos Daniel – IMD, 2017.
- NÓBREGA, Y. C.; SANTOS, M. R. D. Projeto Caiman Jacarés da Mata Atlântica. In: NÓBREGA, Y. C. et al. (Orgs.). **O jacaré de papo amarelo: [recurso eletrônico]: guia para educação ambiental**. 1ª ed. Vitória: Instituto Marcos Daniel - IMD, 2017.
- PAYSÁS, J. M. “Un ex-voto a Sobek en la colección Ogdon”. *Aegyptus Antiqua*, v. 6-7, p. 27-32, 1989.
- PORTO, C. M. (Org.). **Difusão e Cultura Científica: alguns recortes**. Salvador: EDUFBA, 2009. 230 p.
- REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2004.
- RHEINHEIMER, C. G. Um possível caminho... De uma educação ambiental convencional e conservadora para uma educação ambiental crítica e transformadora. *Revista Contrapontos*, v. 12, n. 2, p. 162-178, 2012.
- ROCHA, C. F. D.; KIEFER, M. C.; FILHO, J. D. B.; ARAÚJO, A. F. B.; SIQUEIRA, C. C.; SLUYS, M. V. Répteis e sua conservação no estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G.; FIDALGO, E. C. C.; ROCHA, C. F. D.; UZEDA, M. C.; COSTA M. B.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V., SANTOS, M. A.; COSTA, T. C. C.; COZZOLINO, A. C. R. (Orgs.).



**Estratégias e Ações para a Conservação da Biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Instituto Biomas, 2009. Cap. 13, p. 183-191.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e sustentabilidade. Rio Grande do Sul: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental REGET/UFSM, v. 5, n. 5, p. 857 - 866, 2012.

RUBIM, A. A. C. Políticas culturais do Governo Lula/ Gil: desafios e enfrentamentos. In: RUBIM, A. A. C.; BAYARDO, R. (Orgs.) **Políticas Culturais na Ibero-América.** Salvador, EDUFBA, 2008. p. 51-74.

SANCHEZ, C. Z. Mitos e lendas sobre os jacarés. In: NÓBREGA, Y. C. et al. (Orgs.). **O jacaré de papo amarelo: [recurso eletrônico]: guia para educação ambiental.** 1ª ed. Vitória: Instituto Marcos Daniel – IMD, 2017.

SANTOS, E. M.; CORREIA, J. M. S.; BARBOSA, V. N. (Orgs.) **Guia de Répteis do Parque Estadual de Dois Irmãos.** Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2017.

SANTOS, M. E.; LOCKS, N. Templos, crocodilos e múmias: ex-votos de Sobek da coleção do Museu Nacional. In: Revista Uniandrade: Especial História. Curitiba, v. 6, n. 1, p. 29-48, 2005.

SANTOS, M. R. D.; SANCHEZ, C. Z. A importância da educação ambiental para a conservação da natureza. In: NÓBREGA, Y. C. et al. (Orgs.). **O jacaré de papo amarelo: [recurso eletrônico]: guia para educação ambiental.** 1ª ed., Vitória: Instituto Marcos Daniel – IMD, 2017.

SANTIAGO, E. Formação, currículo e prática pedagógica em Paulo Freire. In: BATISTA NETO, J.; SANTIAGO, E. (Orgs.). Formação de professores e prática pedagógica. Recife: Editora Massangana, 2006.

SATO, M. Debatendo os desafios da educação ambiental. Rio Grande: Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 1, p. 14-33, 2001. Acesso em: 12/04/19. <<http://www.cpd1.ufmt.br/gpea/pub/DesafiosEA.pdf>>.

SIMONE, T.; ANICE, A. Histórico e evolução da educação ambiental, através dos tratados internacionais sobre o meio ambiente. v. 5, n. 2, Nucleus, 2008.

SORRENTINO et al. **Educação ambiental como política pública,** 2005.

TARGINO, M. G. The internet and society: Just another dream? Ciência e Cultura, v. 49, p. 252-262, 1997.

TIRADRITTI, F. (Org.). **Tesouros do Egito do Museu Egípcio do Cairo,** São Paulo: Manole, 1998. p. 34-35.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciados sobre o “ensino na educação básica”. Revista da Sbenbio, v. 12, n. 3, p. 130-143, 2010.

TOZONI-REIS, M. F. C. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. *Revista Ciências e Educação*, v. 8, n. 1, 2002.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação Ambiental: natureza, razão e história**. São Paulo: Autores Associados, 2004.

UNESCO/PNUMA. Seminário internacional de Educación Ambiental: Belgrado, Yugoslávia, 13-22 de Octubre, 1975. Paris, 1977.

UNESCO-UNEP. International strategy for action in the field of environmental education and training for the 1990s. Paris: UNESCO e Nairobi, 1987.

VERDADE, L. M. A Exploração da Fauna Silvestre no Brasil: Jacarés, Sistemas e Recursos Humanos. *Biota Neotropica*, v. 4, n. 2, 2004.

UETZ, P.; FREED, P.; HOŠEK, J. (Eds.) *The Reptile Database (2020)*. <http://www.reptile-database.org>. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/db-info/SpeciesStat.html> (acesso em fev/2021).

WILBERT, J.; SIMONEAU, K. **Folk literature of the Yanomami Indians**. Los Angeles, UCLA, 1990.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. Campinas: Autores Associados, 2



Foto: Rafael S. L. Barboza

## ETNOZOOLOGIA APLICADA À CONSERVAÇÃO DE JACARÉS

Rafael Sá Leitão Barboza, Ednilza Maranhão dos Santos, Jozélia Maria de Sousa Correia,  
Paulo Braga Mascarenhas Júnior

*“Jacaré come a onça e a onça come o jacaré, foi um trato que eles fizeram, quando o jacaré tá na terra, a onça pode comer que o jacaré nem se meche, agora se ela tiver atravessando o rio e o jacaré pega... já era”.*

(CAMPOS, 2008)

## Apresentação

A etnozoologia tem como foco o estudo das relações de diferentes culturas humanas com os animais (ALVES et al., 2010), que de forma direta e indireta está presente no pensamento e nas atividades de um povo (SANTOS-FITA e COSTA-NETO, 2007). O uso e o conhecimento referente aos crocodilianos vem sendo citado por diferentes comunidades tradicionais brasileiras, os verdadeiros detentores de conhecimento, todavia, ainda de forma bastante fragmentada (ALVES et al., 2010).

Este estudo tem como objetivos três grandes desafios: 1) analisar, com base na literatura, o uso e o conhecimento dos povos tradicionais brasileiros sobre os crocodilianos, evidenciando a distribuição das informações pelas regiões do país e as principais espécies envolvidas; 2) como a etnozoologia pode direcionar ações importantes para a conservação dessas espécies no Brasil; e 3) convidar à iniciação do “jacarólogo” (apelido informal do pesquisador que estuda jacarés) neste tema tão rico e muitas vezes negligenciado, deixando de lado o conhecimento tradicional adquirido ao longo de gerações. Infelizmente, a bibliografia não aprofunda a imensidão do universo que é a diversidade étnica do conhecimento indígena, apenas algumas pinceladas.

Ainda é prática comum, pesquisadores em campo levarem em suas mochilas hipóteses já formuladas, favorecendo a “obstrução dos canais de investigação empírica” (POSEY, 1985). O conhecimento tradicional vai além do uso direto dos recursos naturais, transbordando pelo conhecimento do mato, do rio, das relações ecológicas e das nuances do dia a dia que os olhos treinados e atentos permeiam em seus “quintais” de milhares de hectares, e assim, cuidam da integridade física dos pesquisadores e os ensinam sobre os novos olhares da ciência aplicada à etnobiologia, especificamente a etnozoologia em sua pesquisa participante.

*“O jacaré é um alimento e uma medicina... ‘pra’ quem não conhece... não sei nem comparar com o quê... quem não entende, não sabe o que o jacaré é... viu como o jacaré é medicinal?... milhares e milhares desse pessoal que ‘trabalham’ com pesquisa ‘num’ sabe disso.”*

Informante (LEITE, 2010)

## Introdução

A relação do ser humano com os animais é muito antiga, já evidenciada pelos registros da arqueofauna (LYMAN, 1996) e das interações que estão gravadas nas pinturas rupestres, como movimento de caça e desenhos de animais (MARQUES, 1995). De maneira geral, a principal finalidade dessa relação era alimentação (i.e., proteína animal), e outras partes utilizadas secundariamente, como couro para confecção de vestimentas e ossos e chifres como adornos (MASON, 1899). Todavia, o uso de animais foi mais além pelos povos tradicionais, com a utilização de zoterápicos, ou seja, o uso de animais ou suas partes, para fins de cura (COSTA-NETO, 1999b).

O conhecimento sobre a fauna envolve aspectos naturais, sobrenaturais e culturais, produzindo mitos e lendas que integram o imaginário com o real, sendo uma importante ferramenta para entender as relações e contribuir com a manutenção e sobrevivência da biodiversidade (PEZZUTI et al., 2004; MOURÃO et al., 2006; ALVES et al., 2010). O conhecimento tradicional é de suma importância para as estratégias de manejo que se fundamentam na participação e sustentabilidade das comunidades. Segundo Alcorn (1995) e Diegues (1999), a maior biodiversidade do planeta é encontrada em paisagens ocupadas pela humanidade, no cinturão tropical. A ciência que vem trabalhando com mais afinco com esse foco é a etnobiologia, que denomina o “saber” e o “saber-fazer” dos povos tradicionais, tanto em comunidades isoladas, rurais, quanto urbanas, e tem a premissa de transmitir oralmente o conhecimento empírico e imaterial às futuras gerações (DIEGUES, 1996). Os estudos da etnobiologia vêm contribuindo significativamente para a ciência, principalmente como estratégias de conservação e manutenção dos recursos naturais (PIRES et al., 2010).

Assim, o conhecimento tradicional é transmitido oralmente entre gerações, não se enquadrando em categorias e subdivisões precisamente definidas, como as que a biologia tenta artificialmente organizar, e ainda, princípios da linguística são utilizados para investigar a percepção do ambiente pelo ser humano (POSEY, 1987; BALÉE, 1992; DIEGUES, 2010). Desta forma, a etnobiologia, como parte da etnociência, vem sendo estruturada a cada dia com as suas diversas ramificações, tais como a etnozootologia (ex.: etnoherpetologia, etnoornitologia, etnoictiologia, etnoentomologia, zoterápicos, medicina etnoveterinária, etc), a etnoecologia, a etnobotânica e outras (BAUDALF, 2006).

A Etnozootologia é o estudo do conhecimento e cognição típicos de uma dada cultura e os significados do uso e conhecimento sobre os animais nas sociedades humanas (STURTEVANT, 1964). Tal ciência, envolve transdisciplinaridade dos pensamentos e percepções (conhecimentos e crenças) dos sentimentos (representações e sensações afetivas) e dos comportamentos (ações ou atitudes), tendo como direcionamento, obter informações das relações da humanidade e sua cultura com as espécies de animais de determinados ecossistemas (MARQUES, 2002). Campos (1994) comenta que é o estudo da ciência zoológica do “outro”, construída a partir do referencial de saberes adquiridos e traduzidos pela academia. Já para Ellen (1998), seria o

“estudo” (i.e., o conhecimento empírico a partir de experiências) do que as pessoas sabem sobre os animais e que não é ensinado pela ciência.

As metodologias utilizadas nas pesquisas em etnobiologia/zoologia utilizam ferramentas robustas, desde a coleta até a análise dos dados, fornecendo complementariedade às informações qualitativas e quantitativas, e métodos etnocientíficos, buscando caracterizar os enfoques emicista (ênfase no ponto de vista dos informantes) e eticista (ênfase no ponto de vista dos pesquisadores) (MARQUES, 2001, 2002; ALBUQUERQUE et al., 2008).

A relação entre o ser humano e os crocodilianos é bastante antiga. Por exemplo, no Egito antigo, era cultuado um deus com cabeça de crocodilo chamado Sobek, e crocodilos eram embalsamados e enterrados em sua reverência. Também, há registros de armaduras e vestimentas de couro de crocodilianos no Egito e moedas com crocodilos do Império romano (DRAYCOTT, 2010). No Estado do Piauí, há registros por meio de pinturas rupestres demonstrando interação ou observação entre ameríndios e supostamente crocodilianos, que datam cerca de 12 mil anos passados (GUIDON, 1989; FAURE, 2009; FORTIER, 2011). Outros registros arqueológicos, demonstram o seu uso antigo na dieta e fabricação de instrumentos para usos específicos, como as pontas de projéteis confeccionadas por diáfises de ossos (ex.: fêmur, rádio e úmero) de *Caiman yacare* encontradas no Pantanal (PEIXOTO e SILVA, 2017). Ainda, Prestes-Carneiro et al. (2015) encontraram vestígios de *C. crocodilus* no sítio arqueológico Hatahara (750-1230 D.C.), no Estado do Amazonas, provavelmente usados na dieta. Cerâmicas Tapajoara, no Estado do Pará, foram encontradas com imagens antropozoomórficas, com inúmeras classificações e interpretações, incluindo jacarés (ROOSEVELT, 1988; SCHAAN, 2012) (Figura 1).

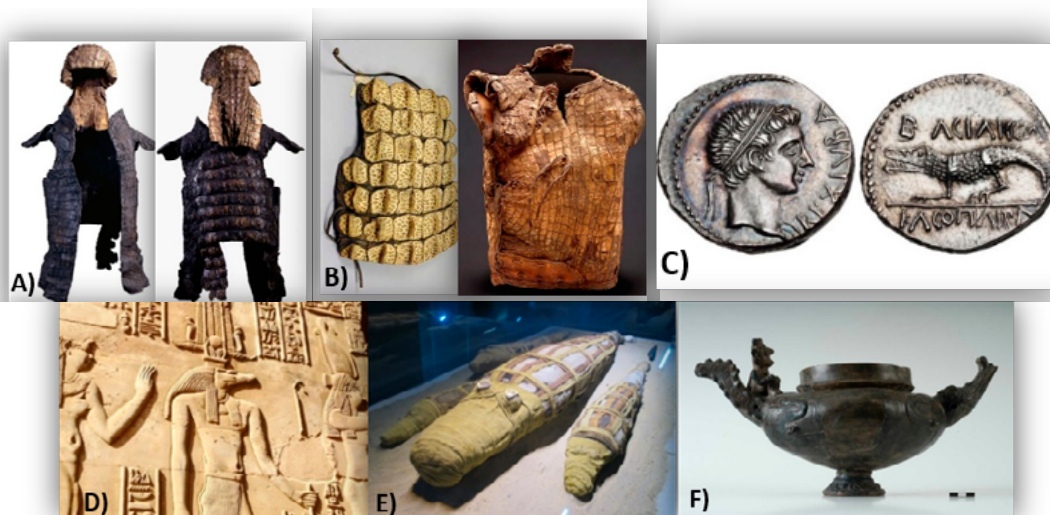


Figura 1: Imagens retratando a relação antiga entre o ser humano e os crocodilianos. A) e B) armaduras e vestimentas de couro de *Crocodilus niloticus* com osteodermas, no Egito antigo; C) moedas do Império Romano; D) representação do deus Sobek e E) crocodilos mumificados no Egito antigo; F) cerâmica Tapajoara, Santarém - PA, Brasil. Fontes: Draycott (2010); Coinworld (2018); Antigo Egito (2018); Flickr (2018); Nptbr (2018).

Apesar dos crocodilianos serem considerados animais fascinantes em muitas culturas, em outras, são considerados abomináveis e nada carismáticos, devendo-se principalmente às notícias tendenciosas da mídia, à competição pelo recurso/pescado, aos prejuízos econômicos em petrechos de pesca (redes de pesca principalmente) e animais de criação, à sua aparência com dentes expostos, aos incidentes, por ser predador topo de cadeia e, muitas vezes, pelo ser humano tornar-se presa (BARBOZA et al., 2013). Segundo morador local no estado do Piauí, o jacaré é considerado “Bicho feio...” / “...Perigoso” (LUZ, 2012).

Normalmente, quando os entrevistados são questionados sobre as interações com os jacarés, estes são citados com menor frequência nas interações positivas, enquanto nas negativas são mais citados, associados a nojo, medo e perigo (RABELO JÚNIOR et al., 1998; PEDROSO JÚNIOR, 2002; BASTOS et al., 2016). Algumas metodologias podem ser empregadas para compreender melhor essa percepção dos moradores locais sobre as relações com os animais, uma delas são os mapas mentais ou cognitivos, submetidos principalmente às crianças (Figura 2). Eles funcionam como representação gráfica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos presentes na paisagem, de acordo com a experiência cultural, afetiva e familiar de cada um (NIEMEYER, 1994; MAROTI, 2002).

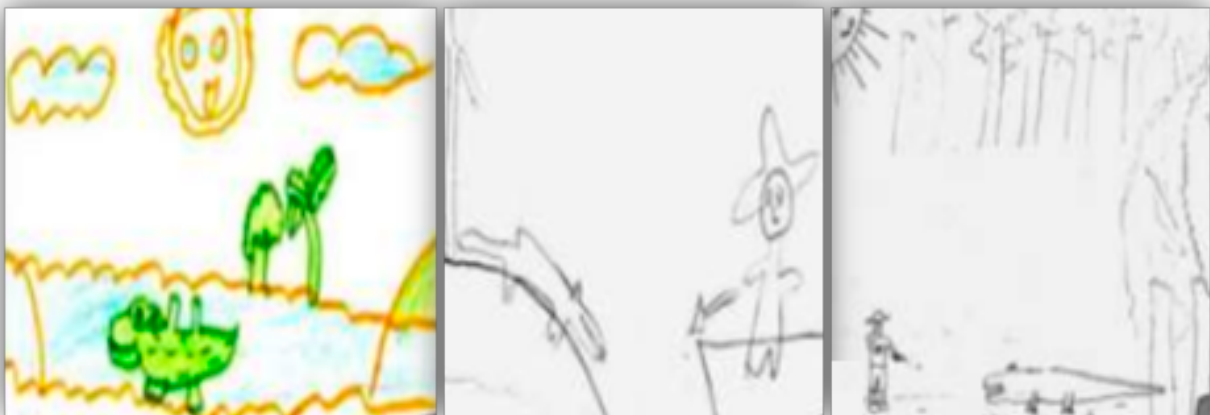


Figura 2: Mapas cognitivos da percepção das crianças sobre os jacarés com o ambiente e com os seres humanos. Fonte: Reproduzido de Leite (2010).

Na várzea do Baixo Rio Amazonas, Estado do Pará, os ribeirinhos citaram os jacarés como os animais que mais promoveram prejuízos econômicos em petrechos de pesca e perda de animais domésticos e de criação (ex.: galinha, pato, porco, gado, cavalo e cachorro), motivando uma análise da estimativa de prejuízo econômico por família. Assim, o prejuízo médio por família foi de R\$ 290,00/ano, chegando até R\$ 4.000,00/ano/família, principalmente nos petrechos de pesca (Barboza, R.S.L., dados não publicados).

## Conhecimento tradicional e uso múltiplo dos produtos de jacarés

Normalmente, populações tradicionais convivem lado a lado, compartilhando e competindo no mesmo nicho que a biota e acabam conhecendo profundamente sobre a ecologia das espécies, seus diversos usos e, muitas vezes, até nomeiam e classificam as espécies de acordo com seus próprios critérios (DIEGUES, 2010).

Nas diferentes regiões do Brasil há uma maneira peculiar para se denominar (nome vulgar) cada uma das espécies de jacarés:

1. ***Caiman crocodilus***: jacaré-tinga – Amazônia e Nordeste (VELASCO e AYARZAGUENA, 2010); quiba, crocodilo, jacu e carneirinho-d’-água – Delta do Parnaíba (LEITE, 2010);
2. ***Caiman latirostris***: jacaré-do-papo-amarelo – Brasil (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010);
3. ***Caiman yacare***: crocodilo-do-pantanal e jacaré-do-pantanal – Pantanal (RABELO JÚNIOR et al., 1998);
4. ***Paleosuchus palpebrosus***: jacaré-paguá, jacaré-do-mato – Chapada Diamantina, BA (MOURA, 2002); jacaré-pedra, jacaré-de-dois-rabos, biri-biri e quiri-quiri – Rio Negro, AM (CAMPOS, 2008); tiri-tiri, diri-diri e jacaré-de-dois-rabos – Santarém, PA (Barboza, R.S.L., dados não publicados); jacaré-preto – Lapão, BA (BARBOSA et al., 2014); crocodilo - APA Marimbus/Iraquara, BA (COSTA-NETO, 2000), jacaré-preto, jacaré-ferro, jacaré-tiritiri – Brasil (CAMPOS e MAGNUSSON, 2013);
5. ***Paleosuchus trigonatus***: jacaré-coroa, jacaré-pedra, jacaré-preto – Amazônia (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010);
6. ***Melanosuchus niger***: jacaré-açu – Amazônia (THORBJARNARSON, 2010).

“... Tem mapinguari, tem curupira, tem a cobra grande, tem o biri-biri, o jacaré que tem dois rabos, esse não é sobrenatural, ele existe, a força dele gritar é grande, só que ele é pequeno.”

Informante referindo-se a *P. palpebrosus* (CAMPOS, 2008)



Há ainda, regiões que os moradores acabam classificando os animais em diversos grupos, como “os que vivem na terra” e “os que vivem na água”. Os que vivem na água são todos peixes, porém os jacarés são considerados “bichos com placas” (CAMPOS, 2008).

Como os moradores locais coexistem com a fauna, sejam caçadores, pescadores, agricultores, extrativistas, etc, detém um importante conhecimento empírico sobre a ecologia dos crocodilianos, identificam que os jacarés preferem as áreas marginais dos corpos hídricos, com dependência do ambiente terrestre para confecção dos ninhos, e que algumas espécies, como o jacaré-açu, também nidificam em vegetação flutuante (macrófitas aquáticas), conhecidas popularmente por matupás (VILLAMARÍN et al., 2011; FREITAS et al., 2015). Citam que sua alimentação varia de acordo com seu tamanho, sendo a dos adultos composta principalmente por presas maiores (ex.: peixes, cágados, marsupiais, marrecas, jaçanã, etc) e a dieta dos filhotes resume-se a presas pequenas como caramujos, insetos e peixes (LUZ, 2012). Também, identificam o processo de termorregulação nos períodos mais quentes; reconhecem o dimorfismo sexual, indicando que os machos são maiores que as fêmeas, e que há uma diferenciação sexual através do odor emitido pela cloaca; comentam que ao inserir o dedo na cloaca, o odor do macho é mais agradável que o da fêmea, parecendo um “perfume” (LUZ, 2012).

Nas frases abaixo é fácil identificar o conhecimento dos moradores locais acerca de algumas características da ecologia de crocodilianos, como comportamento associado à vocalização, intolerância à salinidade, cuidado parental, ecologia reprodutiva, forrageio e termorregulação.

*“Dizem que os jacarés chocam os ovos com os olhos.” /*

*“[...]em janeiro, fevereiro, março e abril já têm jacarezinho na lagoa.” /*

*“[...]já vi comendo rã, mas acredito que come peixe, camarão... o pessoal conta que ele come os filhotes ‘das garça’ que cai do ninho na água... filhotes devem comer insetos e peixes... uma vez eu coloquei um peixe num anzol e veio um filhote de jacaré.” /*

*“[...]fazem barulho, fêmeas, filhotes e machos, quando brigam... ele faz um barulho com a boca e também bate o rabo na água.” /*

*“O jacaré tinga fica na terra se aquecendo.” /*

*“[...]no verão eles se ‘interra’ todinho dentro daqueles buraco de folha, fica cobertinho de folha [...].” /*

*“[...]eu vi jacaré uma vez na praia, quando a enchente leva... mas ele mesmo, só no salobro, dentro do sal mesmo ele não vai não, porque ele fica cego”.*

Informante (LEITE, 2010)

Essa relação íntima que as populações tradicionais possuem com os animais, também demonstra uma dualidade intrigante, por apresentarem grande repulsa e, ao mesmo tempo, inestimável importância cultural, nutricional, medicinal, ecológica, além de outras. Por meio de pesquisas em etnobiologia e estudos arqueológicos, foram identificadas diversas formas de uso dos jacarés e suas partes, para uso próprio e/ou comercialização: alimentação, zooterapia (tratamento de doenças com as partes dos animais), usos mágico-religiosos, tratamento de doenças em animais de criação, confecção de adornos e artesanato, fabricação de utensílios de caça e pesca, bem como isca para pescar, utensílios domésticos, como animais de criação (*pets*) e para conservar canoas com o uso de sua gordura, etc (Figuras 3 e 4; Quadro 1).



Figura 3: Diferentes usos das partes ou simbologia dos jacarés pelos povos indígenas no Estado do Pará. A) Colar de tucumã com referência a jacarés - povo indígena Mundurukú, PA; B) Colar de osteodermas, provavelmente de *Paleosuchus trigonatus* - povo indígena Zoé, PA; C) Jacaré de criação (*pet*), *P. trigonatus*, povo indígena Mundurukú, PA. Fotos: Rafael S. L. Barboza (2018).

*“Tem gente que não pode ver um jacarezinho, dizem que carne boa é de jacaré novo, então eles estão sumindo”*

Informantes (CANDIDO e MIZIGUCHI, 2017)

*“Aqui tem-se o costume de comer o jacaré por completo, mas sem as vísceras, o couro, a cabeça, as pernas... fica só o esqueleto do jacaré com a carne... então você pega, corta e põe pra ferver e desfia a carne, separa a carne do esqueleto do jacaré pra comer”, “pega o jacaré, tira a carne, salga, bota no sol, seca...”, “tem ‘uns pedaço’ de gordura de uma banda a outra dele, que dá vontade de matar jacaré todo dia, de bom que é...”*

Informante (LEITE, 2010)



Figura 4: Jacarés abatidos em áreas rurais no Estado do Pará. A) e B) *Caiman crocodilus* mortos para alimentar cães e por retaliação, pela destruição de redes de pesca em Santarém, PA (2010); C) *Melanosuchus niger* morto por representar risco aos moradores em Jacareacanga, PA (2018). Fotos: Rafael S. L. Barboza (2018).

Os jacarés são apreciados na alimentação em praticamente todo o Brasil (SMITH, 1981; MARQUES, 2001; SILVA, 2007; LEITE, 2010; ALVES et al., 2011), porém com predileções distintas para cada região; enquanto alguns estudos citam que 94% dos entrevistados consomem jacarés, como no Rio Grande do Sul (LUZ, 2012), outros citam baixas frequências de consumo (0,9%), como no Parque Nacional do Jaú – AM (PEZZUTI et al., 2004). A alimentação consiste em sua maioria de carne, e em algumas regiões, dos ovos (KOSLOWSKY, 1895; OLIVEIRA, 1995; VILLAMARÍN et al., 2011; CARVALHO JUNIOR et al., 2017) (Figura 5). Quando os jacarés são mortos, suas partes e produtos são ou deveriam ser aproveitados para usos diversos, mas muitas vezes, suas partes não são aproveitadas devido ao medo da fiscalização (FITTER, 1986; ALVES et al., 2013; BARBOZA et al., 2013) ou por tabu alimentar (SILVA, 2007, 2008; PEZZUTI, 2013).

*“Tem um cheiro ruim”, “o bicho fede que só”, “eu já experimentei e não vai”, “eu nunca comi, não tenho vontade”, “tem carne dura, tem um ‘pichezinho’ de formiga”, “eu já comi e não deu certo”, “porque não vai mesmo”.*

Informante (SILVA, 2007)

Segundo a Hipótese da Universalidade Zooterápica, toda população que possui um sistema médico estruturado, utiliza recursos faunísticos para fins medicinais (curativo, protetivo e preventivo), fundamentado no conhecimento tradicional (MARQUES, 1994), seja de forma alternativa ou como componentes de medicamentos alopáticos (ADEOLA, 1992). Desta forma, cerca de 40% dos medicamentos prescritos possui componentes extraídos de plantas, animais, fungos e microrganismos (WILSON, 1995).

A zooterapia faz parte de um sistema médico tradicional (*folk*) bastante complexo, com práticas populares de saúde, simpatias, profilaxias mágico-religiosas em todos os continentes (COSTA-NETO e MARQUES, 2000). As informações e práticas zooterápicas são transmitidas entre gerações pela oralidade, intercomunicando-se com as culturas as quais convivem (COSTA-NETO, 1999b). A partir da década de 80, várias publicações no Brasil vêm enfatizando a importância da zooterapia para os povos tradicionais em diferentes regiões (HANAZAKI et al., 2009).

As feiras ou mercados livres são sistemas abertos, suscetíveis a receber influências e estão em constante transformação, também são detentores de riquíssima biodiversidade mesclada ao conhecimento zooterápico, principalmente pela partilha do saber (PRESS, 1978). Muitas vezes, os vendedores não são as mesmas pessoas que capturam os animais (ALMEIDA e ALBUQUERQUE, 2005), assim, aumenta o número de pessoas envolvidas na cadeia produtiva, desde a extração, preparo do produto e sua comercialização. Parte dos zooterápicos citados nos estudos é proveniente de feiras livres, os quais são expostos sob forma de fragmentos, partes ou misturados a outros produtos, dificultando a identificação dos animais a nível de espécie pelos pesquisadores (PINTO e MADURO, 2003; ALMEIDA e ALBUQUERQUE, 2005; BAÍA JUNIOR, 2006; MENDES, 2010; OLIVEIRA et al., 2010) (Figura 5).

*“[...]aqui carne de caça é vendido livremente na feira, é só você ir ali que o senhor encontra tatu sendo vendido. De manhã cedo, tinha carne de jacaré sendo vendida também, mas já acabou, pois tem grande procura pela população. Aqui a fiscalização não existe, o comércio ‘rola’ solto[...]”*

Informante (MENDES, 2010)

*“[...]no mercado da quarenta, em Parnaíba, antes e depois da proibição... só que o negócio é o seguinte... depois da proibição era vendido com outro nome... eles diziam: ‘olha o carneirinho.’”*

Informante (LEITE, 2010)



Figura 5: Produtos de jacarés comercializados em feiras livres no Brasil. A) e B) carne seca/salgada e *in natura* de *Melanosuchus niger* e *Caiman crocodilus*, em Abaetetuba, Pará. Reproduzido de Baía Junior (2006); C) Gordura de jacaré e D) e couro (*Paleosuchus palpebrosus*) no Nordeste. Fonte: Reproduzido de Alves (2009).

Enquanto a carne é primariamente utilizada para alimentação, outras partes são usadas para diversos fins, principalmente na medicina tradicional. As principais partes dos jacarés usadas com finalidades de cura ou preventivos são a gordura (banha, ou óleo), os ossos, couro, pênis (também conhecido como vergalho ou prego), escamas, a cauda e parte das vísceras (ou tripas). Essas partes citadas foram indicadas para tratamento de cerca de 40 enfermidades do tipo neurológica, circulatória, dérmica, digestiva, respiratória, dores em geral, infecções e inflamações em geral, etc (Quadro 1). Os medicamentos zoterápicos apresentados podem ser utilizados como uso tópico externo, chás, defumadores, torrado e misturado o pó na cachaça, na água ou caldo, entre outros (COSTA-NETO, 1999a; TERRA e REBÊLO, 2005; ALVES e ROSA, 2007; SILVA, 2008; FERREIRA et al., 2009; HANAZAKI et al., 2009; BARROS et al., 2012; PEZZUTI, 2013; OLIVEIRA e SOUZA, 2014; COELHO et al., 2017).

Apesar do conhecimento ser transmitido através de geração em geração e estar consolidado por anos, alguns autores alertam que medidas sanitárias deveriam ser consideradas, afim de evitar possíveis zoonoses e reações tóxicas e/ou alérgicas (ALVES e ROSA, 2005).

*“[...]o caldo da ossada do jacaré pra reumatismo não existe igual... jacaré é d’água e por isso não tem reumatismo... a minha sogra queria ‘bebê’ o caldo do osso dele, porque tinha dor no joelho... jogam a ossada no fogo e aí ela tomou aquele caldo fininho da ossada... a banha nós ‘peguemo’ e ‘passamo’ na ‘véia’, ‘demo’ banho nela todinha com a banha e ela não sentiu mais dor no joelho”.*

*“[...]o couro do jacaré, se você ‘vê’ uma pessoa ‘atentada do demônio’, um espírito mau, você pega o couro dele e faz um ‘difumador’ e dá naquela pessoa e pronto, ‘dipressa’ ele se levanta”.*

Informante (LEITE, 2010)

Outra finalidade bastante difundida do uso dos produtos de jacarés representa um significado mágico-religioso, descrito por alguns autores que reúne práticas religiosas, místicas, rituais e mitos (Quadro 1). Tais práticas concebem funções sociais e simbólicas ligadas ao uso dos produtos, os quais demonstram diferentes percepções sobre saúde e doenças em distintas culturas (ALBUQUERQUE, 1997; ALVES et al., 2010; COSTA-NETO, 2011).

As partes dos animais são utilizadas para elaborar remédios ou amuletos, como forma de cura ou para precaver problemas que possam surgir. Os dentes são citados com maior frequência, como principal componente das práticas mágico-religiosas, principalmente para proteção contra serpentes; gordura e couro também são citados. Crânios também são utilizados pendurados nas paredes de residências e comércios para afugentar espíritos e proteger o ambiente. As demais indicações citadas foram amuletos contra “mau olhar” (“pegado” ou “quebrante”), para facilitar o sono e auxiliar o crescimento da primeira dentição das crianças (MOURA, 2002; TERRA e REBÊLO, 2005; ALVES et al., 2007; MOURA e MARQUES, 2008; SILVA, 2008; LEITE, 2010; ALVES TELES et al., 2013; CAMPOS e MUNIZ, 2019).

Quando os componentes animais ou vegetais são utilizados para o tratamento de doenças em animais de criação, denomina-se medicina etnoveterinária. Por se tratar de um tema bastante específico, o uso de jacarés e seus produtos para tratamento de animais no Brasil, foram obtidos poucos resultados durante a pesquisa. Os tratamentos citados resumiram-se em doenças em geral, feridas e para retirar espinhos em gatos, cachorros, gado, equinos e caprinos, sendo utilizados apenas gordura e couro (SOUTO et al., 2011). De forma interessante, os dentes foram descritos para serem pendurados na crina do cavalo para evitar picadas de cobra (Barboza, R.S.L., dados não publicados).

Diversos outros tipos de uso dos produtos dos jacarés foram descritos por etnobiólogos, a extração de gordura para conservação de canoas, como fixadora de perfumes e na iluminação doméstica em candeeiros, o uso dos testículos para produção de essências, do couro como recipiente para transportar e trabalhar com argila e para fazer forros em tamborete, banco e bolsas, dos ossos (fêmur, rádio e úmero) para confecção de pontas de flechas e ponteiras de zagaia ou lança; o uso de jacarés de estimação (principalmente os jovens) e uso da carne e vísceras como isca para capturar quelônios e peixes (Quadro 1) (KOSLOWSY, 1895; FLORENCE, 1948; SMITH, 1981; OLIVEIRA, 1995; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; REBÊLO et al., 2005; LEITE, 2010; LUZ, 2012; BARBOSA et al., 2014; PEIXOTO e SILVA, 2017).

*“Valentes agressores da onça, procuram de princípio enfurecê-la, fazendo-lhe a flechadas, ligeiros ferimentos: quando a fera irritada se atira, o Guató a espera de pé quedo e crava-lhe a zagaia, lança curta armada de um osso de jacaré ou espigão de ferro, conseguido por troca com os brasileiros”.*

(FLORENCE, 1948, p.146-149)

*“[...]quando eu era criança, quando eu morava na ilha das batatas, ‘nós tinha tamborete’ coberto com couro de jacaré”, “[...]aqui na Ilha já vi bolsa do couro de jacaré[...].”*

Informante (LEITE, 2010)

Quadro 1: Principais usos de jacarés por povos tradicionais brasileiros, conforme a espécie, parte usada, indicação, local (estado) e referência.

Uso	Espécie	Parte utilizada	Indicação	Local	Fonte
Zooterápico	Cc, Cl, Pp, Pt, Mn	Gordura/banha, carne, dente, couro, pênis/vergalho/prego, escama, osso, cauda/catana/cabo, intestino/tripas.	Reumatismo, ferimentos, pernas fracas, criança que não anda logo, psicoativos, entorse, tensão muscular, acidentes cérebro-vasculares, derrame/ “doença de criança”/doença do vento, convulsões infantis, epilepsia, doenças respiratórias (pneumonia, tuberculose, bronquite, asma/cansaço), gripe, doenças circulatórias (hemorroidas, trombose), processos inflamatórios, inchaço, tumor, fraqueza nos ossos/osteoporose, impotência sexual, dor de parto, dor na coluna, dor de ouvido, dor de garganta, contra impureza no sangue (sai em forma furúnculo), picada de cobra, dor de picada de cobra, mordida de jacaré, ferrada de arraia, cálculo renal, distúrbios menstruais, pitiríase, diarreia, lepra, cólicas, erisipele, artrose, Mal de <i>Parkinson</i> , inchaço.	RDS Tupé, Médio Rio Negro e Barcelos (AM), Santarém, Abaetetuba, RESEX Riozinho Anfrísio (PA), Boa Vista (RR), Planaltina (DF), Chapada Diamantina, APA Marimbus/Iraquara, Itagi, Feira de Santana/Teodoro Sampaio/Ipuaçu (BA), Carolina e Balsas (MA), Barra Grande (PI), Crato e Juazeiro do Norte (CE), Natal (RN), APA Barra do Rio Mamanguape e Campina Grande (PB), Serra Talhada, Santa Cruz do Capibaribe e Recife (PE), Cananea/Iguape e Juréia (SP) Maquine (RS).	<b>a</b>
Mágico-Religioso	Cc, Cl, Pp, Mn	Dentes, gordura, couro, crânio.	Amuleto/proteção contra serpentes e suas picadas, facilita o sono, contra mau olhado/pegado/quebrante, facilitar crescimento da primeira dentição em crianças, proteção e afugentar maus espíritos.	RDS Tupé e Médio Rio Negro (AM), Santarém-PA, Chapada Diamantina, APA Marimbus/Iraquara-BA, Feira de Santana/ Teodoro Sampaio/Ipuaçu e Pankararé (BA), Carolina, Balsas e São Benedito do Rio Preto (MA); Barra Grande (PI), Crato e Juazeiro do Norte (CE) e APA Barra do Rio Mamanguape (PB).	<b>b</b>
Etno veterinária	Cc, Cl, Mn, Pp	Gordura/banha, couro, dentes.	Doenças em geral, feridas e para retirar espinhos, na crina do cavalo para evitar picadas de cobra.	Santarém (PA) e Cariri (PB).	<b>c</b>
Outros	Cc, Mn, Pt, Pp, Cl, Cy	Gordura/banha, carne, ossos (fêmur, rádio, úmero), vísceras, couro, testículos, osteodermas, patas e indivíduo.	Fixador de perfumes, produção de essências, iluminação doméstica em candeeiros, conservação de canoa, ponta de projéteis, ponta de flecha, ponteira de zagaia/lança, couraça em forma de gamela para transportar e trabalhar com argila, forro para tamborete, banco, cadeira e bolsa, isca para captura de quelônios e peixes, alimentar cães, estimação ( <i>pet</i> ), chaveiro, adornos.	PN Jaú, RDS Mamirauá (AM), TI Kayabi (PA); TI Zoé (PA); Pantanal (MT), Carolina e Balsas (MA); Barra Grande (PI), Lapão (BA) e Maquiné (RS).	<b>d</b>

\* **Espécies:** Cl = *Caiman latirostris*; Cy = *Caiman yacare*; Cc = *Caiman crocodilus*; Mn = *Melanosuchus niger*; Pp = *Paleosuchus palpebrosus*; Pt = *Paleosuchus trigonatus*.

\*\* Optou-se por não contabilizar as citações que apontam alimentação, devido a generalização de uso de jacarés na dieta em todo o país com extensa ocorrência nas citações.

**a-** Piso, 1948 *apud* Silva et al., 2004; Smith, 1981; Costa-Neto, 1999a, b; Costa-Neto, 2000; Ramos, 2000; Moura, 2002; Costa-Neto e Resende, 2004; Terra e Rebêlo, 2005; Andrade e Costa-Neto, 2006; Alves e Rosa, 2007; Alves et al., 2008a, b; Moura e Marques, 2008; Silva, 2008; Alves, 2009; Ferreira et al., 2009; Hanazaki et al., 2009; Alves et al., 2010; Costa-Neto e Mota, 2010; Leite, 2010; Oliveira et al., 2010; Costa-Neto, 2011; Barros et al, 2012; Luz, 2012; Santos et al., 2012; Pezzuti, 2013; Oliveira e Souza, 2014; Coelho et al., 2017; Pinto e Maduro, 2003, Baía Junior, 2006; Campos e Muniz, 2019; Barboza, R.S.L., dados não publicados. **b-** Costa-Neto, 1996, 1999b, 2000; Moura, 2002; Terra e Rebêlo, 2005; Alves e Rosa, 2006, 2007; Alves et al., 2007; Moura e Marques, 2008; Silva, 2008; Leite, 2010; Costa-Neto, 2011; Alves Teles et al., 2013; Campos e Muniz, 2019; Barboza, R.S.L., dados não publicados. **c-** Souto et al., 2011; Barboza, R.S.L., dados não publicados. **d-** Koslowsky, 1895; Florence, 1948; Smith, 1981; Oliveira, 1995; Da Silveira e Thorbjarnarson, 1999; Rebêlo et al., 2005; Leite, 2010; Luz, 2012; Barbosa et al., 2014; Peixoto e Silva, 2017; Campos e Muniz, 2019; Barboza, R.S.L., dados não publicados.



## Estratégias de caça e comércio

É comum jacarés serem considerados “peixes” por muitos, porém, a estratégia de captura, é quem determina se o animal é caçado. Por exemplo, o uso de espingarda ou “zagaia” evidencia que o animal é uma caça (CAMPOS, 2008). Por mais que a caça seja uma prática não muito aceita e ilegal, é prática comum em todo o território nacional, seja cultural, para fins alimentícios, para zooterapia, por retaliação, comercialização, etc. Frente a complexidade e objetivo do tema central, não será abordada a legalidade sobre a caça nesse capítulo, assim, o foco deste tópico abordará os principais métodos utilizados na caça e posterior comercialização.

Muitas vezes, o que acontece é que são utilizadas técnicas pouco seletivas, as quais acabam promovendo a captura incidental de jacarés, como as redes de pesca (de espera ou de emalhar ou malhadeiras), redes de arrasto, tarrafas, tapagem de igarapés e anzóis de espera. Quando os animais são capturados dessa forma, geralmente são apanhados para consumo/comercialização ou mortos por retaliação, por ter destruído o petrecho de pesca ou “atrapalhado” a pescaria (LEITE, 2010; BARBOZA et al., 2013).

As principais técnicas de captura de jacarés são de procura ativa noturna, utilizando-se de um foco de luz, método comumente chamado de focar ou “faxiar”, mas também podem ser de espera, sem o feixe de luz. Abaixo seguem os principais métodos adotados por caçadores e povos tradicionais:

- Espingarda / Arma: normalmente utilizam espingardas calibre 12 a 28 (Rio Cueiras - AM, Delta do Parnaíba - PI, Maquiné - RS; CAMPOS, 2008; LEITE, 2010; LUZ, 2012);
- Zagaia / Azagaia: consiste em uma lança ou haste, podendo atingir 2,5m de comprimento, com tridente em uma das extremidades, normalmente é utilizado quando o animal está imerso (Pantanal - MT, Rio Cueiras - AM; OLIVEIRA, 1995; CAMPOS, 2008);
- Arpão: é uma lança ou haste grande com uma ponta farpada o qual pode ser fixa ou retrátil com corda presa a ele, normalmente é utilizado quando o animal está imerso (RDS Mamirauá - AM; Delta do Parnaíba - PI, Maquiné - RS, RESEX Ipaú-Anilzinho - PA; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; LEITE, 2010; LUZ, 2012; FIGUEIREDO e BARROS, 2016);
- Anzol / Linhão: captura de jacaré com anzol, o qual fica suspenso com a isca de carne podre, envolta por uma sacola e a outra extremidade da linha amarrada em uma vara ou taquara (Maquiné - RS; LUZ, 2012) (Figura 6);
- Anzol / Curumin: linha ou corda grossa com anzol na ponta, iscada com vísceras de peixe amarrado em um galho forte na margem do lago ou floresta alagada (Manacapuru - AM; CRUZ, 2007);
- Anzol / Rapazinho: técnica especializada para pescaria de pirarucu, os jacarés são

capturados incidentalmente. Um peixe é utilizado como isca, o qual fica na superfície da água e a linha fica amarrada em galhos de árvores ou na vegetação flutuante (Santarém - PA; SÁ, 2017);

- Anzol / Garatéia: método especializado para captura de jacarés que utiliza três anzóis amarrados um ao outro, são presos em cabo de aço ou linha grossa amarrado em uma vara na outra extremidade (Reservatório de Tapacurá - PE; Barboza, R.S.L., dados não publicados) (Figura 6);
- Espinhel: linha comprida com vários anzóis em paralelo. É um método não seletivo, o animal é capturado incidentalmente (Maquiné - RS; LUZ, 2012);
- Rede de pesca / de emalhar ou malhadeira ou espera e arrasto: método não seletivo, o animal morre incidentalmente, principalmente os juvenis. É o método em que os pescadores mais se queixam de prejuízos (Maquiné - RS, Santarém - PA; LUZ, 2012; BARBOZA et al., 2013);
- Manual: este método é utilizado com ajuda do facão, paulada ou cacete, para captura de indivíduos pequenos (Delta do Parnaíba - PI, Maquiné - RS, RDS Ipaú-Anilzinho - PA; LEITE, 2010; LUZ, 2012; FIGUEIREDO e BARROS, 2016).

*“Primeiro, acho que eles estão sendo afugentados por barcos de turismo muito grandes... a pesca, já vi algumas vezes alguém pescando com rede, aí pesca e mata o jacaré, porque ele se enrosca na rede e acabam matando ele... a caça também é um fato que contribui pra diminuição do número de jacarés... a poluição também, principalmente os agrotóxicos, porque quando você vai plantar arroz por exemplo, o pessoal joga agrotóxico adoidado nas plantações... o peixe come arroz, então eu acho que isso acaba afetando o jacaré de forma ‘direta’”.*

*“[...]ainda vai chegar num tempo em quem vê um jacaré é um feliz, é o mesmo que vê uma alma”.*

Informante (LEITE, 2010)

Historicamente a caça comercial de jacarés para o comércio internacional de couro foi o principal fator do declínio populacional das espécies no Brasil; registros estimam 4,5 milhões de indivíduos de *M. niger* abatidos de 1904 a 1969 (ANTUNES et al., 2016). Com a “Lei de Fauna” n. 5.197 de 3 de janeiro de 1967 e a Política Internacional de Controle da Importação de Peles é que os abates para comercialização foram quase banidos, embora a matança persista em algumas regiões. Assim, o produto mais comercializado ilegalmente hoje é a carne e suas partes para zooterapia ou práticas mágico-religiosas.



Figura 6: Alguns métodos de captura de jacarés no Brasil; A) Linhão com anzol e isca de peixe (Maquiné, RS). Reproduzido de Luz (2012); B) *Caiman crocodilus* abatido para consumo (Rio Negro, AM). Reproduzido de Campos (2008); C) e D) Garatêia utilizada para captura de *Caiman latirostris* (Reservatório de Tapacurá – PE). Fotos: LIAR/UFRPE (2016).

Em geral, os produtos são vendidos em feiras livres ou são realizadas encomendas e o preço da carne e outros produtos variam de acordo com a região. Em algumas localidades, a carne de jacaré é vendida em espaços públicos como peixe salgado (pirarucu), variando de 2 a 5 reais/Kg (Abaetetuba, PA; BAÍA JUNIOR, 2006). O preço vendido da carne salgada, pelo caçador, varia de 75 centavos (Alenquer, PA; Barboza, R.S.L., dados não publicados) a 1,09 reais/Kg e normalmente, são realizadas por encomendas, onde o sal é deixado para os caçadores pelos barqueiros, antes do abate (RDS Mamirauá, AM; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Em outras localidades, a carne fresca pode ser encontrada em feiras livres ou encomenda

direto ao caçador, variando de 3 a 12,50 reais/Kg no Delta do Parnaíba, PI (LEITE, 2010), de 15 a 20 reais/Kg em Maquiné, RS (LUZ, 2012) e por 20 reais/Kg qualquer corte, exceto a cauda, que custa 30 reais/kg na região do RVS Gurjaú, PE (FRAGOSO et al., 2018).

O couro de jacaré pode ser encontrado nas feiras livres em pequenos pedaços vendidos por um real e inteiro por até 30 reais (Feira de Santana, BA, Planaltina, DF; ANDRADE e COSTA-NETO, 2006; COSTA-NETO e MOTTA, 2010).

*“A gente matava ‘pra’ vender o couro, era o ganho da rapaziada, era um ganho certo. A gente matava jacaré em todos esses lagos aqui... quando estava secando a gente ia ‘pro’ lago Grande matar jacaré. Às vezes passava a noite com a lanterna, matava, as vezes levava até sal ‘pra’ salgar o couro, nós que ia passar dois, três dias por lá, tinha que levar o sal pra salgar o couro. Se fosse perto e pudesse voltar logo, não precisava levar o sal, porque a gente ia logo vender no comércio. Tem que salgar o couro bem salgado, se não salgar nesse período que ‘nós ia pro’ lago, o couro apodrece, apodrece aquela carnizinha que fica. Se a canoa fosse grande, a gente passava até uma semana [...].”*

Informante (CRUZ, 2007)

## **Gestão da informação associada ao conhecimento tradicional**

O respeito e interesse pelo conhecimento tradicional possui diversos componentes, os quais estão crescendo a cada dia, dialogando com a ciência moderna e subsidiando informações para estruturar temáticas da Biologia da Conservação, manejo dos recursos naturais, bioprospecção, patentes e coparticipação em ganhos comerciais (ALVES e ROSA, 2005). O conhecimento médico tradicional pode facilitar o acesso à novos fármacos, assim, a zooterapia veem despertando grandes interesses comerciais, os quais acabam promovendo registros dessas práticas culturais e diversos testes de eficiência e eficácia farmacológica são realizados, gerando bilhões à indústria farmacêutica e de cosméticos (COSTA-NETO, 1999b; ALVES e ROSA, 2006, 2007b) É necessário garantir que os verdadeiros detentores do conhecimento recebam alíquotas justas se o conhecimento tradicional levar a ganhos comerciais e promover mecanismos para impedir a apropriação do conhecimento tradicional por parte de pessoas não autorizadas (ALVES e ROSA, 2005).

O conhecimento produzido pelas pesquisas em etnobiologia, especificamente na etnozologia, deve estar em consonância com a legislação brasileira que estabelece os

direitos e as obrigações relativos ao acesso ao patrimônio genético, à proteção e ao acesso aos conhecimentos tradicionais associados, e à repartição de benefícios regulamentados através da Lei nº 13.123, de 2015, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, referente ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). É um marco importante no combate à biopirataria no Brasil e uma ferramenta de desenvolvimento econômico, social, cultural e ambiental do nosso país, propiciando a conservação da biodiversidade com a participação de diversos setores da sociedade civil: empresarial, acadêmico, populações indígenas, comunidades e populações (ALBUQUERQUE, 2005; MMA, 2018).

Portanto, o grande desafio é garantir a proteção desse conhecimento produzido pelos etnobiólogos e etnoecólogos, a partir do conhecimento local, e solucionar diversos problemas práticos (legais e burocráticos) relacionados aos procedimentos e autorizações, sem impedir o desenvolvimento das pesquisas do Brasil nestas áreas essenciais.

## A etnozootologia e a conservação das espécies

A manutenção da biodiversidade nas regiões tropicais está relacionada diretamente ao modo de vida dos povos tradicionais (GOMEZ-POMPA, 1971; BALÉE, 1988, 1992a; DIEGUES et al., 2000), e ainda, muitas áreas ditas como “virgens” apresentam vestígios da interação humana (GOMEZ-POMPA et al., 1972). Excelentes exemplos são a “terra preta de índio”, como resultado da influência antrópica no enriquecimento ambiental (McMICHAEL, 2014) e os castanhais da Amazônia, que também são fortes indicadores do manejo ambiental humano (SHEPARD e RAMIREZ, 2011).

Algumas sociedades e seus ambientes naturais coevoluíram e alcançaram um equilíbrio mútuo, o qual fortalece a ideologia que a cultura e os saberes tradicionais contribuem para a manutenção da biodiversidade (DIEGUES et al., 2000). Alguns autores chamam de “etnobiobiodiversidade”, a riqueza da natureza que não é selvagem, nem intocada, a qual os humanos nomeiam, classificam e domesticam (DIEGUES, 2010). O conhecimento absorvido e transmitido entre gerações é aplicado comumente no manejo dos ecossistemas, pela seleção de plantas nos quintais (ex.: temperos, medicinais, ornamentais, mágico-religiosas); manejo das plantas na floresta (ex.: seleção de áreas para roçados, plantas de interesse não derrubadas, árvores com fins alimentícios); manejo da caça e pesca (ex.: seleção de adultos, técnicas de captura mais seletiva, pesqueiros mais produtivos, áreas proibidas). Enfim, pelo modo de vida tradicional rico em experiências, fruto da adaptação ao uso e conservação do ambiente natural.

A demanda criada pelo uso dos recursos, para alimentação e pela medicina tradicional, é amplamente difundida, promovendo o comércio de “biorecursos” como uma possível ameaça de sobre-exploração dos recursos naturais (ALMEIDA e ALBUQUERQUE, 2005), principalmente às espécies ameaçadas, pois para a obtenção do zooterápico, muitas vezes é necessária a morte do animal (SILVA e MARQUES, 1996).

Talvez a escala comercial seja um dos limites entre a sustentabilidade do uso alimentar e tradicional dos zooterápicos e a sobre-exploração dos recursos, pois deve ser levado em consideração práticas sustentáveis, espécies ameaçadas envolvidas, manejo do ambiente e dos recursos, aculturação e perda do uso das práticas tradicionais, pois, se o papel dos zooterápicos é cuidar da saúde humana, é necessário que a biodiversidade esteja presente em ecossistemas saudáveis (ALVEZ e ROSA, 2005). Muitas vezes, as próprias práticas culturais baseadas em crenças locais e nos tabus podem favorecer à conservação de espécies exploradas (SOUTO et al., 2011).

Os detentores do conhecimento tradicional não só possuem *expertise* sobre o uso de recursos naturais como podem intervir em políticas sobre o tema (ALVES e ROSA, 2005). Práticas que aliam o conhecimento científico ao conhecimento empírico (local, tradicional, indígena, etc), que promovam o etnomanejo ou manejo de base comunitária, com abordagens *bottom up* (com iniciativas e protagonismo de base), possuem mais chance de darem certo, devido à experiência de erros e acertos cometidos pelos próprios usuários dos recursos naturais (McGRATH et al., 1993; DIEGUES, 2010; CASTELO et al., 2013; MIORANDO et al., 2013).

*“A conexão ser humano-jacaré é permeada de contradições e ambiguidades, pois o animal tanto pode constituir-se em fontes de recursos, possibilidades de riscos e até competição por recursos comuns. A base para uma relação mais harmoniosa entre ambos está diretamente ligada ao resgate do etnoconhecimento e suas formas de repasse, ao respeito pelos especialistas nativos, à fiscalização informativa e aos projetos de conservação de ampla escala, aliados ao desenvolvimento local sustentável.”*

Informante (LEITE, 2010)

## Considerações Finais

Este estudo representa uma visão sucinta do que o Brasil detém sobre o conhecimento tradicional, no que diz respeito à etnozootologia de jacarés, pois o país possui cerca de 18% de toda a biodiversidade do planeta, com mais de 200 grupos indígenas e diversas comunidades tradicionais, resultando em um enorme potencial medicinal com a conexão entre cultura e biodiversidade (ALVES et al., 2013).

De acordo com as informações apresentadas nesta revisão, os estudos etnozoológicos, especificamente com os jacarés, ocorrem predominantemente no Norte e Nordeste do Brasil, sendo pontuais e poucos os que tratam especificamente sobre este tema. De modo geral, pesquisas e monitoramento das populações de crocodilianos também são incipientes, não oferecendo dados sobre o real *status* de conservação desse grupo, em grande parte do território nacional.

Contudo, ainda é difícil determinar a influência da exploração dos crocodilianos sobre as populações locais, pois, como descrito, o uso dos jacarés tem grande importância na alimentação, comercialização, zoterápicos, práticas mágico-religiosas e até na etnoveterinária, com as particularidades de cada região. Ainda, a pressão adicional de caça sobre a fauna promovido pela demanda de consumo ou para uso medicinal pode levar ao declínio populacional de espécies de jacarés.

Por fim, os estudos etnozoológicos devem ser encorajados e, cada vez mais, devemos buscar diferentes perspectivas e percepções, visando subsidiar informações úteis para identificar as espécies de jacarés mais vulneráveis às pressões de uso, e assim, direcionar melhores estratégias de gestão para o uso controlado dos recursos naturais, bem como para garantir a conservação desses répteis.

## Agradecimentos

Agradecemos a revisão do Dr. André F. Barreto-Lima pelas excelentes e minuciosas contribuições textuais, ao LIAR/UFRPE pelas imagens cedidas, ao IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia), ao Coletivo Digital e ao ICV (Instituto Centro e Vida) pela oportunidade de vivenciar e compartilhar experiências com comunidades tradicionais ribeirinhas e indígenas.

## Referências

- ADEOLA, M. O. Importance of wild animals and their parts in the culture, religious festivals, and traditional medicine, of Nigeria. *Environmental Conservation*, v. 19, n. 2, p. 125-134, 1992.
- ALBUQUERQUE, U. P. **Etnobiologia e Biodiversidade**. NUPEEA- SBEE, 2005. 78 p.
- ALBUQUERQUE, U. P. Plantas medicinais e mágicas comercializadas nos mercados públicos de Recife-Pernambuco. *Ciência e Trópico*, v. 25, p. 7-15, 1997.
- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. C. C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. 2ª ed. Recife, NUPEEA, 2008. 324 p.
- ALCORN, J. N. Indigenous peoples and conservation. In: EHRENFELD, D. **Readings from conservation biology**. Blackwell Science, Londres, 1995. p. 20-22.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R.; ALBUQUERQUE, U. P. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil): um estudo de caso. *Interciência*, v. 27, n. 6, p. 276-285, 2005.
- ALVES, R. R. N. Fauna used in popular medicine in Northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 5, n. 1, 30 p., 2009.
- ALVES, R. R. N.; BARBOSA, J. A. A.; SANTOS, S. L. D. X.; SOUTO, W. M. S.; BARBOZA,

- R. R. D. Animal-based remedies as complementary medicines in Santa Cruz do Capibaribe, Brazil. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v. 8, n. 1, p. 44, 2008.
- ALVES, R. R. N.; BARBOSA, J. A. A.; SANTOS, S. L. X.; SOUTO, W. M. S.; BARBOZA, R. R. D. Animal-based based remedies as complementary medicines in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2011, p. 1-15, 2008. Article ID 179876. doi:10.1093/ecam/nep134.
- ALVES, R. R. N.; DIAS, T. L. P. Usos de invertebrados na medicina popular no Brasil e suas implicações para conservação. *Tropical Conservation Science*, v. 3, n. 2, p. 159-174, 2010.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Why study the use of animal products in traditional medicines? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 1, p. 5, 2005.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. From cnidarians to mammals: The use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 107, p. 259-276, 2006.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Zootherapeutic practices among fishing communities in North and Northeast Brazil: A comparison. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, n. 1, p. 82-103, 2007a.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Zotherapy goes to town: the use of animal-based remedies in urban areas of NE and N Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 113, p. 541-555, 2007b.
- ALVES, R. R. N.; OLIVEIRA, M. G. G.; BARBOZA, R. R. D.; LOPEZ, L. C. S. An ethnozoological survey of medicinal animals commercialized in the markets of Campina Grande, NE Brazil. *Human Ecology Review*, v. 17, n. 1, 2010.
- ALVES, R. R. N.; OLIVEIRA, T. P. R.; ROSA, I. L. Wild animals used as food medicine in Brazil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, p. 1-121, 2013.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L.; SANTANA, G. G. The role of animal-derived remedies as complementary medicine in Brazil. *BioScience*, v. 57, n. 11, p. 949-955, 2007.
- ALVES TELES, D.; RODRIGUES, J. K.; ALVES TELES, E. Uso místico-religioso da fauna comercializada em feiras livres nos municípios de Crato e Juazeiro do Norte, Ceará, nordeste do Brasil. *Etnobiologia*, v. 11, p. 3, 2013.
- ANDRADE, J. N.; COSTA-NETO, E. M. O comércio de produtos zoterápicos na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas* v. 6, (Etnobiologia), p. 37-43, 2006.
- ANTIGO EGITO. 2018. Disponível em: <<https://antigoegito.org/deussobek/>>. Acessado em: 07/09/2018.
- ANTUNES, A. P.; FEWSTER, R. M.; VENTICINQUE, E. M.; PERES, C. A.; LEVI, T.; ROHE, F.; SHEPARD, G. H. Empty forest or empty rivers? A century of comercial hunting in Amazonia. *Science Advances*, v. 2, p. 1-14, 2016.



BAÍA JÚNIOR, P. C. Caracterização do uso comercial e de subsistência da fauna silvestre no município de Abaetetuba, PA. Belém - PA. (Dissertação). Belém: UFPA. 126p., 2006.

BALÉE, W. Indigenous adaptation to Amazonian palm forests. *Principes*, v. 32, n. 2, p. 47-54, 1988.

BALÉE, W. Indigenous history and Amazonian biodiversity. In: STEEN, H. K.; TUCHER, R. P. (Eds.). **Changing tropical forest: historical perspectives on today's challenges in Central and South America**. Durhan: Forest History Society, 1992. p. 185-197.

BARBOSA, A.; OLIVEIRA, D. S. C.; OLIVEIRA, C. R. M. Uso tradicional da fauna silvestre do município de Lapão - Bahia. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 118-133, 2014.

BARBOZA, R. S. L.; REBÊLO, G. H.; BARBOZA, R. S. L.; PEZZUTI, J. C. B. Plano de manejo comunitário de jacarés na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém - PA, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 215-26, 2013.

BARROS, F. B.; VARELA, S. A. M.; PEREIRA, H. M.; VICENTE, L. Medicinal use of fauna by a traditional community in the Brazilian Amazonia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 8, p. 37, 2012.

BASTOS, P. C. R. R.; PALHA, M. D. C.; FONSECA, M. J. C. F.; SILVA, A. S. L. etnozoologia e educação ambiental para escolas da Amazônia: experimentação de indicadores quantitativos. *Trabalho Educação e Saúde*, v. 14, n. 3, p. 825-848, 2016.

BAUDALF, C. Etnobiologia no Sul do Brasil: onde estamos e para onde vamos? In: KUBO, R. R.; BASSI, J. B.; SOUZA, G. C.; ALENCAR, N. L.; MEDEIROS, P. M.; ALBUQUERQUE, U. P. (Orgs.) **Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia**. Recife: NUPEEA/Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, v. 3, 2006. 284 p.

CAMPOS, M. A. A. Cruzando ecologias com os caçadores do Rio Cuieiras: saberes e estratégias de caça Baixo Rio Negro, Amazonas. INPA. (Dissertação). Manaus: INPA, 111 p., 2008.

CAMPOS, M. D. Fazer o tempo e o tempo do fazer: ritmos em concorrência entre o ser humano e a natureza. *Silveira Martins. Ciência e Ambiente*, v. 8, p. 7-33, 1994.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Thermal relations of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in a hillside stream: evidence for an unusual thermal niche among crocodylians. *Journal of Thermal Biology*, v. 38, p. 20-23, 2013.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. Multiple uses of Cuvier's Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Crocodile Specialist Group – CSG Newsletter*, v. 38, n. 1, 2019.

CÂNDIDO, E. L.; MIZUGUCHI, N. G. R. Etnozoologia no Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia do Mato Grosso campus Juína – Biodiversidade *in loco*. *Revista de Educação Técnica e Tecnológica em Ciências Agrícolas*, v. 8, n. 5, 2017.

CARVALHO JÚNIOR, J. R.; CARVALHO, J. R. S. S. R.; NUNES, J. L. G.; ROCHA, R. M.; NAKAYAMA, L. Os conhecimentos ecológicos dos pescadores Xikrin-Mëbêngôkre, Terra Indígena Trincheira Bacajá, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Linguística Antropológica*, v. 9, n. 2, p. 313-340, 2017.

CASTELO, L.; STEWART, D.; ARANTES, C. C. O que sabemos e precisamos fazer a respeito da conservação de pirarucu (*Arapaima spp.*) na Amazônia. In: FIGUEIREDO, E. S. A. (Org.). **Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na pan-Amazônia**. Tefé: IDSM, 2013. p. 17-31.

COELHO, J. P. G.; QUIRINO, A. M. S.; SANTOS, R. P.; VIANA, L. C. A.; ALMEIDA, C. G. O uso de zooterápicos em uma comunidade na Caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 12, n. 3, p. 202-209, 2017.

COINWORLD. 2019. Disponível em: <<https://www.coinworld.com>>. Acessado em: 07/09/2018.

COSTA-NETO, E. M. Faunistic resources used as medicines by an afro-brazilian community from Chapada Diamantina National Park, State of Bahia, Brazil. *Sitentibus*, v. 15, p. 211-219, 1996.

COSTA-NETO, E. M. Healing with animals in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 65, p. 225-230, 1999a.

COSTA-NETO, E. M. Recursos animais utilizados na medicina tradicional dos índios Pankararés que habitam no nordeste do Estado da Bahia, Brasil. *Actualidades Biológicas*, v. 21, p. 69-79, 1999b.

COSTA-NETO, E. M. Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. *Interciência*, v. 25, n. 9, p. 423-431, 2000.

COSTA-NETO, E. M. A zooterapia popular no Estado da Bahia: registro de novas espécies animais utilizadas como recursos medicinais. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 16, p. 39-50, 2011.

COSTA-NETO, E. M.; MARQUES, J. G. W. Faunistic resources used as medicines by artisanal fishermen from Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. *Journal of Ethnobiology*, v. 20, p. 93-109, 2000.

COSTA-NETO, E. M.; MOTTA, P. C. Animal species traded as ethnomedicinal resources in the Federal District, central West region of Brazil. *The Open Complementary Medicine Journal*, v. 2, p. 24-30, 2010.

COSTA-NETO, E. M.; RESENDE, J. J. A percepção de animais como ‘insetos’ e sua utilização como recursos medicinais na cidade de Feira de Santana, Estado da Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 26, n. 2, p. 143-149, 2004.

CRUZ, M. J. M. Territorialização camponesa na várzea da Amazônia. (Tese). São Paulo: USP,

260 p., 2007.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. Conservation implications of commercial hunting of Black and Spectacled caiman in the Mamiraua Sustainable Development Reserve, Brazil. *Biology Conservation*, v. 88, p. 103-109, 1999.

DIEGUES, A. C. S. **Biodiversidade e Comunidades Tradicionais no Brasil**. NUPAUBUSP/PROBIO-MMA/CNPq: São Paulo, 1999. 189 p.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. HUCITEC, São Paulo, 1996. 169 p.

DIEGUES, A. C. S. **A construção da Etno-Conservação no Brasil: o desafio de novos conhecimentos e novas práticas para a conservação**. NUPAUB, 2010. p. 1-10.

DIEGUES, A. C. S.; ARRUDA, R. S. V.; SILVA, V. C. F.; FIGOLS, F. A. B.; ANDRADE, D. **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. NUPAUB - Núcleo de Pesquisas sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras. São Paulo: USP, 2000. 189 p.

DRAYCOTT, J. The sacred crocodile of juba II of Mauretania. *Acta Classica* LIII, p. 211-217, 2010.

ELLEN R. F. Indigenous knowledge of the Rainforest. In: MALONEY B. K. (Eds.) **Human activities and the Tropical Rainforest**. Ed. Springer, The GeoJournal Library, Book 44, 1998. 224 p.

FAURE, M.; GUERIN, C.; MOURER-CHAUVIRE, C. L'art rupestre du Parc National Serra da Capivara (Piauí, Brésil): bestiaire figure et données paléontologiques. In: **Congresso Internacional de Arte Rupestre - São Raimundo Nonato (Piauí)**, 16 p., 2009.

FERREIRA, F. S.; BRITO, S. V.; RIBEIRO, S. C.; SARAIVA, A. A. F.; ALMEIDA, W. O.; ALVES, R. R. N. Animal-based folk remedies sold in public markets in Crato and Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v. 9, p. 17, 2009.

FIGUEIREDO, R. A. A.; BARROS, F. B. Sabedorias, cosmologias e estratégias de caçadores numa unidade de conservação da Amazônia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 16, p. 223-227, 2016. doi: 10.5380/dma.v36i0.43351.

FITTER, R. S. R. **Wildlife for man: How and why we should conserve our species**. London: Collins, 1986. 223 p.

FLICKR. 2018. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/kkenedy/503917733/in/photostream/>>. Acessado em: 07/09/2018.

FLORENCE, H. **Viagem fluvial do Tietê ao Amazonas de 1825 a 1929**. Tradução de Alfredo

d'Escragnolle Taunay. 2ª ed., São Paulo: Melhoramentos, 1948. 343 p.

FORTIER, D. C. O registro fóssil de crocodilianos na América do Sul: Estado da arte, análise crítica e registro de novos materiais para o Cenozoico. (Tese). Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 360 p., 2011.

FRAGOSO, L. B. F.; BRABOSA-NETO, M. V.; CIDREIRA-NETO, R. G.; RODRIGUES, G. G. Use of animals for communities of small farmers in the Refúgio de Vida Silvestre Matas do Sistema Gurjaú Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, n. 2, 477-489, 2018.

FREITAS, C. T.; SHEPARD, G. H.; PIEDADE, M. T. F. The floating forest: Traditional knowledge and use of matupá vegetation islands by riverine peoples of the central Amazon. *Plos One*, v. 10, n. 14, p. 1-15, 2015.

GOMÉZ-POMPA, A. possible papel de la vegetación secundaria em la evolución de la flora tropical. *Biotropica*, n. 2, p. 125-135, 1971.

GOMÉZ-POMPA, A.; VASQUEZ-YANES, GUEVARA, C. The tropical rainforest: a nonrenewable resource. *Science*, v. 177; p. 762-5, 1972.

GUIDON, N. Notas sobre a área arqueológica de São Raimundo Nonato - Piauí. *Clio*, n. 5, p. 41-46, 1989.

HANAZAKI, N.; ALVES, R. R. N.; BEGOSSI, A. Hunting and use of terrestrial fauna used by Caiçaras from the Atlantic Forest coast (Brazil). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 5: p. 36, 2009.

KOSLOWSKY, J. Tres semanas entre los indios Guatós. Excursión efectuada en 1894. *Revista del Museo de La Plata*, v. 6., p. 221-250, 1895.

LEITE, R. R. S. O jacaré *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) e a comunidade de Ilha Grande, Piauí, APA Delta do Parnaíba, Brasil. (Dissertação). Piauí: UFPI, 128 p., 2010.

LUZ, C. Conservação de *Caiman latirostris* (Daudin, 1801): interações entre pescadores e o jacaré de papo amarelo na comunidade Barra do Joao Pedro, no município de Maquiné, RS. (TCC - Especialização). Porto Alegre: UFRGS, 50 p., 2012.

LYMAN, R. L. The history and structure of taphonomy. In: LYMAN, R. L. **Vertebrate Taphonomy**. New York: Cambridge University Press, 1996. p. 12-40.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's Smooth-fronted caiman, *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles: status survey and conservation action plan**. Crocodile Specialist Group/SSC - IUCN - The World Conservation Union. 3rd edition, Darwin, Australia, 2010.

MAROTI, P. S. Educação e percepção ambiental das comunidades do entorno de uma Unidade

de Conservação. (Tese). São Carlos: UFSCAR, 218 p., 2002.

MARQUES, J. G. W. A fauna medicinal dos índios Kuna, de Sán Blás (Panamá) e a hipótese da universalidade zooterápica. In: **46º Reunião SBPC - UFES**. Resumos, p. 402, 1994.

MARQUES, J. G. W. **Pescando pescadores: uma etnoecologia abrangente no Baixo São Francisco alagoano**. São Paulo: NUPAUB-USP, 1995. 307 p.

MARQUES, J. G. W. **Pescando Pescadores: Ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica**. São Paulo: NUPAUB-USP, 2ª Ed., 2001. 258 p.

MARQUES, J. G. W. O olhar (des)multiplicado. O papel do interdisciplinar e do qualitativo na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. In: AMOROSO, M. C. M; MING, L. C.; SILVA, S. P. (Eds.). **Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**. Rio Claro: UNESP/CNPq, 2002. p. 31-46.

MASON, O. T. Aboriginal American zootechny. *American Anthropologist*, v. 1, n. 1, p. 45-81, 1899.

McGRATH, D.; CASTRO, F.; FUTEMMA, C.; AMARAL, B.; CALABRIA, J. Manejo comunitário da pesca nos lagos de várzea do Baixo Amazonas. In: FURTADO, L; MELLO, A.; LEITÃO, W. **Povos das Águas: Realidade e Perspectiva na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1993. p. 213-229.

McMICHAEL, C. H.; PALACE, M. W.; BUSH, M. B.; BRASWELL, B.; HAGEN, S.; SILMAN, M. R.; TAMANAHA, E. K.; CZARNECKI, C. Predicting Pre-Columbian anthropogenic soils in Amazonia. *Proceedings Biological Science B*, v. 281, n. 20132475, p. 1-9, 2014. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2475>.

MENDES, F. L. S. Ilegalidades no comércio de animais silvestres nos estados do Pará e Amazonas. (Tese). Belém: NAEA-UFPA, 207 p., 2010.

MIORANDO, P. S.; REBÊLO, G. H.; PIGNATI, M. T.; PEZZUTI, J. C. B. Effects of community-based management on Amazon river turtles: A case study of *Podocnemis sextuberculata* in the Lower Amazon floodplain, Pará, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 12, n. 1, p. 143-150, 2013.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/patrimonio-genetico/conselho-de-gestao-do-patrimonio-genetico.html>>. Acessado em: 03/09/2018.

MOURA, F. B. P. Entre o peixe e o dendê: etnoecologia do povo dos Marimbús (Chapada Diamantina - BA). (Tese). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 136 p., 2002.

MOURA, F. P. B.; MARQUES, J. G. W. Zooterapia popular na Chapada Diamantina: uma medicina incidental? *Temas livres. Ciência e Saúde coletiva*, v. 13, n. 2, p. 2179-2188, 2008.

MOURÃO, J. S.; ARAÚJO, H. F. P.; ALMEIDA, F. S. Ethnotaxonomy of mastofauna as practised by hunters of the municipality of Paulista, state of Paraíba - Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 2, p. 1-7, 2006.

NIEMEYER, A. M. **Desenhos e mapas na orientação espacial: pesquisa de ensino de antropologia/textos didáticos**. Campinas: IFCH/Unicamp, n. 12, 1994. 22 p.

NPTBR. 2018. Museu de Arqueologia e Etnologia. Disponível em: <<http://www.nptbr.mae.usp.br>>. Acessado em: 07/09/2018.

OLIVEIRA, J. E. Os Argonautas Guató: Aportes para o conhecimento dos assentamentos e da subsistência dos grupos que se estabeleceram nas áreas inundáveis do Pantanal matogrossense. (Tese). Porto Alegre: PUC-RS, 210 p., 1995.

OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, M. L. Articulando o ensino de zoologia com a etnozootologia: análise de uma proposta educativa com estudantes do ensino fundamental. *Revista SBEnBio*, v. 7, n. 1, p. 5470-5481, 2014.

OLIVEIRA, L. S.; TORRES, D. F.; BROOKS, E. S.; ALVES, R. R. N. The medicinal animal markets in the metropolitan region of Natal City, northeastern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 130, p. 54-60, 2010.

PEDROSO JUNIOR, N. Etnoecologia e conservação em áreas naturais protegidas: incorporando o saber local na manutenção do Parque Nacional do Superagui. (Dissertação). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 80 p., 2002.

PEIXOTO, J. L. S.; SILVA, M. A. G. Arqueofauna do aterro Limoeiro, Pantanal, Brasil. *Revista de Arqueologia*, v. 30, n. 1, p. 3-27, 2017.

PEZZUTI, J. C. B. Tabus alimentares. In: BEGOSSI, A. (Org.) **Ecologia de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia**. 2ª ed., São Carlos: RiMa Ed., 2013. p. 113-130.

PEZZUTI, J. C. B.; LIMA, J. P.; FÉLIX-SILVA, D.; REBÊLO, G. H. A caça e a pesca no Parque Nacional do Jaú, Amazonas. In: BORGES, S. H.; IWANAGA, S.; DURIGAN, C. C.; PINHEIRO, M. (Eds.). **Janelas para a Biodiversidade no Parque Nacional do Jaú**. Manaus: Fundação Vitória Amazônica, 2004. p. 213-230.

PINTO, A. A. C.; MADURO, C. B. Produtos e subprodutos da medicina popular comercializados na cidade de Boa Vista, Roraima. *Acta Amazônica*, v. 33, n. 2, p. 281-1290, 2003.

PIRES, M.; PINTO, L.; MATEUS, M. Etnozoologia como instrumento para a conservação da fauna da Serra do Ouro Branco, Minas Gerais. In: ALVES, R. R. N.; SOUTO, W. M. S.; MOURÃO, J. S. (Orgs.). **A etnozootologia no Brasil: importância, status atual e perspectivas**. Recife: NUPEA, 2010. p. 473-493.

PISO, G. **História natural do Brasil ilustrada**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1984. 434 p.

- POSEY, D. A. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapo indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, v. 3: p. 139-158, 1985.
- POSEY, D. A. Etnoentomologia de tribos indígenas da Amazônia. In: RIBEIRO, D.; RIBEIRO, B. (Orgs.). **Suma Etnológica Brasileira**. Ed. atualizada do Handbook of South American Indians. *Etnobiologia* v.1, 2 ed., Petrópolis: FINEP/Vozes, 1987. p. 251-271.
- PRESS, L. Urban folk medicine: a functional overview. *American Anthropologist*, v. 80, p. 71-84, 1978.
- PRESTES-CARNEIRO, G.; BEAREZ, P.; BAILON, S.; PY-DANNIEL, A. R.; NEVES, E. G. Subsistence fishery at Hatahara (750–1230 CE), a Pre-Columbian central Amazonian village. *Journal of Archaeological Science*, v. 8, p. 454-462, 2015.
- RABELO JUNIOR, F. A.; GUARIM NETO, G.; SILVA, E. S.; TOMAZELI, S. A. A. Relação alunos-fauna: um estudo de caso em escolas públicas de municípios Mato-grossenses. *Revista de Educação – UFMT (Cuiabá)*, v. 7, p. 42-50, 1988.
- RAMOS, R. M. Uso alimentar e medicinal de animais na Barra e na Praia do Una. Relatório anual ao CNPQ/PIBIC, NEPAM-Unicamp, 2000.
- REBÊLO, G. H.; PEZZUTI, J. C. B.; LUGLI, L.; MOREIRA, G. Pesca artesanal de quelônios no Parque Nacional do Jaú (AM). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 1, n. 1, p. 111-127, 2005.
- ROOSEVELT, A. C. “Interpreting certain female images in prehistoric art”. In: MILLER, V. E. (Ed.). **The role of gender in Precolumbian art and architecture**. Chicago: University Press of America, 1988. p. 1-34.
- SÁ, W. R. Educação e organização política dos moradores da Ilha de São Miguel - Santarém – Pará. (Dissertação). Santarém: UFOPA, 125 p., 2017.
- SANTOS, F. L. M.; PAGANI, E.; RAMOS, J.; RODRIGUES, E. Observations on the therapeutic practices of riverine communities of the Unini River, AM, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 142, p. 503-515, 2012.
- SANTOS-FITA, D.; COSTA-NETO, E. M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia. *Revista Biotemas*, v. 20, n. 4, p. 99-110, 2007.
- SCHAAN, D. P. **Sacred geographies of ancient Amazonia: Historical ecology of social complexity**. *New Frontiers in Historical Ecology*, Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2012. 232 p.
- SHEPARD JR., G. H.; RAMIREZ, H. “Made in Brazil”: Human dispersal of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in ancient Amazonia. *Economic Botany*, v. 65, n. 1, p. 44-65, 2011.

SILVA, A. L. Animais medicinais: conhecimento e uso entre as populações ribeirinhas do rio Negro, Amazonas, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 3, n. 3, p. 343-357, 2008.

SILVA, L. S. Comida de gente: preferências e tabus alimentares entre os ribeirinhos do Médio Rio Negro (Amazonas, Brasil). Revista de Antropologia (São Paulo) - USP, v. 50, n. 1, p. 125-179, 2007.

SILVA, G. A.; MARQUES, J. G. W. Mamíferos ameaçados de extinção utilizados na medicina popular do estado de Alagoas. In: **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Zoologia**, p. 134, 1996.

SILVA, M. L. V.; ALVES, A. G. C.; ALMEIDA, A. V. A zooterapia no Recife (Pernambuco): uma articulação entre as práticas e a história. Biotemas, v. 17, n. 1, p. 95-116, 2004.

SMITH, N. J. H. Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazonia. Biological Conservation, v. 19, p. 177-187, 1981.

SOUTO, W. M. S.; JOSÉ S MOURÃO, J. S.; BARBOZA, R. R. D.; MENDONÇA, L. E. T.; LUCENA, R. F. P.; CONFESSOR, M. V. A.; VIEIRA, W. L. S.; MONTENEGRO, P. F. G. P.; LOPEZ, L. C. S.; ALVES, R. R. N. Medicinal animals used in ethnoveterinary practices of the 'Cariri Paraibano', NE Brazil. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, v. 7, n. 30, p. 1-19, 2011.

SOUTO, W. M. S.; VIEIRA, W. L. S.; MONTENEGRO, P. F. G. P.; ALVES, H. N.; ALVES, R. N. A. Breve revisão sobre o uso da fauna medicinal no Brasil: aspectos históricos, farmacológicos e conservacionistas. Sitientibus Série Ciências Biológicas, v. 11, n. 2, p. 201-210, 2011.

TERRA, A. K.; REBELO, G. H. O uso da fauna pelos moradores da comunidade São João e Colônia Central. In: SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V. V.; MELO, S. (Orgs.). **Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central**. Manaus: Ed. INPA. 2005. 246 p.

THORBJARNARSON, J. Black caiman *Melanosuchus niger*. In: MANOLIS, C.; STEVENSON, C. (Eds). **Crocodiles: status survey and conservation action plan**. 3rd edition. Crocodile Specialist Group/SSC – IUCN – The World Conservation Union, 2010. Darwin, Australia, p. 29-39, 2010.

VELASCO, A.; AYARZAGUENA, J. Spectacled caiman *Caiman crocodilus*. In: MANOLIS, C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles: status survey and conservation action plan**. 3rd edition. Crocodile Specialist Group/SSC – IUCN – The World Conservation Union, 2010. Darwin, Australia, p. 10-17, 2010.

VILLAMARÍN, F.; MARIONI, B.; THORBJARNARSON, J. B.; NELSON, B. W.; BOTERO-ARIAS, R.; MAGNUSSON, W. E. Conservation and management implications of nest-site



selection of the sympatric crocodilians *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in central Amazonia, Brazil. *Biology Conservation*, v. 144, p. 913-919, 2011.

WILSON, E. O. Wildlife: legions of the doomed. *Time* October, p. 77-79, 1995.

## TEMA 6

# Conservação, Pesquisas e Perspectivas de Estudos

CAP 18 - Pesquisa e conservação de crocodilianos da Região Norte do Brasil	pág. 457
CAP 19 - Crocodilianos da Região Nordeste do Brasil: Histórico, <i>status</i> e estratégias para conservação	pág. 498
CAP 20 - Pesquisa e conservação de crocodilianos no Centro-Oeste do Brasil	pág. 528
CAP 21 - Crocodilianos do Sudeste brasileiro: <i>Status</i> de pesquisa e conservação	pág. 548
CAP 22 - O jacaré-do-papo-amarelo ( <i>Caiman latirostris</i> ) no Sul do Brasil	pág. 576
CAP 23 - Genética da conservação de crocodilianos brasileiros	pág. 590
CAP 24 - Conservação de crocodilianos no Brasil: Perspectivas e possibilidades	pág. 622



Foto: Bernardo Oliveira

## **PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CROCODILIANOS DA REGIÃO NORTE DO BRASIL**

Fernanda Pereira Silva, Joice Cleide Toga Maciel, Diogo de Lima Franco, Barthira Rezende de Oliveira, Robinson Botero-Arias, André Felipe Barreto-Lima

## Introdução

As primeiras informações registradas sobre os jacarés na Região Amazônica tratava-se de descrições anedóticas relatadas por naturalistas que passaram pela região (BEST, 1984). Um dos primeiros e mais conhecidos relatos refere-se à narrativa de Henry Walter Bates (1825-1892), sobre a grande abundância de jacarés nos rios Solimões e Japurá (BATES, 1864), onde hoje localiza-se a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – RDSM, no Estado do Amazonas (AM), Brasil.

A partir do início da década de 1980, foram realizadas importantes contribuições científicas sobre biologia e conservação dos crocodilianos amazônicos. Destaques aos estudos de taxonomia e sistemática (MEDEM, 1983), de distribuição (MEDEM, 1983; DA SILVEIRA et al., 1997; REBÊLO e LUGLI, 2001), ecologia (VANZOLINI e GOMES, 1979; MAGNUSSON, 1985; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1997; DA SILVEIRA, 2001; DA SILVEIRA et al., 2008), dieta (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999), crescimento (VANZOLINI e GOMES, 1979; MAGNUSSON e SANAIOTTI, 1995; DA SILVEIRA et al., 2013; CAMPOS et al., 2013a), comportamento (MARIONI et al., 2008), abundância (DA SILVEIRA et al., 1997; DA SILVEIRA, 2001, 2003; BOTERO-ARIAS et al., 2009; PANTOJA-LIMA et al., 2010; MENDONÇA e COUTINHO, 2010; ANDRADE e COUTINHO, 2011; MARIONI et al., 2013b), reprodução (DA SILVEIRA et al., 1997; MARIONI et al., 2007b; SOUZA et al., 2010), caça e uso ilegal (REBÊLO e MAGNUSSON, 1983; BRAZAITIS et al., 1996; DA SILVEIRA et al., 1998; DA SILVEIRA, 2003; MARIONI et al., 2007a), conservação (MEDEM, 1983; REBÊLO et al., 1988; PERES e CARKEEK, 1993; BRAZAITIS et al., 1996; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1997, 1999; DA SILVEIRA, 2002; BOTERO-ARIAS et al., 2009; VILLAMARÍN et al., 2011) e alguns estudos segmentados sobre cadeia produtiva de jacarés, legal e ilegal (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; THORBJARNARSON, 1999; BOTERO-ARIAS et al., 2009; BAÍA JUNIOR et al., 2010; LOPES et al., 2012; MARTINS et al., 2015; MENDONÇA et al., 2016; FRANCO et al., 2019).

Algumas das principais áreas na Amazônia (Figura 1), onde estes estudos têm sido realizados, apresentam destaque pelas suas implicações para conservação dos recursos naturais, como a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus – RDS Piagaçu-Purus (DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; DA SILVEIRA, 2003; MARIONI et al., 2007a, b; OLIVEIRA et al., 2010), RDS Mamirauá (DA SILVEIRA, 2001; DA SILVEIRA et al., 2008; MARIONI et al., 2008; BOTERO-ARIAS et al., 2009; VILLAMARÍN et al., 2011), Reserva Biológica de Abufari (PANTOJA-LIMA et al., 2010), Parque Nacional (Parna) de Anavilhanas (DA SILVEIRA, 2001) e o Parna do Jaú (REBÊLO e LUGLI, 2001).



Figura 1: *Melanosuchus niger* (jaguaré-çu) adultos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas. Foto: Bernardo Oliveira (2019).

## Biologia e ecologia dos jaguarés da Amazônia brasileira

Das 26 espécies de crocodilianos existentes no mundo (UETZ et al., 2019), seis ocorrem no Brasil, todas pertencentes à Família Alligatoridae (MEDEM, 1983). Na Região Norte do país encontramos cinco espécies: jagaretinga, *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758); jagaré-coroa, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801); jagaré-do-Pantanal, *Caiman yacare* (Daudin, 1802); jagaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) e jagaré-çu, *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) (THORBJARNARSON, 1992; ROSS, 1998). Apenas o jagaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), não ocorre no Norte do Brasil (COSTA e BÉRNILS, 2018). A seguir, apresentamos os aspectos gerais da distribuição geográfica, biologia, ecologia, ameaças e o status de conservação dos crocodilianos da Amazônia brasileira:

### a) *Caiman crocodilus*

#### Distribuição

*Caiman crocodilus*, conhecido popularmente no Brasil como jagaretinga (Figura 2), é a espécie de crocodiliano de mais ampla distribuição do mundo (ROSS, 1998; DA SILVEIRA, 2001; RUEDA-ALMONACID, 2007).



Figura 2: *Caiman crocodilus* (jacaretinga) adulto na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas. Foto: Barthira R. de Oliveira (2016).

Distribuiu-se pela Bacia do Rio Orinoco, na Venezuela e Bacia Amazônica, incluindo Colômbia, Brasil, Bolívia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru e Suriname. Também é encontrado em Trindade e Tobago, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, e ainda em Cuba, Porto Rico e nos Estados Unidos, onde foi introduzido (ROSS, 1998; VELASCO e AYARZAGUENA, 2010; BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). No Brasil, além da Bacia Amazônica, *C. crocodilus* é encontrado nos rios Araguaia, Araguari, Itapicuru, Paranaíba, Negro, Tapajós, Tocantins, Xingú e nos rios que desembocam no Oceano Atlântico, no litoral norte do Brasil, e sub-médio e baixo da Bacia do Rio São Francisco (BRAZAITIS et al., 1998). No país, sua extensão de ocorrência é de 5.006.412,4 km<sup>2</sup> e área de ocupação pode ser maior que 20.000 km<sup>2</sup> (FARIAS et al., 2013a).

### **Hábitat e ecologia**

O jacaretinga é generalista quanto ao uso dos corpos de água, ocupa pântanos, rios, riachos, represas, mangues, restingas e pântanos de água salobra (MEDEM, 1981; VELASCO e AYARZAGÜENA, 2010). Na Amazônia é geralmente abundante em lagos e canais, enquanto o jacaré-açu é mais comum em lagos (DA SILVEIRA, 2001). A espécie apresenta porte médio,

alcançando 2,50 m de comprimento total (ROSS, 1998). As fêmeas podem atingir a maturação sexual rapidamente, entre 4,5 e 6 anos de idade (DA SILVEIRA, 2001), sendo efetivamente reprodutivas ao atingir um comprimento rostro-cloacal (CRC)  $\geq 0,61$  m (SOUZA et al., 2010). A nidificação de *C. crocodilus* na Amazônia Ocidental ocorre no período da vazante, entre setembro e dezembro (MARIONI et al., 2007b; VILLAMARÍN et al., 2011). As fêmeas constroem um ninho por ano em áreas mais elevadas, longe das margens dos corpos hídricos, em alguns casos a centenas de metros no interior da floresta (DA SILVEIRA et al., 2010; VILLAMARÍN et al., 2011). O número médio de ovos é 25, variando de 14 a 38 (CAMPOS, 2003) e o período de incubação dura, em média 70 dias (STATON e DIXON, 1977; CAMPOS et al., 2008).

Fêmeas de *C. crocodilus* apresentam cuidado parental com o ninho e os filhotes (STATON e DIXON, 1977; GORZULA, 1978; VELASCO e AYARZAGUENA, 2010), podendo passar a maior parte do ano nas proximidades do seu local de nidificação (DA SILVEIRA et al., 2010; XISTO, 2018). Nos llanos venezuelanos, tem se registrado que a fêmea de *C. crocodilus* permanece com os filhotes por até 18 meses após à eclosão (STATON e DIXON, 1977; GORZULA, 1978; VELASCO e AYARZAGÜENA, 2010). A predação durante a época de nidificação é uma das principais causas de mortalidade das fêmeas e de seus ovos (DA SILVEIRA et al., 2010; VILLAMARÍN et al., 2011; CAMPOS e MOURÃO, 2014). Os principais predadores de ovos de jacaretinga são o lagarto teiú, *Tupinambis teguixin* (Linnaeus, 1758), o macaco-prego, *Sapajus apella* (Linnaeus, 1758), a onça-pintada, *Panthera onca* (Linnaeus, 1758) e seres humanos, *Homo sapiens* (Linnaeus, 1758) (MARIONI et al., 2007b; BARÃO-NÓBREGA, 2014; TORRALVO et al., 2017). Na RDS Piagaçu-Purus, em única temporada reprodutiva, os humanos já foram responsáveis por 57% da predação dos ninhos de *C. crocodilus* (MARIONI et al., 2007b).

## Dieta

A composição da dieta do jacaretinga pode variar quanto a idade, sazonalidade e o tipo de habitat (HORNA et al., 2001; LAVERTY e DOBSON, 2013). Os jovens comem principalmente invertebrados terrestres, passando gradualmente a consumir peixes, moluscos e em quantidades menores, vertebrados terrestres (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; FARIAS et al., 2013a). Na época da cheia, a dieta consiste, sobretudo, de insetos e crustáceos, enquanto peixes compõe a maioria das dietas durante a estação das águas baixas (LAVERTY e DOBSON, 2013). Ainda, podem alimentar-se de anuros, cobras, aves e mamíferos (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; LAVERTY e DOBSON, 2013; MOLDOWAN et al., 2016). Para resistir a períodos de escassez, o comportamento alimentar de *C. crocodilus* pode ser alterado conforme as mudanças de abundância e ocorrência de presas, com maior movimentação na estação chuvosa, onde os jacarés movem-se entre áreas alagadas adjacentes, aproveitando uma variedade maior de presas (HORNA et al., 2001).

## **Ameaças**

A caça ilegal associada com a falta de fiscalização já foram fortes ameaças às populações de *C. crocodilus* (FARIAS et al., 2013a). Todavia, a destruição de hábitat e a construção de usinas hidrelétricas ameaçam as populações naturais desta espécie (VELASCO e AYARZAGUENA, 2010; FARIAS et al., 2013a).

## **Status de conservação**

*Caiman crocodilus* demonstrou uma alta taxa de recuperação após a proibição da caça para obtenção de pele (DA SILVEIRA, 2001). Os números populacionais de jacaretinga são estimados em milhões e amplamente distribuídos em toda sua área de ocorrência (BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). Em 1996 a espécie passou a ser categorizada como *Low Concern* (LC), na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019). Para garantir a manutenção desta espécie é importante implementar planos de conservação e manejo em suas áreas de ocorrências, UCs de uso sustentável, como as RDS e RESEX (FARIAS et al., 2013a).

### *b) Caiman yacare*

## **Distribuição**

*Caiman yacare*, o jacaré-do-Pantanal (Figura 3), pode ser encontrado na Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai (CAMPOS et al., 2010b). A espécie ocorre em regiões alagadas do nordeste e leste da Bolívia, nos sistemas do Rio Paraná, no Paraguai e no nordeste da Argentina, em diferentes hábitats no bioma Pantanal no Brasil e em drenagens dos rios Guaporé-Mamoré e Madeira, na Amazônia brasileira (CAMPOS et al., 2010b; FARIAS et al., 2013b). No território brasileiro sua extensão de ocorrência é de 195.160,3 km<sup>2</sup> e a área de ocupação pode ser maior que 20.000 km<sup>2</sup> (FARIAS et al., 2013b).

## **Hábitat e ecologia**

No Pantanal, o *C. yacare* utiliza uma variedade de microhábitat para nidificar e o período reprodutivo coincide com a estação chuvosa (CRAWSHAW e SCHALLER, 1980; CINTRA, 1988). As fêmeas constroem seus ninhos em floresta em torno de lagos, porém, quando a disponibilidade de hábitat é afetada pelas mudanças no regime de inundação, elas nidificam em florestas próximas a rios intermitentes ou em trechos de florestas nas pastagens inundadas (CAMPOS e MAGNUSSON, 1995). Os ninhos são construídos em montes com folhas e gravetos dentro da mata (CRAWSHAW e SCHALLER, 1980; CINTRA, 1988).



A idade aproximada da maturação completa das gônadas de *C. yacare* é atingida aos nove ou 10 anos de idade, quando os machos atingem 0,90 m (COUTINHO et al., 2001; COUTINHO e CAMPOS, 2011) e as fêmeas 0,80 m de CRC (CAMPOS e MAGNUSSON, 1995; COUTINHO, 2000). O período da cópula ocorre entre meados de dezembro e janeiro e o pico da estação de postura estende-se de meados de janeiro a início de fevereiro (COUTINHO et al., 2005). O tamanho da ninhada pode ultrapassar 40 ovos (CAMPOS et al., 2010b) e o período de incubação depende das condições ambientais e dos cuidados das fêmeas, chegando a durar 70 dias (CINTRA, 1988; CAMPOS e MAGNUSSON, 1995). As fêmeas de *C. yacare* permanecem com seus filhotes durante seis meses (CINTRA, 1989). As principais causas da destruição de ovos do jacaré-do-pantanal são inundações e predação dos ninhos por lobinhos, *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), quatis, *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) e porcos-monteiros, *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (CINTRA, 1988; CAMPOS, 1991; COUTINHO, 2000).



Figura 3: *Caiman yacare* (jacaré-do-Pantanal) adulto no Rio Miranda, Mato Grosso do Sul. Foto: Fábio Fernandes (2019).

### **Dieta**

*Caiman yacare* tem uma ampla diversidade de itens alimentares, incluindo várias ordens de invertebrados e vertebrados (SANTOS et al., 1996). Entre os invertebrados observa-se maior ingestão de insetos (ex.: Hemiptera, Coleoptera e Odonata), moluscos (ex.: Pomacea e Bivalvia) e crustáceos (ex.: caranguejos). Dentre os vertebrados, peixes são as presas mais comuns e, ocasionalmente, anfíbios, aves, mamíferos e répteis, com raros casos de canibalismo (CSG, 1996; SANTOS et al., 1996; SANTOS, 1997; COUTINHO e CAMPOS, 2007).

## **Ameaças**

Nas décadas de 1970 e 1980, as populações de *C. yacare* sofreram uma forte pressão da caça ilegal, levando a espécie ao declínio no Centro-Oeste do Brasil, até o início da década de 1990 (CAMPOS et al., 2010b). A caça diminuiu, mas outros fatores como a destruição de habitats, a construção de represas hidrelétricas e o assoreamento de rios, continuam afetando essa espécie (CAMPOS et al., 2010b; FARIAS et al., 2013b).

## **Status de conservação**

*Caiman yacare* é classificado como *Low Concern* (LC) na avaliação da IUCN e está na lista no Apêndice II da CITES dependente de conservação (CSG, 1996). É a principal espécie explorada comercialmente em sistemas intensivos e semi-intensivos no Brasil, representando em 2011, 10% dos 547 empreendimentos de criação de fauna silvestre registrados pelo IBAMA no país (LE PENDU et al., 2011).

### *c) Melanosuchus niger*

## **Distribuição geográfica**

*Melanosuchus niger* (jacaré-açu) (Figura 4) ocorre ao longo da Bacia Amazônica com 70% do total da sua área de distribuição no Brasil (MARIONI et al., 2013b).

A espécie é encontrada também na Colômbia, Equador, Bolívia, Guiana, Guiana Francesa e Peru (ROSS, 1998; THORBJARNARSON, 2010). No Brasil, a espécie ocorre em todos os estados da Região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e em dois estados da Região Centro-Oeste (Goiás e Mato-Grosso) (PLOTKIN 1983; BRAZAITIS, 1996; CITES, 2007; MENDONÇA et al., 2010; MARIONI et al., 2013b; COSTA e BÉRNILS, 2018). A espécie habita as águas das bacias dos rios Juruá, Purus, Madeira, Tapajós, Xingu, Negro, Mapuera, Pará e Amazonas, incluindo ilhas próximas à foz do Rio Amazonas (VASQUEZ, 1991), bem como nas bacias Araguaia-Tocantins em áreas de transição com o bioma do Cerrado (SANTOS et al., 2011; PEREIRA, 2014; PEREIRA e MALVASIO, 2014; BARRETO-LIMA et al., em presente revisão). No Brasil, sua extensão de ocorrência é de 4.265.277,2 km<sup>2</sup> e a área de ocupação pode ser maior que 20.000 km<sup>2</sup> (MARIONI et al., 2013b).

## **Habitat e ecologia**

O jacaré-açu ocupa uma variedade de habitats, incluindo grandes rios e córregos, lagos marginais e em algumas áreas de savanas sazonalmente inundadas (DA SILVEIRA, 2001; THORBJARNARSON, 2010). Na RDS Mamirauá ocorre em altas densidades, principalmente

em ambientes de várzea amazônica (DA SILVEIRA, 2001, 2002; VILLAMARÍN, 2009; THORBJARNARSON, 2010). Esta espécie também pode ser encontrada em rios de água preta na Amazônia (DA SILVEIRA et al., 1997; REBÊLO e LUGLI, 2001; DA SILVEIRA et al., 2008).



Figura 4: *Melanosuchus niger* (jaguaré-açu) adulto na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas. Foto: Barthira R. de Oliveira (2017).

*Melanosuchus niger* é o maior representante da Família Alligatoridae, com machos medindo mais de 5,0 m de comprimento total (MEDEM, 1983; DA SILVEIRA, 2003; THORBJARNARSON, 2010) e podendo pesar até 400 kg (DA SILVEIRA, 2003). As fêmeas alcançam a maturidade sexual aos 2,0 m de comprimento total (THORBJARNARSON, 1996) e quando adultas atingem um o tamanho médio de 2,80 m (THORBJARNARSON, 2010). Nas regiões da RDS Mamirauá e Piagaçu-Purus, na Amazônia Central, as fêmeas nidificam entre setembro e dezembro (MARIONI et al., 2013b). Em termos de requerimento de habitat para nidificação, *M. niger* selecionam os corpos d'água mais isolados do sistema hídrico principal (VILLAMARIN et al., 2011). As fêmeas constroem montículos para nidificar (GREER, 1970) próximos à margem d'água (VILLAMARÍN, 2009), utilizando folhas, gravetos e cipós ou apenas gramíneas (ANDRADE e COUTINHO 2007, 2009).

Produzem em média uma ninhada com mais de 30 ovos (MENDONÇA et al., 2010;

THORBJARNARSON, 2010) e o período de incubação dura de dois a três meses (MEDEM, 1963). Na Planície Amazônica, os principais predadores de ovos de *M. niger* são a onça-pintada, *Panthera onca*, o lagarto teiú, *Tupinambis teguixim*, o macaco-prego, *Sapajus macrocephalus* (Spix, 1823) e o ser humano, *Homo sapiens* (VILLAMARÍN et al., 2008; DA SILVEIRA et al., 2010, TORRALVO et al., 2017).

## **Dieta**

O jacaré-açu demonstra uma base de presas similar à de *C. crocodilus* (MAGNUSSON et al., 1987; HORNA et al., 2001). Sua dieta também pode variar quanto à idade, sazonalidade e o hábitat (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; HORNA et al., 2001; LAVERTY e DOBSON, 2013). Juvenis alimentam-se abundantemente de caramujos, caranguejos, crustáceos, insetos, aranhas, pequenos peixes e anfíbios (LAVERTY e DOBSON, 2013). Conforme os indivíduos aumentam em peso e tamanho, podem incluir presas maiores como peixes, aves, outros jacarés, tartarugas e mamíferos (MAGNUSSON et al., 1987; DA SILVEIRA e MAGNUSSON, 1999; HORNA et al., 2001).

## **Ameaças**

A caça descontrolada de *M. niger* já foi considerada a principal ameaça à espécie. Tal atividade extrativista tinha por foco a venda de pele e carne (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Atualmente, as principais ameaças às populações naturais de *M. niger* vêm de atividades antrópicas, como criação de represas (CAMPOS, 2019), desmatamento e caça ilegal para uso como isca na captura da piracatinga (*Calophysus macropterus*, Lichtenstein 1819), um bagre da Família Pimelodidae (DA SILVEIRA e VIANA, 2003; FRANCO et al., 2016).

## **Status de conservação**

Altas densidades de *M. niger* foram observadas em diversas áreas de sua distribuição, indicando que é uma espécie abundante na Amazônia (DA SILVEIRA, 2001, 2003; MARIONI et al., 2013b). Em 2000, com o resultado dos estudos de avaliação populacional, a espécie passou da classificação *Endangered* (EN) para *Least Concern* (LC) dependente de conservação na Lista Vermelha da IUCN (ROSS, 2000, THORBJARNARSON, 2010). Em 2003 a espécie saiu da Lista Oficial Brasileira de Espécies Ameaçadas com Extinção Biológica, publicada na Instrução Normativa n° 3 de 27/06/2003 (MMA, 2003), e em 2007 passou do Apêndice I para o II da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES (CITES, 2013).

d) *Paleosuchus palpebrosus*

### Distribuição geográfica

*Paleosuchus palpebrosus*, o jacaré-paguá (Figura 5), é encontrado na Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidad e Tobago, e Venezuela (BOTERO-ARIAS, 2007; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a; MAGNUSSON et al., 2019).



Figura 5: *Paleosuchus palpebrosus* (jacaré-paguá) adulto no Centro Amazônico de Herpetologia (CAH), Benevides, Pará. Foto: Patrik F. Viana (2020).

A espécie ocorre nos rios Paraguai-Paraná (exceto no Pantanal), nas drenagens dos rios Amazonas, Orinoco e da costa Atlântica dentre esses dois Rios (MAGNUSSON, 1992a; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a) e no Rio São Francisco (MEDEM, 1983).

## Hábitat e ecologia

As duas espécies do gênero *Paleosuchus* podem ser simpátricas, embora seja raro encontrá-las partilhando o mesmo local (MEDEM, 1967; BOTERO-ARIAS, 2007; MORALES-BETANCOURT, 2013). O jacaré-paguá pode ser encontrado em florestas inundadas, córregos de savana e lagos, e em canais isolados (MAGNUSSON, 1985; CAMPOS e SANAIOTTI, 2006). Quando adultos apresentam hábitos solitários ou em pares, não havendo relatos de grandes agregações da espécie (ROSS e MAGNUSSON, 1990; BOTERO-ARIAS, 2007).

Na Amazônia brasileira, o jacaré-paguá é encontrado em complexos sistemas hídricos dos ambientes de transição várzea-floresta de terra firme, como também em riachos, lagoas, igapós (MAGNUSSON, 1985; CAMPOS e SANAIOTTI, 2006; CAMPOS et al., 2010a), poças temporárias modificadas pelo ciclo hídrico da Bacia Amazônica, além de poços artificiais, resultados de obras de infraestrutura à beira da estrada (BOTERO-ARIAS, 2007). Os adultos são encontrados nas margens dos rios e passam a maior parte do dia enterrados, em cavernas e tocas em barrancos, nos períodos mais quentes do ano, o que explica a preferência da espécie por locais de temperaturas amenas, que são inadequadas a outras espécies de crocodilianos (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; CAMPOS et al., 2013b; MORALES-BETANCOURT, 2013).

*Paleosuchus palpebrosus* é considerado um dos menores crocodilianos do mundo, com fêmeas medindo em média 1,20 m (MAGNUSSON, 1992a) e machos 1,60 m (DA SILVEIRA, 2003). Todavia, há registros de indivíduos de 2,10 m de comprimento total (CAMPOS et al., 2010a). Os machos atingem maturação sexual com comprimento total superior a 0,85 m (RUEDA-ALMONACID et al., 2007) e fêmeas com 0,65 m (CAMPOS et al., 2015). As fêmeas geralmente constroem os ninhos com folhas e galhos em decomposição, formando montículos com base na terra e raízes, relativamente perto da água e em locais sombreados, sem luz solar direta ou em cupinzeiros para regular a temperatura e a umidade do ninho (MAGNUSSON, 1985; CAMPOS e SANAIOTTI, 2006; RUEDA-ALMONACID et al., 2007; MORALES-BETANCOURT, 2013). Os ninhos são localizados em condições mais expostas do que os ninhos das outras espécies de jacarés (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

No Pantanal, o período de desova começa em novembro (estação chuvosa), enquanto na Amazônia, o pico de nidificação ocorre entre outubro e novembro, que correspondem a níveis mais baixos de água nas áreas de várzea amazônica (CAMPOS et al., 2015). Na Amazônia central, as fêmeas colocam em média 15 ovos (CAMPOS e SANAIOTTI, 2006; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a), podendo variar de oito a 20 (CAMPOS et al., 2015). O período de incubação pode durar até 115 dias (RUEDA-ALMONACID et al., 2007) e a eclosão ocorre entre novembro e dezembro (MORALES-BETANCOURT, 2013). Como um padrão geral do grupo, há cuidado parental de ninhos e jovens para essa espécie, com a permanência de filhotes ao lado das fêmeas por até 21 meses após a eclosão (CAMPOS et al., 2012a).

## Dieta

Magnusson et al. (1987) relatam que a dieta de ambas as espécies de *Paleosuchus* é bastante diversa, incluindo principalmente vertebrados terrestres e uma proporção menor de peixes em relação à outras espécies de jacarés. De forma geral, o jacaré-paguá quando jovem alimenta-se principalmente de invertebrados, enquanto os adultos, consomem uma maior proporção de peixes, invertebrados terrestres, caranguejos, moluscos, anfíbios, serpentes e pequenos mamíferos, e sobretudo invertebrados terrestres (MAGNUSSON et al., 1987; CAMPOS et al., 1995; BOTERO-ARIAS, 2007). Essa mudança na composição da dieta dos animais evidencia uma troca ontogenética na dieta da espécie (MAGNUSSON et al., 1987).

## Ameaças

Ambas espécies de *Paleosuchus* possuem a pele muito ossificada (DA SILVEIRA, 2003; CAMPOS et al., 2004; SEIJAS, 2007) e desta forma, não apresentam potencial comercial (REBÊLO e MAGNUSSON, 1983; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a). Mesmo com o baixo valor comercial de suas peles, há fatores em comum que tem colocado em risco as suas populações, como os efeitos da poluição da água com metais pesados derivados da mineração de ouro, urbanização e expansão agrícola (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a), destruição do hábitat, construção de represas (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a; MUNIZ, et al., 2018) e algum nível de pressão de caça de subsistência na Amazônia, tanto de indivíduos adultos, como pelo consumo de ovos (CAMPOS, 2003; RUEDA-ALMONACID et al., 2007; MAGNUSSON e CAMPOS 2010a; MAGNUSSON et al., 2019). Além disso, na Guiana esses jacarés são comercializados como animais de estimação de acordo com a regulamentação do CITES (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a; MAGNUSSON et al., 2019).

## Status de conservação

O jacaré-paguá é categorizada como uma espécie *Low Concern* (LC) pela IUCN (MAGNUSSON et al., 2019), principalmente devido à sua grande distribuição e abundância na Amazônia (MUNIZ et al., 2018). É incluída no Apêndice II da CITES (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a). Apesar da ampla distribuição geográfica de *P. palpebrosus*, a falta de conhecimento acerca da espécie a deixa potencialmente vulnerável (CAMPOS et al., 1995) e sua conservação depende da manutenção da floresta e das bacias hidrográficas em que a espécie ocorre. Portanto, mais programas e/ou projetos de conservação são necessários a fim de possibilitar o monitoramento da abundância da espécie, bem como da degradação do hábitat, a avaliação do estado de conservação das populações locais e identificação de áreas de importância à conservação (MAGNUSSON et al., 2019).

e) *Paleosuchus trigonatus*

### Distribuição geográfica

*Paleosuchus trigonatus*, o jacaré-coroa (Figura 6), é encontrado na Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela (CAMPOS et al., 2019).



Figura 6: *Paleosuchus trigonatus* (jacaré-coroa) adulto no Centro Amazônico de Herpetologia (CAH), Benevides, Pará. Foto: Patrik F. Viana (2020).

A espécie pode ser encontrada nas bacias do Orinoco e Amazonas, bem como nos rios que drenam em direção ao Atlântico (SEIJAS, 2007). No Brasil, a espécie já foi considerada restrita à Bacia Amazônica (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010b), mas é conhecida ocorrência de *P. trigonatus* na transição com o bioma do Cerrado (CAMPOS et al., 2017), ampliando o conhecimento sobre sua distribuição geográfica.

### Hábitat e ecologia

*Paleosuchus trigonatus* habita normalmente em floresta tropical de dossel fechado, longe de grandes rios e lagos (MAGNUSSON et al., 1990). Podem ser encontrados em rios, pequenos canos, córregos e riachos de áreas densamente florestadas (MAGNUSSON, 1992b;



MAGNUSSON e CAMPOS, 2010b), todavia, os juvenis e machos adultos são frequentemente encontrados em habitats adjacentes (MAGNUSSON, 1992b). Na Amazônia, é principalmente encontrado em rios de águas claras e negras (MORALES-BETANCOURT, 2013). Os machos raramente excedem 1,70 m e a maioria das fêmeas mede menos que 1,40 m de comprimento total (MAGNUSSON, 1992b). As fêmeas atingem maturidade sexual, em média, com 1,30 m e os machos com 1,40 m (RUEDA-ALMONACID et al., 2007). Ademais, a idade mínima estimada de um indivíduo sexualmente maduro é de 11 anos para as fêmeas e de 20 anos para os machos (MAGNUSSON e LIMA, 1991).

No Amazonas, a postura dos ovos ocorre no final da estação seca, de agosto a setembro (MAGNUSSON et al., 1985). Os ninhos são construídos em montes compactados de serrapilheiras, localizados junto a troncos e raízes de árvores ou próximos e/ou em cima de cupinzeiros, como alternativa para manter uma temperatura elevada do ninho (MAGNUSSON et al., 1990; CAMPOS et al., 2016). O número de ovos por ninho varia de 10 a 20 (MAGNUSSON et al., 1985) e o período de incubação pode ser superior a 100 dias (MAGNUSSON, 1992b). As fêmeas realizam cuidado parental dos ninhos (CAMPOS et al., 2016) e no Amazonas, a eclosão dos filhotes ocorre entre novembro e janeiro (MAGNUSSON et al., 1985). Após a eclosão, os juvenis se dispersam em algumas semanas sem a presença de adultos (MAGNUSSON e LIMA, 1991; CAMPOS et al., 2012b).

### **Dieta**

Os adultos de jacaré-coroa consomem principalmente vertebrados terrestres, como peixes, anuros, serpentes, jacarés, aves e mamíferos de pequeno porte (e.g., marsupiais e roedores), enquanto os jovens alimentam-se sobretudo de moluscos, crustáceos e insetos aquáticos e terrestres (MAGNUSSON et al., 1987; BOTERO-ARIAS, 2007; MOLDOWAN et al., 2016).

### **Ameaças**

Devido ao pequeno tamanho do corpo e a extensa ossificação ventral, o valor comercial da pele do jacaré-coroa é muito baixo (CAMPOS et al., 2019). Todavia, sua carne é muito apreciada por algumas comunidades indígenas (OJASTI, 1996). Como *P. trigonatus* ocorre em áreas florestais, no Brasil, as maiores ameaças para esta espécie são a fragmentação do habitat, principalmente devido ao desmatamento e a perda de conectividade entre os rios (CAMPOS et al., 2012b; CAMPOS et al., 2013c), a ampliação e abertura de novas estradas, urbanização, construção de hidrelétricas e barragens, e a poluição ambiental por atividades de mineração de ouro (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010b; CAMPOS, 2015; CAMPOS et al., 2019).

### **Status de conservação**

*Paleosuchus trigonatus* é categorizada como *Low Concern* (LC) pela IUCN (CAMPOS et al., 2013c; CAMPOS et al., 2019) e está incluída no Apêndice II da CITES (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010b).

## Questões sociais, econômicas e políticas

### *Histórico de aspectos socioeconômicos das interações humanos-jacarés*

A interação entre humanos e fauna silvestre ocorre desde a antiguidade, podendo ser positiva ou conflituosa entre as partes (ALVES et al., 2012a). A exploração de animais silvestres é realizada para diversos fins (ALVES et al., 2012b; FERNANDES-FERREIRA et al., 2013; FRANCO et al., 2016), que variam da caça tradicional de subsistência (FONSECA e LOURIVAL, 2001; MORCATTY e VALSECCHI, 2015) até sistemas semi-intensivos e intensivos de criação (MICHAEL, 2004; LINDSEY et al., 2013). Alguns aspectos únicos da história natural dos crocodilianos criam desafios especiais para sua conservação e, cerca de 30% das espécies encontram-se ameaçadas criticamente (IUCN, 2019). No Brasil, todas as espécies de jacarés são exploradas em algum nível, seja para subsistência ou para comércio ilegal da pele e carne (ROSS, 1998; MENDONÇA et al., 2016). Na Amazônia brasileira, os jacarés sempre figuram entre as espécies caçadas (VALSECCHI e AMARAL, 2009; BAÍA JUNIOR et al., 2010; MENDONÇA et al., 2016) e a exploração sem critérios reduziu consideravelmente algumas populações (REBÊLO e MAGNUSSON, 1983; MENDONÇA et al., 2016).

Inicialmente, a caça dos jacarés amazônicos era dirigida para obtenção de pele visando o mercado internacional, em especial, do jacaré-açu por seu maior porte e qualidade de sua pele (REBÊLO e MAGNUSSON, 1983). Por volta dos anos 70, até final dos anos 90, a exploração de jacarés na Amazônia brasileira passou a visar o mercado interno de carne, associada à proibição e conseqüentemente a diminuição da demanda internacional de pele, estabelecendo-se em áreas com maiores populações das espécies exploradas, como na RDS Mamirauá (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999) e na RDS Piagaçu-Purus, considerada a maior fornecedora de carne ilegal de jacarés do mundo (MENDONÇA et al., 2016). Nos anos 2000, em algumas áreas do Estado do Amazonas, como a Região do Médio Rio Solimões, os jacarés passaram a ser caçados para uso como iscas na pesca da piracatinga (*Calophysus macropterus*), um peixe em demanda crescente na Colômbia (DA SILVEIRA e VIANA, 2003; FRANCO et al., 2016).

Embora a caça ilegal ainda ocorra em algumas regiões (FRANCO et al., 2016; MENDONÇA et al., 2016), o histórico de uso por comunidades locais associado aos sinais de recuperação de algumas populações de jacarés, indicaram a possibilidade do desenvolvimento de um sistema de manejo sustentável (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; MARIONI et al., 2013a). As características reprodutivas desses animais dão potencial de grande resiliência para algumas populações de crocodilianos, possibilitando se recuperarem do esgotamento populacional, sustentando altas taxas de extração (VELASCO et al., 2003; MORALES-

BETANCOURT et al., 2013). Desta forma, sistemas de manejo comunitário de jacarés vêm sendo proposto, visando promover conservação das espécies associada à manutenção da cultura da população local que os utilizam historicamente como recursos para sobrevivência (BARBOZA et al., 2013; BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013).

No Estado do Amazonas, desde 2003, políticas públicas tentam viabilizar o manejo comunitário de jacarés com foco na RDS Mimirauá (BOTERO-ARIAS et al., 2009). O Projeto Piloto para o Manejo de Jacarés na RDSM, uma iniciativa coordenada pelo Governo do Amazonas, teve atividades experimentais de abate em 2004, 2006, 2008 e 2010, no setor Jarauá, com a finalidade de testar técnicas de abate, processamento de carne e pele, avaliação experimental do comércio legal dos subprodutos, características de processamento, tecnologias mínimas e fontes de contaminação da carne (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013). Em 2020, foi realizado um novo abate, agora em acordo com a legislação estadual específica de jacarés (publicada em 2011) e com finalidade comercial. Apesar dos avanços no desenvolvimento de diretrizes legais, os processos produtivos e o sistema de gestão encontram-se em desenvolvimento e ainda não é possível atestar a viabilidade do manejo (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013; MARIONI et al., 2013a), embora as projeções indiquem boas margens de lucro para atividades com escalas a partir de 300 jacarés abatidos por ano (Franco, D., dados não publicados).

Embora incomuns, há casos de conflitos em sentido inverso, ou seja, entre jacarés e algumas populações humanas (FRANCO e BOTERO-ARIAS, 2017). Na RDSM encontra-se uma das maiores concentrações de jacaré-açu e jacaretinga do mundo (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999), causando uma sobreposição de áreas de uso destes, com as habitações e as áreas de pesca humanas, aumentando as chances de conflitos entre humanos e jacarés. O principal efeito negativo está associado ao prejuízo econômico direto, como perda de apetrechos de pesca e perturbação do bem-estar dos comunitários locais, e pela perda de animais de estimação e de fonte de proteína animal, como o pescado e os animais de produção (FRANCO e BOTERO-ARIAS, 2017).

#### *Histórico de aspectos legais no uso e manejo de jacarés*

A legislação específica para as interações homem-fauna silvestre é ampla e variável ao redor do mundo, podendo ou não ser adequada ao contexto local (CHARDONNET et al., 2002; VERDADE, 2004; KELLERT et al., 2010; NASSARO, 2011; PINHEIRO, 2014; RANZI et al., 2018). No Brasil, embora nos anos 1930 tenham sido publicadas leis sobre a temática da fauna silvestre (NASSARO, 2011), até o início de 1960 não existia uma regulamentação clara sobre a caça de animais silvestres. Somente em 1967, após a criação da Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197/67), passou-se a ativamente promover a mudança no uso das espécies silvestres (BRASIL, 1967).

Em 16 de julho de 1996, a Lei Estadual nº 2.411 criou um marco na história das UCs brasileiras, alterando a categoria da Estação Ecológica de Mimirauá, Região do Médio Rio

Solimões, no Estado do Amazonas, para RDS, categoria até então inexistente no país. Tal mudança foi realizada para permitir a permanência dos povos tradicionais que habitavam a unidade de conservação, promovendo o desenvolvimento sustentável, através do uso regulamentado dos recursos naturais, que historicamente já eram utilizados (QUEIROZ e PERALTA, 2006). Em 18 de julho de 2000, via a publicação da Lei Federal nº 9.985, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabeleceu critérios e normas para a criação, implantação e gestão das UCs federais, estaduais e municipais (BRASIL, 2000; RANZI et al., 2018). O SNUC definiu e regulamentou as categorias de UCs, separando-as em proteção integral, com a proteção da biodiversidade como principal objetivo, e de uso sustentável, que permitem a utilização sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Considerando as disposições do SNUC e da Política Nacional de Biodiversidade, é publicada em novembro de 2002, pelo IBAMA, a IN nº 26, que estabelece normas para uso sustentável da fauna silvestre em Reserva Extrativista (RESEX). A IN indicou a necessidade de apresentação do "Projeto Técnico do Uso Comunitário Sustentável de Espécie da Fauna Silvestre Brasileira Autóctone", composto por uma série de informações ecológicas, econômicas e sociais que apontem a viabilidade do uso de espécies silvestres na UC (FRANCO et al., 2019). Assim, em 2003, foi iniciado um Projeto Piloto para o Manejo Comunitário Sustentável de Jacarés na RDS Mamirauá, Amazonas. Considerando o arcabouço legal existente até então, o referido projeto visou definir melhores critérios técnicos para realização do uso de jacarés por populações tradicionais em UCs, no Estado do Amazonas.

As atividades experimentais de captura e abates foram iniciadas em 2004 (BOTERO-ARIAS et al., 2009; BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013). Em 2006, durante o segundo abate de jacarés, foi publicada a Lei Estadual nº 3.105 que modificou a Lei Estadual nº 2.500, tratando da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Entre as alterações, os jacarés foram incluídos dentre as espécies reconhecidas na categoria de pescado, alteração posteriormente realizada também na esfera federal a partir da publicação do Decreto nº 9.013/2017 (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013; FRANCO et al., 2019). Em 2008, o IBAMA publicou a IN nº 169, que instituiu e normatizou as categorias de uso e manejo de fauna silvestre em cativeiro, indicando as espécies silvestres nativas possíveis para manejo em categorias de empreendimentos intensivos ou semi-intensivos. As espécies dos gêneros *Melanosuchus* e *Caiman* são citadas dentre as espécies permitidas para manejo intensivo (*farming*) ou semi-intensivo (*ranching*). Com o correto apoio governamental, a criação de animais silvestres poderia evitar a sobre-exploração dos espécimes silvestres *in situ* (NOGUEIRA e NOGUEIRA-FILHO, 2011).

Após o abate de jacarés em 2010 na RDS Mamirauá, foram publicadas duas normas de grande relevância para o manejo comunitário no Estado do Amazonas. A Resolução nº 008/2011 da CEMAAM que estabelece os procedimentos técnicos para o manejo de jacarés em UCs do Estado do Amazonas, aspectos fundamentais para estruturação de sistemas de

manejo comunitário de jacarés (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013). E a IN nº 001/2011 da SEPROR, apoiando-se na Resolução nº008 e na Lei Estadual nº 3.105, que estabelece; os critérios técnicos de abate e beneficiamento de crocodilianos no Estado do Amazonas. Tal IN forneceu pela primeira vez um protocolo específico para o abate e beneficiamento de jacarés, apresentando pré-requisitos das estruturas de abate, podendo ser barcos frigoríficos ou abatedouros flutuantes, visando o completo beneficiamento ou pré-beneficiamento, apenas abate e evisceração, em uma estrutura simplificada denominada abatedouro de crocodilianos (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013). Assim, uma estrutura simplificada de abate possibilitaria atender ao contexto local e promover a inserção das comunidades tradicionais (KLUCZKOVSKI e KLUCZKOVSKI, 2015).

Em 2012, o ICMBio publica a IN nº 28, estabelecendo normas para a utilização sustentável das populações naturais de crocodilianos em RESEX, FLONA e RDS (RANZI et al., 2018). Os critérios técnicos apresentados são similares aos requeridos pela legislação estadual para o manejo de crocodilianos em UCs no Estado do Amazonas, abrangendo ainda as Florestas Nacionais (FLONA) e sendo direcionada para UCs federais (RANZI et al., 2018; FRANCO et al., 2019). As normas técnicas de abate e processamento são pontos-chave no uso da fauna silvestre, sobretudo na Região Amazônica, pois a industrialização realiza a comunicação entre produtor e consumidor, e pode se tornar problemática se houverem poucas opções de colocação do produto e/ou o mercado exigir atributos de qualidade específica (ZYLBERSZTAJN, 2000). A industrialização de produtos Amazônicos possui também importância social, visto o potencial de geração de empregos e de melhoria na segurança alimentar da população (KLUCZKOVSKI e KLUCZKOVSKI, 2015).

## **Grupos de trabalho, programas e projetos na Amazônia**

As informações sobre a biologia e *status* populacional de jacarés na Amazônia são bastante limitadas e restritas a algumas áreas específicas (ANDRADE e COUTINHO, 2006). Na Região Norte, organizações sociais, instituições de pesquisa e grupos de trabalhos têm por objetivo aplicar estratégias de conservação, como o manejo sustentável ou econômico de algumas espécies de jacarés. Desse modo, projetos de pesquisa e conservação de crocodilianos amazônicos vêm sendo desenvolvidos, embasados no conhecimento e geração de informações biológicas e ecológicas das espécies de jacarés existentes na região.

Dentre os grupos de trabalho mais representativos na Amazônia brasileira temos:

- O Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia – INPA e a Universidade Federal do Amazonas – UFAM, que desenvolvem projetos de pesquisa relacionados a levantamentos populacionais, ecologia, genética e comportamento de crocodilianos amazônicos em ambientes urbanos, periurbanos e silvestres.

• O Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSMM, que objetiva gerar informações biológicas e ecológicas das espécies de jacarés amazônicos, atuando nas RDS Mamirauá e Amanã. O programa aborda ações de pesquisa sobre dinâmica populacional, distribuição e uso de hábitat, biologia e ecologia reprodutiva, genética de populações, saúde e uso de recursos e ainda, desenvolve estratégias orientadas ao monitoramento participativo comunitário de jacarés e a estruturação da cadeia produtiva. Além disso, o Programa Jacarés trabalha no desenvolvimento e experimentação de uma estrutura de abate flutuante de crocodilianos, similar aos entrepostos de pesca flutuantes utilizados na região amazônica, adaptado às exigências legais específicas e com sistemas elétricos e hidráulicos sustentáveis. Essa estrutura foi utilizada de forma satisfatória no abate de jacarés de 2020, na RDS Mamirauá.

• O Grupo de Trabalho (GT) sobre o Manejo de Jacarés para o Estado do Amazonas, criado em 2019 pela Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMA, Portaria SEMA nº 26, de 14/03/2019, conta com organizações governamentais, instituições de pesquisa e seus pesquisadores. As principais atribuições desse GT estão na orientação e na elaboração metodológica a serem utilizadas na execução do manejo de jacaré no Estado do Amazonas.

Algumas instituições importantes, na obtenção de informações sobre os jacarés amazônicos, encontram-se atualmente com seus projetos e pesquisas com crocodilianos desativados, a saber:

• O Programa de Conservação de Crocodilianos Amazônicos, do Instituto Piagaçu, que desenvolveram pesquisas sobre biologia, ecologia e caça de jacarés no entorno da RDS Piagaçu-Purus. O programa realizava pesquisas em parceria com o INPA e UFAM, desenvolvendo a capacidade técnico-científica em áreas relevantes para proteção ou susceptíveis ao manejo econômico, visava à conservação das espécies de jacarés e seus ecossistemas.

• O Projeto Jacarés da Amazônia, complementar ao do manejo de jacarés realizado na Reserva Extrativista do Lago do Cuniã (RESEX Lago do Cuniã) em Rondônia, que tinha o objetivo de implantar ações que visavam a organização e o desenvolvimento de uma nova cadeia de valores e conservação de jacarés nas Unidades de Uso Sustentável na Amazônia.

• A Universidade Federal de Tocantins – UFT e o Centro de Pesquisa Canguçu – CPC que desenvolveram pesquisas que visavam aumentar o conhecimento sobre as populações e a biologia reprodutiva e comportamental dos crocodilianos amazônicos ocorrentes na área do Parque Nacional do Araguaia – Parna do Araguaia, na Ilha do Bananal, no Tocantins.

## Principais ameaças e soluções

### *Ameaças aos crocodilianos amazônicos*

De modo geral, as principais ameaças aos crocodilianos estão relacionadas à perda de hábitat (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a, b; CAMPOS et al., 2012b; MUNIZ, et al., 2018), construção de represas (DA SILVEIRA e VIANA, 2003; VELASCO e AYARZAGUENA, 2010; CAMPOS, 2015; BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019), conflitos com pesca (JOSS, 1995; BRAZAITIS et al., 1996; DA SILVEIRA, 2001; MORALES-BETANCOURT et al., 2013), poluição por mineração de ouro, urbanização, expansão agrícola (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a, b; BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019) e caça ilegal (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; DA SILVEIRA e VIANA, 2003; RUEDA-ALMONACID et al., 2007; CAMPOS et al., 2010b; FARIAS et al., 2013a; MAGNUSSON et al., 2019).

A mudança das margens dos rios ocasionados pelas barragens hidrelétricas é um dos maiores impactos, pois acabam forçando os jacarés a terem um contato mais próximo com as pessoas, e assim serem abatidos pelos caçadores, além de ocasionarem o alagamento das áreas florestais, inundando os ninhos e alterando o seu comportamento reprodutivo (DA SILVEIRA e VIANA, 2003; VELASCO e AYARZAGUENA, 2010; FINER e JENKINS, 2012; MARIONI et al., 2013a; CAMPOS, 2019).

No Brasil, a contaminação por mineração de ouro e o uso de agroquímicos é um problema grave e os metais pesados afetam negativamente os crocodilianos (SCHNEIDER et al., 2012; CORREIA et al., 2014; BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019). A mineração de ouro nas cabeceiras e na maior parte dos habitats fluviais da Amazônia, às atividades industriais, resultam em contaminação significativa generalizada nos crocodilianos, por chumbo (Pb), resíduos químicos e o despejo e/ou rompimento de minérios com Pb em substratos aquáticos (BRAZAITIS et al., 1996). Na Amazônia, as taxas de mercúrio (Hg) geralmente são altas (SCHNEIDER et al., 2012), sendo encontrado em concentrações significativas nos jacarés da Bacia Amazônica (SCHNEIDER et al., 2015; EGGINS, et al., 2015).

Os efeitos imediatos e cumulativos de contaminantes sobre as populações de jacarés e seus habitats no Brasil ainda são poucos estudados (BRAZAITIS et al., 1996; SCHNEIDER et al., 2012, 2015; CORREIA et al., 2014) geralmente realizados com espécies de valor comercial (JEFFREE et al., 2001). A maior parte destes estudos foi realizada na Amazônia com *C. crocodilus* e *M. niger*, onde há fontes naturais e antropogênicas de Hg contaminando tais populações (BRAZAITIS et al., 1996; SCHNEIDER et al., 2012, 2015; CORREIA et al., 2014). Os dados sobre as concentrações de Hg em jacarés são importantes devido ao potencial risco à saúde humana (comunidades locais) e aos animais que os consomem. Tais informações são essenciais quando se trata de populações de jacarés para o manejo sustentável e para estudos destes predadores de topo de cadeia alimentar como bioindicadores (BRAZAITIS et al., 1996; SCHNEIDER et al., 2012).

As populações de jacarés eram encontradas em intensa abundância nos rios Solimões e Japurá (BATES, 1864). No entanto, na década de 1950 até o início de 1970, a caça de crocodilianos foi intensa no Estado do Amazonas (FITTKAU, 1970). Dentre todas as ameaças aos crocodilianos citadas aqui, na Amazônia brasileira, a caça comercial para exploração da pele, principalmente de *M. niger* e *C. crocodilus*, foi o principal fator que levou ao declínio as populações de jacarés na região (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Entretanto, *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* geralmente não estavam sujeitas à utilização comercial extensa (BRAZAITIS et al., 1996).

Historicamente, *M. niger* foi a primeira espécie explorada devido ao grande interesse comercial de sua pele (PLOTKIN et al., 1983; BRAZAITIS et al., 1996; THORBJARNARSON, 1998; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; DA SILVEIRA, 2001). Após o declínio das populações de *M. niger*, mesmo com valor comercial menor, *C. crocodilus* passou a ser intensivamente caçado para comercialização de pele (AYRES e BEST, 1979; OJASTI, 1996).

Até 1966, o Estado do Amazonas foi legalmente o maior exportador de peles de jacarés do mundo antes da proibição da caça no Brasil. As peles eram exportadas para Europa e Estados Unidos, sendo utilizadas para confecção de itens de luxo, como cintos, carteiras e sapatos (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Com a exploração comercial intensa, as populações de *C. crocodilus* diminuíram em muitas regiões do Norte do Brasil, enquanto as populações de *M. niger* foram extensivamente fragmentadas na Amazônia e completamente extirpadas de muitas regiões (BRAZAITIS et al., 1996).

A fauna silvestre no Brasil foi protegida oficialmente em 1967, no entanto, a caça ilegal de jacaré-açu perdura em menor escala até os dias atuais (PLOTKIN et al., 1983; DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; MENDONÇA et al., 2016). Todavia, a partir de 1970, com o desaparecimento do mercado de peles, os caçadores começaram a comercializar ilegalmente a carne de jacarés. A carne, salgada ou fresca, era vendida para o Estado do Pará e para a Colômbia (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999).

Devido à grande exportação de carne o Estado do Amazonas foi considerado o maior produtor ilegal de carne de jacaré do mundo (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; MENDONÇA et al., 2016). Somente decorridos alguns anos da proibição caça (Lei nº 5.197), foi documentado o incremento de muitas populações selvagens de jacarés na região, apesar da caça comercial generalizada que havia se passado (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999; DA SILVEIRA, 2001; BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013).

Com o aumento da população de jacarés, o encontro destes com os humanos tornou-se mais frequente (KLUCZKOVSKI e KLUCZKOVSKI, 2015). Os acidentes com jacarés na Amazônia brasileira são um gargalo importante quanto aos aspectos social e político na conservação das populações naturais dessas espécies (DA SILVEIRA, 2001). Durante a pesca, os jacarés são atraídos por peixes capturados nas redes de pesca (CAMPOS, 2015) e acabam



sendo mortos pelos pescadores, que os associam à perda econômica dos materiais de pesca e ao risco de acidentes ou mortes de moradores locais (KLUCZKOVSKI e KLUCZKOVSKI, 2015). Tais perdas, devem ser monitoradas para uma caracterização criteriosa dos reais impactos socioeconômicos que as populações ribeirinhas sofrem e da sua relação com os jacarés, auxiliando na redução dos conflitos, ações de conservação e melhorias da qualidade de vida dos moradores (FRANCO e BOTERO-ARIAS, 2017).

O uso intensivo de jacarés como isca para capturar piracatinga também ameaça à conservação das espécies de jacarés na Amazônia (ESTUPIÑÁN et al., 2003). A pesca desse bagre teve seus primeiros registros em 1997, mas só nos anos 2000 foram realizados os primeiros registros oficiais do uso de jacarés e botos como iscas para a pesca da piracatinga na região (ESTUPIÑÁN et al., 2003; BOTERO-ARIAS, et al., 2014). Em 2013, estima-se que foram mortos 2.300 jacarés ao longo do Rio Solimões e Paranã do Aranapu, no entorno da RDS Mamirauá, para uso como iscas (FRANCO et al., 2016). Em janeiro de 2015, o governo brasileiro criou uma normativa que proibia a pesca da piracatinga durante cinco anos. Tal moratória criada para proteger os botos, acabava abrangendo os jacarés, visto que estes são também alvos da pesca (DA SILVEIRA e VIANA, 2003; BOTERO-ARIAS et al., 2014; BELTRÃO et al., 2017).

Além disso, na Amazônia é comum o consumo de ovos de jacarés por humanos. Na RDSM, por exemplo, a coleta dos ovos é uma atividade oportunista durante a jornada de pesca, sendo realizada tanto pelos usuários legais da área, quanto por ribeirinhos de fora, que pescam ilegalmente dentro dos limites da reserva (VILLAMARÍN, 2009). Se esse tipo de atividade não for controlada, poderá ser prejudicial à dinâmica populacional de jacarés em certas localidades e aos potenciais ingressos econômicos em um programa de manejo. Nestes casos, é fundamental discutir com as comunidades locais o estabelecimento de limites no consumo de ovos de jacarés (VILLAMARÍN et al., 2008).

### *Soluções aplicáveis*

No contexto de exploração de crocodilianos na Amazônia brasileira, o comércio de carne perdurou e transformou-se em uma alternativa de uso destes animais para muitas populações ribeirinhas até os dias atuais (BOTERO-ARIAS et al., 2014). A ameaça descontrolada destacou a necessidade de novas abordagens para tratar os problemas de conservação de crocodilianos e a gestão populacional (MARIONI et al., 2013a). A criação da Lei nº 5.197 de 1967, que proibiu a caça ilegal, juntamente com a criação das UCs, permitiu que as populações de jacarés aumentassem em vários de seus locais de ocorrência (MARIONI et al., 2013a).

O SNUC permitiu a exploração do ambiente de modo a compatibilizar a conservação da natureza com o uso de parcela dos recursos naturais, garantindo a perenidade e a manutenção dos seus atributos ecológicos, seguindo critérios e normas definidos na lei. Assim, no Brasil, foi

permitida a implementação legal do manejo da vida selvagem dentro de algumas categorias de áreas protegidas. Desse modo, planos de manejo da área e o estabelecimento de programas de uso sustentável, baseados na geração de renda de benefícios econômicos para as comunidades locais, seja com turismo local ou para a comercialização da carne e produtos derivados, devem ser estabelecidos à conservação *in situ* dos jacarés e dos ecossistemas, dentro das UCs de uso sustentável, como as RDS e RESEX (JOSS, 1995; MESSEL et al., 1995; ROSS, 1998; MARIONI et al., 2012; BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013).

A conservação e o manejo das espécies dependem, dentre outras coisas, de informações da distribuição e da abundância das populações (DA SILVEIRA, 2001). Também, é preciso delinear estudos de monitoramento de populações de jacarés nos planos de manejo das UCs federais, estaduais e municipais, a fim de averiguar a efetividade dessa atividade para a conservação da espécie e promover a aplicação de leis ambientais em áreas fora de UCs (MARIONI et al., 2012, 2013b).

Levantamentos demonstram o aumento da densidade populacional de jacarés vem sendo realizados em diferentes localidades na Amazônia (Tabela 1). Os resultados dessas pesquisas vêm contribuindo para o conhecimento das espécies, fornecendo uma base para o manejo sustentável dos crocodilianos amazônicos (MARIONI et al., 2013a), garantindo a viabilidade das populações ao longo de suas distribuições (MARIONI et al., 2012, 2013b).

A construção e estabelecimento de uma Base de Sistema de Manejo Participativo dos Jacarés Amazônicos é uma estratégia de conservação de recursos naturais e deve contar com a participação das comunidades locais nas ações de acompanhamento técnico e científico do processo (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013). A participação comunitária no planejamento, articulação e execução das coletas de dados biológicos básicos dos jacarés, garante o envolvimento dos moradores nas tomadas de decisões (BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013), sendo a principal estratégia de implementação do projeto de uso sustentável de crocodilianos na Amazônia (MMA, 2003).

Ademais, cursos de capacitação e intercâmbio de conhecimentos e experiências das comunidades com outras associações locais envolvidas no uso sustentável de crocodilianos na região devem ser realizados (MARIONI et al., 2013a). Na Amazônia brasileira, há dois projetos de uso sustentável de jacarés, sob sistema extensivo (*harvesting*) de populações de *M. niger* e *C. crocodilus*, um já ativo na RESEX Lago do Cuniã, em Rondônia (MENDONÇA e COUTINHO, 2010), e outro em fase de implantação, na RDS Mamirauá, no Estado do Amazonas (BOTERO-ARIAS et al., 2009; BOTERO-ARIAS e REGATIERI, 2013).

Contudo, faz-se necessário criar um fundo de fomento para a realização de monitoramento e manejo sustentável dos crocodilianos da Amazônia, visando garantir o sucesso e a continuidade das atividades de pesquisa, conservação e manejo sustentável. Esse fundo é essencial para suprir as demandas e requisitos do manejo das populações silvestres, tais como capacitação de

monitores e técnicos locais, adequação da infraestrutura de abate e processamento, implantação de novas tecnologias e apoio à produção e comercialização dos recursos naturais (MARIONI et al., 2013a).

Por fim, a participação de órgãos do governo (municipais, estaduais e federais), aliados à comunidade científica e gestão comunitária, é importante para a construção e fortalecimento de ações de manejo sustentável e conservação das espécies de crocodilianos amazônicos, com a geração de benefícios econômicos, sociais e ambientais de longo às comunidades locais das UCs de Uso Sustentável (MARIONI et al., 2013a).

Tabela 1: Levantamentos populacionais de *Melanosuchus niger* e *Caiman crocodilus* em diferentes áreas de ocorrências na Amazônia brasileira.

Ano	Avaliações populacionais	Fonte
1995 - 1998	RDSM, Amazonas: Aumento da população de <i>M. niger</i> , passando de 556 indivíduos em 1994 para 3.789 em 1998.	Da Silveira, 2001
2004 - 2005	AM, AP, RO, TO e GO, 85 localidades (780km): 37.000 <i>M. niger</i> (2,1-467 ind./km).	CITES, 2007
2004, 2007, 2008	Rondônia, Reserva Extrativista Lago Cuniã - 467km: 16.782 jacarés ( <i>M. niger</i> , <i>C. crocodilus</i> ), (5,1-100,4 ind/km).	Mendonça e Coutinho, 2010
2005 - 2012	Amazonas, RDS Piagaçu-Purus: o número de <i>M. niger</i> adultos aumentou de 5,4% a 13,4%.	Marioni et al., 2013b
2008	Amazonas, Região Lago Badajós - 51km: 1.038 jacarés-açu (14-38 ind/km).	Andrade e Coutinho, 2011
2008	Amapá, Parque Nacional Cabo Orange - 43.5km: 370 <i>M. niger</i> .	Andrade e Coutinho, 2011
2008	RDSM, Amazonas - 52,3 km: 468 jacarés, 88,5% (414) <i>M. niger</i> e 11,5% (54) <i>C. crocodilus</i> .	Botero-Arias et al., 2009
2015 - 2019	RDSM, Amazonas - 1.017,27 km: 62.931 jacarés ( <i>M. niger</i> e <i>C. crocodilus</i> )	Programa de Pesquisa em Conservação e manejo de Jacarés, IDSM

## Considerações Finais

Diante do que foi apresentado neste capítulo, fica notória a necessidade de realizar estudos prévios sobre a biologia e ecologia das espécies de jacarés, além da viabilidade econômica e o desenvolvimento da cadeia produtiva, que permitam inserir a atividade na dinâmica econômica na Região Amazônica.

Considerando o aumento das construções de hidroelétricas, é fundamental a implementação de estudos de avaliação do efeito destes barramentos sobre as populações naturais de jacarés na Amazônia.

Os jacarés ainda são vistos como animais “ruins ou perigosos” pelos moradores locais, isso deve-se ao fato de serem grandes predadores de topo de cadeia, competindo pelo mesmo tipo alimento e domínio territorial com os humanos, e também, por provocarem prejuízos socioeconômicos.

Ressaltamos que ações de educação ambiental devem ser desenvolvidas para o entendimento e a sensibilização das pessoas envolvidas diretamente nas UCs, sobre a importância dos jacarés para o ecossistema.

Finalmente, é necessário despertar a consciência à prática do uso sustentável de jacarés, destacando a importância socioeconômica e cultural dentro do contexto e da realidade das áreas de ocorrência destas espécies na Amazônia brasileira.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos inúmeros comunitários e assistentes que tem apoiado o desenvolvimento das pesquisas de campo, em especial, a João "Jacaré" S. de Carvalho, morador da RDS Mamirauá e técnico do Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Jacarés. Destacamos também, o esforço e a dedicação no desenvolvimento de pesquisas fundamentais para a conservação e manejo de crocodilianos amazônicos realizados por W. "Bill" Magnusson, John B. Thorbjarnarson (*In memoriam*) e Ronis da Silveira. As pesquisas e o conhecimento gerado por elas tem sido parte de ações desenvolvidas, em longo prazo, com apoio do IDSM-OS, INPA, IPI, CNPq, Capes, MCTIC, SEMA, IPAAM, ADAF, IBAMA, ICMbio, UFAM, UEA, WCS, CSG, Sociedade Civil Mamiraua, Petrobras Ambiental e *Moore Foundation*. É fundamental destacarmos e reconhecermos o extenso conhecimento sobre os jacarés amazônicos, adquirido ao longo de duas décadas por estudantes, estagiários, pesquisadores e voluntários. Agradecemos aos organizadores do livro Tratado de Crocodilianos do Brasil pelo convite para participarmos deste capítulo. A todos os colaboradores, nosso muito obrigado.

## Referências

- ALVES, R. R. N.; VIEIRA, K. S.; SANTANA, G. G., VIEIRA, W. L. S.; ALMEIDA, W. O.; SOUTO, W. M. S.; MONTENEGRO, P. F. G. P.; PEZZUTI, J. C. B. A review on human attitudes towards reptiles in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 184, n. 11, p. 6877-6901. 2012a. doi:10.1007/s10661-011-2465-0.
- ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R.; VIEIRA, W. L. S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. *Tropical Conservation Science*, v. 5, n. 3, p. 394-416, 2012b.
- ANDRADE, T. A.; COUTINHO, M. E. Distribuição e abundância de jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e jacaretinga (*Caiman crocodilus*) na APA Meandros do Araguaia, Goiás, Produto PNUD/RAN, 2006.
- ANDRADE, T. A.; COUTINHO, M. E. Ecologia populacional dos jacarés (*Melanosuchus niger* e *Caiman crocodilus*) na Área de Proteção Ambiental Meandros do Araguaia/GO-MT, In: **Anais do III Congresso Brasileiro de Herpetologia**, Belém, 2007.
- ANDRADE, T.; COUTINHO, M. E. Ecologia da nidificação de jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) na Área de Proteção Ambiental Meandros do Araguaia/GO-MT. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de Herpetologia**, Pirenópolis, 2009.
- ANDRADE, T. A.; COUTINHO, M. E. Distribuição e abundância de crocodilianos no Parque Nacional Cabo Orange, Amapá, Brasil. In: **Anais da Sociedade Brasileira de Herpetologia, IX Congresso Latino Americano de Herpetologia**, Curitiba. CD-ROM. 2011.
- AYRES, J. M.; BEST, R. Estratégias para a conservação da fauna amazônica. *Acta Amazônica*, v. 9, n. 4, p. 81-101, 1979.
- BAÍA JÚNIOR, P. C.; GUIMARÃES, D. A.; LE PENDU, Y. Non-legalized commerce in game meat in the Brazilian Amazon: a case study. *Revista de Biología Tropical*, v. 58, n. 3, p. 1079-1088, 25 mar, 2010.
- BALAGUERA-REINA, S. A.; VELASCO, A. *Caiman crocodilus*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2019.
- BARÃO-NÓBREGA, J. A. L.; MARIONI, B.; VILLAMARÍN, F.; SOARES, A. M. V. M.; MAGNUSSEN, W. E.; DA SILVEIRA, R. Researcher disturbance has minimal impact on natural predation of caiman nests in central Amazonia. *Journal of Herpetology*, v. 48, n.8, p. 338-342, 2014.
- BARBOSA, R. S. L.; REBÊLO, G. H.; BARBOZA, R. S. L.; PEZZUTI, J. C. B. Plano de manejo comunitário de jacarés na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém - PA, Brasil. *Biotemas*, v. 26, n. 2, p. 215-226, 2013.

- BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Ed.). **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. Ed. Nova York: Nova Science Publishers, v. 1, 2019. p. 67-110.
- BATES, H. W. **The naturalist on the river Amazon**. J. Murray, London, 1864. 407 p.
- BELTRÃO, H.; PORTO-BRAGA, T. M.; SCHWARTZ-BENZAKEN, Z. Alternative bait usage during the piracatinga (*Calophysus macropterus*) fishery in the Manacapuru region, located at the lower Solimões-Amazonas River, Amazon basin, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 12, n. 3, p. 194-205, 2017.
- BEST, R. C. The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin**. Dr. Junk Publishers, Netherlands. 1984. p. 371-412.
- BOTERO-ARIAS, R. Padrões de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de paleovárzea ao sul do rio Solimões, Amazônia Central, Brasil. (Dissertação). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, 2007.
- BOTERO-ARIAS, R.; FRANCO, D. L.; MARMONTEL, M. A mortalidade de jacarés e botos associada à pesca da piracatinga na região do Médio Solimões - Amazonas, Brasil. Tefé: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, p. 60, 2014.
- BOTERO-ARIAS, R.; MARMONTEL, M.; QUEIROZ, H. L. Projeto de manejo experimental de jacarés no Estado do Amazonas: abate de jacarés no setor Jarauá - Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. *UAKARI*, v.5, n.2, p. 49-58, 2009.
- BOTERO-ARIAS, R.; REGATIERI, S. A. Construindo as bases para um Sistema de Manejo Participativo dos Jacarés Amazônicos. Tefé: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM, p. 68, 2013.
- BRASIL. Lei n. 5.197, de 03 de janeiro de 1967. Lei de Proteção à Fauna, Brasília, DF, 1967.
- BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, Brasília, DF, 2000.
- BRAZAITIS, P.; REBÊLO, G. H.; YAMASHITA, C. The status of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* populations regions of Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 17, p. 377-385, 1996.
- BRAZAITIS, P.; REBÊLO, G. H.; YAMASHITA, C. The distribution of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman yacare* populations in Brasil. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, p. 193-20, 1998.
- CAMPOS, Z. Fecundidade das fêmeas, sobrevivência dos ovos e razão sexual de filhotes recém eclodidos de *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) no Pantanal, Brasil. (Tese). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1991.

CAMPOS, Z. Efeito do habitat na fecundidade das fêmeas, sobrevivência e razão sexual dos jovens de jacarés-do-pantanal. 1ª ed. Campo Grande, Brasil: Embrapa Pantanal, 2003.

CAMPOS, Z. Size of caimans killed by humans at a hydroelectric dam in the Madeira River, Brazilian Amazon. *Herpetozoa*, v. 28, n. 1/2, 2015.

CAMPOS, Z. Disruption of reproductive behaviour of Black caiman, *Melanosuchus niger* in the Santo Antônio hydroelectric dam, Madeira River, Brazilian Amazon. *The Herpetological Bulletin*, v. 148, p. 26-28, 2019.

CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. Size structure and sex ratio of Dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. *Herpetological Journal*, London, v. 5, n. 4, p. 321-322, 1995.

CAMPOS, Z.; COUTINHO, M. E.; ABERCROMBIE, C. Ecologia e status de conservação do jacaré-paguá nas montanhas do Amolar, Pantanal Sul. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, Comunicado Técnico 31, 2004.

CAMPOS, Z.; LLOBET, A.; PIÑA, C. I.; MAGNUSSON, W. E. Yacare caiman *Caiman yacare*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3ª ed. Crocodile Specialist Group: Darwin, 2010b. p. 23-28.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. Relationship between rainfall, nesting habitat and fecundity of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.11, p. 351-358, 1995.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MARQUEZ, V. Growth rates of *Paleosuchus palpebrosus* at the southern limit of the range. *Herpetologica*, v. 69, n. 4, p. 410 – 410, 2013a.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MUNIZ, F. *Paleosuchus trigonatus*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T46588A3010035, 2019.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação de risco de extinção do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), no Brasil, v.3, n.1, p. 40-47, 2013b.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação de risco de extinção do jacaré-coroa, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801), no Brasil, v.3, n.1, p. 48-53, 2013c.

CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. Camera traps capture images of predators of *Caiman crocodilus yacare* eggs (Reptilia: Crocodylia) in Brazil's Pantanal wetlands. *Journal of Natural History*, v. 49, p. 977-982, 2014.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; DESBIEZ, A. L. J.; MAGNUSSON, W. E. Predation on eggs of

Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1807), by armadillos and other predators. *Journal of Natural History*, v. 50, n. 25-26, p. 1543-1548, 2016.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Dead *Paleosuchus* on roads in Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 31, p. 12, 2012b.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Extension of the geographical distribution of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Crocodylia: Alligatoridae), in the Amazon-Cerrado transition, Brazil. *Check List*, v. 13, n. 4, p. 91-94, 2017.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T. *Paleosuchus palpebrosus* (Dwarf caiman) nesting. *Herpetological Review*, v. 37, n. 1, 2006.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E. Maximum size of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the Amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. *Amphibia Reptilia*, v. 31, p. 439-442, 2010a.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W.; COUTINHO, M. Reproductive trade-offs in *Caiman crocodilus crocodilus* and *C. c. yacare*: implications for size-related management quotas. *Herpetological Journal*, v. 18, p. 91-96, 2008.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MARQUES, V.; MAGNUSSON, W. E. Geographic Variation in Clutch Size and Reproductive Season of the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 49, p. 95-98, 2015.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MUNIZ, F.; FARIAS, I.; MAGNUSSON, W. E.; Parental care in the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). *Journal of Natural History*, v. 46, n. 47-48, p. 2979-2984, 2012a.

CARRILLO, J. F. C. Caimão yacare (Yacare caiman, Jacaré do Pantanal) Girinos na dieta. *Herpetological Review*, v. 50, n. 1, p. 130-131, 2019.

CHARDONNET, P.; CLERS, B. D.; FISCHER, J.; GERHOLD, R.; JORI, F.; LAMARQUE, F. The value of wildlife. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, v. 21, n.1, p.15-52, 2002.

CINTRA, R. Nesting ecology of the Paraguayan Caiman (*Caiman yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Journal of Herpetology*, v. 22, p. 219-222, 1988.

CINTRA, R. Maternal care and daily pattern of behavior in a family of Caimans, *Caiman yacare* in the Brazilian - Pantanal. *Journal of Herpetology*, v. 23, n. 3, p. 320-322, 1989.

CITES - CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. CoP14 Prop. 13. Considerations of Proposal for Amendment of Appendices I and II. In: **Fourteenth meeting of the Conference of the Parties**. The Hague (Netherlands), 2007. p. 3-15.

CITES - CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF



WILD FAUNA AND FLORA, 2013. Disponível em: <http://www.cites.org/>.

CORREIA, J.; CESAR, R.; MARSICO, E.; DINIZ, G. T.; ZORRO, M, C.; CASTILHOS, Z. Mercury contamination in alligators (*Melanosuchus niger*) from Mamirauá Reserve (Brazilian Amazon) and human health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research International*, v. 1, n. 23, p.13522-7. 2014. doi: 10.1007/s11356-014-3282-0.

COSTA, H.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de Espécies. *Herpetologia Brasileira*, v. 8, n. 1, p.11-57, 2018.

COUTINHO, M. E. Population ecology and the conservation and management of *Caiman yacare* in the Pantanal, Brazil. (Tese). Austrália: University of Queensland, 2000.

COUTINHO, M. E.; CAMPOS, Z. História de vida do jacaré (*Caiman yacare*) no Pantanal. In: NASCIMENTO, L. B.; OLIVEIRA, M. E. DE (Eds.). **Herpetologia no Brasil**. Sociedade Brasileira de Herpetologia, 1ª ed. Cidade: Editora, 2007.

COUTINHO, M. E.; CAMPOS, Z. Ecology and management of *Caiman yacare* (Daudin, 1802) of the Brazilian Pantanal. In: JUNK, W.; DA SILVA, C. J.; NUNES DA CUNHA, C.; WANTZEN, K. M. (Eds.). **The Pantanal: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**. Sofia: Pensoft Publishers, 2011. p. 649-671.

COUTINHO, M. E.; CAMPOS, Z.; CARDOSO, F.; MASSARA, P.; CASTRO, A. Reproductive biology and its implication for management of caiman, *Caiman yacare* in the Pantanal. In: GRIGG, G.; SEEBACHER, F. (Eds.). **Crocodylian Biology and Evolution**. Australia: Surrey Beatty & Sons, 2001. p. 229-243.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z.; CARDOSO, F.; MARTINELLI, P.; CASTRO, A. Ciclo Reprodutivo de machos e fêmeas de jacaré-do-pantanal, *Caiman crocodilus yacare*. Corumbá: Comunicado Técnico 51, 2005.

CRAWSHAW, P.; SCHALLER, G. Nesting of Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in Brazil. *Papéis Avulsos Zoologia*, v. 33, p. 283-292, 1980.

CSG - CROCODILE SPECIALIST GROUP. *Caiman yacare*. The IUCN Red List of Threatened Species, 1996.

DA SILVEIRA, R. Monitoramento, crescimento e caça de jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e de jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*). (Tese). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, 2001.

DA SILVEIRA, R. Conservação e manejo do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) na Amazônia. In: VERDADE, L. M; LARRIERA, A. (Eds.). **Conservação e manejo de jacarés e crocodilos da América Latina**. Piracicaba: C.N. Editora, v. 2, 2002. p. 61-78.

DA SILVEIRA, R. Avaliação preliminar da distribuição, abundância e da caça de jacarés no Baixo Rio Purus. In: DEUS, C. P.; DA SILVEIRA, R.; PY-DANIEL, L. H. (Eds.). **Piagaçu-**

**Purus: bases científicas para criação de uma reserva de desenvolvimento sustentável.** Manaus: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2003. p. 61-64.

DA SILVEIRA, R.; CAMPOS, Z.; THORBJARNARSON, J.; MAGNUSSON, W. E. Growth rates of Black caiman (*Melanosuchus niger*) and Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) from two different Amazonian flooded habitats. *Amphibia-Reptilia*, v. 34, p. 437-449, 2013.

DA SILVEIRA, R.; GORDO, M.; MARCON, J. L.; SILVA, J. R. Skins from wild Spectacled caimans confiscated in the Amazonia. Newsletter Crocodile Specialist Group IUCN, Gainesville, v. 17, n. 3, p. 7-8, 1998.

DA SILVEIRA, R.; MAUGNUSSON, W. B. Diets of Spectacled and Black caiman in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 33, n. 2, p. 181-192, 1999.

DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 31, n. 4, p. 514-520, 1997.

DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; THORBJARNARSON, J. B. Factors affecting the number of caimans seen during spotlight surveys in the Mamirauá Reserva, Brazilian Amazonia. *Copeia*, v. 2, p. 425-430, 2008.

DA SILVEIRA, R.; RAMALHO, E. E.; THORBJARNARSON, J. B.; MAGNUSSON, W. E. Depredation by Jaguars on Caimans and Importance of Reptiles in the Diet of Jaguar. *Journal of Herpetology*, v. 44, p. 418-424, 2010.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. Ecology and conservation of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. In: **Reunión Regional del Grupo de Especialistas de Cocodrilos de América Latina y el Caribe, Villahermosa**. Memórias de la 4ta. Reunión Regional del Grupo de Especialistas de Cocodrilos de América Latina y el Caribe, v. 4., 1997. p. 214-215.

DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. B. Conservation implications of commercial hunting of Black and Spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. *Biological Conservation*, v. 88, p. 103-109, 1999.

DA SILVEIRA, R.; VIANA, J. P. Amazonian Crocodylians: a keystone species for ecology and management... or simply bait? Newsletter Crocodile Specialist Group – IUCN/SSC, v. 22, n. 1, p. 16-17, 2003.

EGGINS, S.; SCHNEIDER, L.; KRIKOWA, F.; VOGT, R. C.; DA SILVEIRA, R.; MAHER, W. Mercury concentrations in different tissues of turtle and caiman species from the rio Purus, Amazonas, Brazil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 34, n. 12, p. 2771-2781, 2015.

- ESTUPIÑÁN, G. M. B.; MARMONTEL, M.; DE QUEIROZ, H. L.; ROBERTO E SOUZA, P.; VALSECCHI, J.; BATISTA, G. D. S.; PEREIRA, S.B. A pesca da piracatinga (*Calophysus macropterus*) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé: Ministério da Ciência e Tecnologia e Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Relatório Técnico, p. 14, 2003.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; DE MENDONÇA, S. H. T.; VIERIA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaretinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 4-12, 2013a.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; DE MENDONÇA, S. H. T.; VIERIA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2013b.
- FERNANDES-FERREIRA, H.; MENDONCA, S. V.; CRUZ, R. L.; BORGES-NOJOSA, D. M.; NOBREGA ALVES, R. R. Hunting of herpetofauna in montane, coastal, and dryland areas of Northeastern Brazil. Herpetological Conservation and Biology, v. 8, n. 3, p. 652-666, 2013.
- FINER, M.; JENKINS, C. N. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes Amazon connectivity. Plos One, v. 7, n. 4, p. 1-9, 2012.
- FITTKAU, E. J. Role of caimans in the nutrient regime of mouthlakes of Amazon affluents (an hypothesis). Biotropica, v. 2, n. 2, p. 138-142. 1970.
- FONSECA, G. A. B.; LOURIVAL, R. F. F. Análise de sustentabilidade do modelo de caça tradicional, no pantanal Nhecolândia, Corumbá, MS. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Eds.). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 150-156.
- FRANCO, D. L.; BOTERO-ARIAS, R. Valoração do conflito entre população ribeirinha e jacarés na RDS Mamirauá. In: **Anais do 14º Simpósio sobre Conservação e Manejo Participativo na Amazônia**. Tefé: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM, 2017. p. 149.
- FRANCO, D. L.; BOTERO-ARIAS, R.; VITAL, T. W. Evolução das políticas para o uso sustentável da fauna no Brasil: o caso do manejo comunitário de jacarés no Amazonas. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 9, p. 16319-16339, 2019.
- FRANCO, D. L.; SOBRANE FILHO, S.; MARTINS, A.; MARMONTEL, M.; BOTERO-ARIAS, R. The piracatinga, *Calophysus macropterus*, production chain in the middle Solimões River, Amazonas, Brazil. Fisheries Management and Ecology, v. 23, n. 2, p. 109-118, 2016.
- GORZULA, S. J. An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* inhabiting savanna lagoons in the Venezuelan Guyana. Oecologia, v. 35, p. 21-34, 1978.

- GREER, A. E. Evolutionary and Systematic Significance of Crocodylian Nesting Habits. *Nature*, v. 227, n. 5257, p. 523-524, 1970.
- HORNA, J. V.; CINTRA, R.; RUESTA, P. V. Feeding ecology of black caiman *Melanosuchus niger* in a western Amazonian forest: the effects of ontogeny and seasonality on diet composition. *Ecotropica*, v. 7, n. 1-2, p. 1-11, 2001.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 de mai, 2019.
- JEFFREE, R. A.; MARKICH, S. J.; TWINING, J. R. Element concentrations in the flesh and osteoderms of estuarine crocodiles (*Crocodylus porosus*) from the Alligator Rivers Region, northern Australia: biotic and geographic effects. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 40, p. 236-245, 2001.
- JOSS, J. P. La importancia del uso sustentable para la conservacion de los cocodrilianos. In: LARRIERA, A.; VERDADE, L. M. (Eds.). **La conservacion y el manejo de Caimans e Cocodrilos de America Latina**. Santo Tomé, Santa Fé, Argentina: Fundación Banco Bica, v. 1, 1995. p. 19-32.
- KELLERT, S. R.; MEHTA, J. N.; EBBIN, S. A.; LICHTENFELD, L. L. Community natural resource management: promise, rhetoric, and reality. *Society & Natural Resources*, v. 13 n. 8, p. 705-715, 2010.
- KLUCZKOVSKI JÚNIOR, A.; KLUCZKOVSKI, A. M. **Cadeia produtiva de jacarés da Amazônia: aspectos técnicos e comerciais**. Blumenau, SC: Nova Letra, 2015. 128p.
- LAVERTY T. M.; DOBSON A. P. Dietary overlap between Black caimans and Spectacled caimans in the Peruvian amazon. *Herpetologica*, v. 69, n. 1, p. 91-101, 2013.
- LE PENDU, Y.; GUIMARÃES, D. A.; LINHARES, A. Estado da arte sobre a criação comercial da fauna silvestre brasileira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. spe, p. 52-59, 2011.
- LINDSEY, P. A.; BARNES, J.; NYIRENDA, V.; PUMFRETT, B.; TAMBLING, C. J.; TAYLOR, W. A.; ROLFES, M. T. S. The Zambian wildlife ranching industry: Scale, associated benefits, and limitations affecting its development. *PloS One*, v. 8, n. 12, p. 1-16, 2013.
- LOPES, G. P.; VALSECCHI, J.; VIEIRA, T. M.; DO AMARAL, P. V.; DA COSTA, E. W. M. Hunting and hunters in lowland communities in the region of the middle Solimões, Amazonas, Brazil. *UAKARI*, v. 8, n. 1, p. 7-18, 2012.
- MAGNUSSON, W. E. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodylians. *Amazoniana*, v. 9, n. 2, p. 193-204, 1985. Disponível em: [https://pure.mpg.de/rest/items/item\\_3152383\\_1/component/file\\_3152384/content](https://pure.mpg.de/rest/items/item_3152383_1/component/file_3152384/content)
- MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus palpebrosus*. Catalogue of american amphibians and reptiles, p. 554.1-554.2, 1992a.

- MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus trigonatus*. In: KING, F. W.; BRISBIN, I. L. JR. (Eds.) **Catalogue of American Amphibians and Reptiles**. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, New York, 1992b. p. 555.1-555.3.
- MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's smooth-fronted caiman *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.) **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3<sup>a</sup> ed. Australia: Crocodile Specialist Group, Darwin, 2010a. p. 40-42.
- MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Schneider's Smooth-fronted Caiman, *Paleosuchus trigonatus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.) **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3<sup>a</sup> ed. Crocodiles Specialist Group, Darwin, 2010b. p. 43-45.
- MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. *Paleosuchus palpebrosus*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T46587A3009946, 2019.
- MAGNUSSON, W. E.; DA SILVA, E. V.; LIMA, A. P. Diets of Amazonian crocodiles. *Journal of Herpetology*, v. 21, n. 2, p. 85-95, 1987.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P. The ecology of cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. *Journal of Herpetology*, v. 25, n. 1, p. 41-48, 1991.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; HERO, J. M.; SANAIOTTI, T. M.; YAMAKOSHI, M. *Paleosuchus trigonatus* nests: sources of heat and embryo sex ratios. *Journal of Herpetology*, v. 24, n. 4, p. 397-400, 1990.
- MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; SAMPAIO, R. M. Sources of Heat for Nests of *Paleosuchus trigonatus* and a Review of Crocodylian Nest Temperatures. *Journal of Herpetology*, v. 19, n. 2, p. 199-207, 1985.
- MAGNUSSON, W. E.; SANAIOTTI, T. M. Growth of *Caiman crocodilus* in central Amazonia. *Copeia*, v. 1995, p. 498-501, 1995.
- MARIONI, B.; BOTERO-ARIAS, R.; FONSECA-JUNIOR, S. F. Local community involvement as a basis for sustainable crocodylian management in Protected Areas of Central Amazonia: problem or solution? *Tropical Conservation Science*, v. 6, n. 4, p. 484-492, 2013a.
- MARIONI, B.; DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; THORBJARNARSON, J. Feeding behavior of two sympatric caiman species, *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus*, in the Brazilian Amazon. *Journal of Herpetology*, v. 42, p. 768-772, 2008.
- MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013b.
- MARTINS, A. S.; KLUCZKOVSKI JUNIOR, A.; MARKENDORF, F.; MARIONI, B.; COIMBRA, R. F.; FREIRE, G. M.; DA SILVEIRA, R. Riscos na qualidade sanitária da carne de

jacaré da Amazônia Central. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 4, p. 99-105, 2015.

MARIONI, B.; VON MÜHLEN, E.; DA SILVEIRA, R. Monitoring caiman population subject to high commercial hunting in the Piagacu-Purus Sustainable Development Reserve, central Amazonia, Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 26, p. 6-8, 2007a.

MARIONI, B.; VON MÜHLEN, E.; DA SILVEIRA, R. Nesting of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in the Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserva, central Amazonia, Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 26, p. 8-9, 2007b.

MARIONI, B.; WALDEZ, F.; RABELLO-NETO J. G.; BOTERO-ARIAS, R. Monitoramento participativo e integrado de espécies chave da fauna aquática para o manejo comunitário nas florestas de várzeas do baixo Rio Purus, Amazônia central, Brasil. *Salta: X Congresso Internacional de manejo de Fauna na Amazonia e America Latina*, 2012.

MEDEM, F. Osteologia craneal, distribución geográfica y ecología de *Melanosuchus niger* (Spix) (Crocodylia, Alligatoridae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, v. 7, n. 45, p. 5-23, 1963.

MEDEM, F. El género *Paleosuchus* en Amazonia. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, v. 3 (Limnologia), p. 141-162, 1967.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América**. Vol. I. Bogotá: Editorial Carrera, Colciencias, 1981. p. 354.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur America**. Vol II. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco Jose de Caldas.", 1983. p. 208.

MENDONÇA, S.; COUTINHO, M. Relatório Técnico sobre as atividades desenvolvidas na Reserva Extrativista do Lago do Cuniã e Estação Ecológica de Cuniã, Porto Velho, Rondônia. *Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios/RAN/ICMBio*, p. 60, 2010.

MENDONÇA, S. H. S. T.; CÂNDIDO, L. T. S.; BORGES, K. A. A. Estudos sobre as populações naturais de crocodilianos na Reserva Extrativista Lago do Cedro, Rio Araguaia, Goiás. *Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios/RAN/ICMBio. Relatório Técnico*, 2010.

MENDONÇA, W. C. D. S.; MARIONI, B.; THORBJARNARSON, J. B.; MAGNUSSON, W. E.; DA SILVEIRA, R. Caiman hunting in Central Amazonia, Brazil. *The Journal of Wildlife Management*, v. 80, n. 8, p. 1497-1502, 2016.

MESSEL, H.; KING, F. W.; ROSS, J. P. Introducción: la Conservacion y el Manejo de Caimans y Cocodrilos. In: LARRIERA, A.; VERDADE, L. M. (Eds.). **La conservacion y el manejo de Caimanes y Cocodrilos de America Latina**, vol. 1. Argentina: Fundación Banco Bica, 1995. p.

1-4.

MICHAEL, D. **Adding value to new animal product supply chains.** Rural Industries Research and Development Corporation. Australian Government, 2004. 133p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Seção 1, 101, p 88-97, 2003.

MOLDOWAN, P. D.; LAVERTY, T. M.; EMMANS, C. J.; STANLEY, R. C. Diet, gastric parasitism, and injuries of caimans (*Caiman*, *Melanosuchus*, and *Paleosuchus*) in the Peruvian Amazon. *South American Journal of Herpetology*, v. 11, n. 3, p. 176–182, 2016.

MORALES-BETANCOURT, M. A.; LASSO, C. A.; DE LA OSSA, J.; FAJARDO-PATINO, A. *Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia*, 8ª ed. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), p. 336, 2013.

MORCATTY, T.; VALSECCHI, J. Social, biological, and environmental drivers of the hunting and trade of the endangered yellow-footed tortoise in the Amazon. *Ecology and Society*, v. 20, n. 3, p. 1-10, 2015.

MUNIZ, F. L.; CAMPOS, Z.; HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M.; MARTINEZ, J. G.; SOUZA, B. C.; DE THOISY, B.; BOTERO-ARIAS, R.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P.; Delimitation of evolutionary units in Cuvier's Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807): insights from conservation of a broadly distributed species. *Conservation Genetics*, v. 19, p. 599-610, 2018.

NASSARO, A. L. F. A evolução do aparato normativo de proteção à fauna diante dos atos de caça no Brasil. *Tempos Históricos*, v. 15, n. 2, p. 15-44, 2011.

NOGUEIRA, S. S. C; NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. Wildlife farming: an alternative to unsustainable hunting and deforestation in Neotropical forests? *Biodiversity and Conservation*, v. 20, n. 7, p. 1385-1397, 2011.

OJASTI, J. **Wildlife utilization in Latin America: Current situation and prospects for sustainable management.** FAO - Conservation Guide 25. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996. 237p.

OLIVEIRA, D. P.; FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; CAMPOS, Z.; HRBEK, T. Microsatellite markers for mating system and population analyses of the Spectacled caiman *Caiman crocodilus* (Linnaeus 1758). *Conservation Genetics Resources*, v. 2, p. 181-184, 2010.

PANTOJA-LIMA, J.; REBÊLO, G. H.; PEZZUTI, J. C. B. Spectacled (*Caiman crocodilus*) and Black caiman (*Melanosuchus niger*) populations in the Abufari Biological Reserve, Amazonas, Brazil. *Revista Colombiana de Ciência Animal*, v.2, n. 1, p. 33-44, 2010.

PEREIRA, A. C. Histórico de exploração, prática da caça ilegal e ecologia populacional de

*Melanosuchus niger* e *Caiman crocodilus* na Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal/ Cantão, Estado do Tocantins. (Dissertação). Universidade Federal de Tocantins, Porto Nacional. Brazil, 123p., 2014.

PEREIRA, A. C.; MALVASIO, A. Síntese das características da Ordem Crocodylia, fatores de influência em estudos populacionais e aspectos de seleção e uso de habitat para *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger* no Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Amazônia Open Journal System*, v. 4, n.1, 111-118, 2014.

PERES, C. P.; CARKEEK, A. M. How caimans protect fish stocks in western Brazilian Amazonia - a case for maintaining the ban on caiman hunting. *Oryx* 27, p. 225-230, 1993.

PINHEIRO, G. C. A regulamentação da caça no Brasil. *Revista de Direito Público da Procuradoria-Geral do Município de Londrina*, v. 3, n. 2, p. 95-116, 2014.

PLOTKIN, M. J.; MEDEM, F.; MITTERMEIER, R. A.; CONSTABLE, I. D. Distribution and conservation of the Black caiman (*Melanosuchus niger*). In: RHODIN, A. J. J; MIYATA, K. (Eds.). **Advances in herpetology and evolutionary biology: essays in honor of Ernest E. Williams**. Cambridge: Museum Comparative Zoology Biology, 1983. p. 695-705.

QUEIROZ, H. L.; PERALTA, N. Reserva de Desenvolvimento Sustentável: Manejo integrado dos recursos naturais e gestão participativa. Petrópolis: Dimensões humanas da biodiversidade, p. 447-476, 2006.

RANZI, T. J. D.; FONSECA, R.; DA SILVEIRA, R. Uso e manejo de fauna silvestre em RESEX, RDS e Flona Federais. *Biodiversidade Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 35-52, 2018.

REBÊLO, G. H.; MAGNUSSON, W. E. An analysis of the effect of hunting on *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* based on the sizes of confiscated skins. *Biological Conservation*, v. 26, n. 2, p. 95-104, 1983.

REBÊLO, G. H.; BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C. Programa de conservação de *Caiman crocodilus* (Crocodylia, Alligatoridae): resultados preliminares. In: **Anais do XV Congresso Brasileiro de Zoologia**, Curitiba. Resumos XV Congresso Brasileiro de Zoologia, p. 439, 1988.

REBÊLO, J. H.; LUGLI, L. Distribution and abundance of four caiman species (Crocodylia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, v. 49, n. 3-4, p. 1095-1109, 2001.

ROSS, C.; MAGNUSSON, W. E.; Crocodylianos actuales. In: ROSS, C.; GARNETT, S. (Eds.). **Crocodylos e Caimanes**. New York: Factors On Fil, Inc., 1990. p. 216-236.

ROSS, J. P. **Crocodyles (Status Survey and Conservation Action Plan)**. 2ª ed. Switzerland: International Union for Conservation of Nature - IUCN, 1998. p. 96.

ROSS, J. P. *Melanosuchus niger*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T13053A3407604, 2000.



- RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L. J.; MITTERMEIER, R. A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V.; MAST, R. B.; VOGT, R. C.; RHODIN, A. G. J.; OSSA-VELÁSQUEZ, J. DE LA; RUEDA, J. N.; MITTERMEIER, C. G. (Eds.). **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico**. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana, Formas e Impresos, 2007. p. 538.
- SANTOS, S. A. Dieta e nutrição de crocodilianos. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, p. 59, EMBRAPA-CPAP. Documentos, 20, 1997.
- SANTOS, S. A.; NOGUEIRA, S. M.; PINHEIRO, M. S.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, E. W.; MOURÃO, G. Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats in the Brazilian Pantanal. *Herpetological Journal*, v. 6, n. 4, p. 111-117, 1996.
- SANTOS, A. L. Q.; PEREIRA, H. C.; SILVA, M. M.; HIRANO, L. Q. L. Hemoparasitas em jacaré açu e jacaré tinga capturados na APA meandros do Rio Araguaia. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 78, n. 3, p.429-433, 2011.
- SCHNEIDER, L.; EGGINS, S.; MAHER, W.; VOGT, R. C.; KRIKOWA, F.; KINSLEY, L.; EGGINS, S. M.; DA SILVEIRA, R. An evaluation of the use of reptile dermal scutes as a non-invasive method to monitor mercury concentrations in the environment. *Chemosphere*, v. 119. p. 163-170, 2015.
- SCHNEIDER, L.; PELEJA, R.; KLUCZKOVSKI, A.; FREIRE, G.; MARIONI, B.; VOGT, R.; SILVEIRA, R. Mercury concentration in the Spectacled caiman and Black caiman (Alligatoridae) of the Amazon: Implications for human health. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 63, p. 270-279, 2012.
- SEIJAS, A. Características distintivas y estado de conocimiento de las especies del género *Paleosuchus* (Crocodylia; Alligatoridae) en Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, v. 166, p. 27-44, 2007.
- SOUZA, M. M.; SILVA, S. E. M.; ARAÚJO, M. L.; BARCELLOS, J. F. M.; MENDONÇA, W.; MARIONI, B.; DA SILVEIRA, R. Reproductive biology of *Caiman crocodilus* at Piagaçu-Purus Sustainable Development Reserve, Central Amazonia. In: **Proceedings of the 20th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group**. IUCN: Gland, Switzerland, p. 230-230, 2010.
- STATON, M.A.; DIXON, J. R. The breeding biology of the Spectacled caiman, *Caiman crocodilus crocodilus*, from Venezuelan Llanos. U.S. Fish and Wildlife Service Wildlife Research Report, v. 5, n. 21, 1977.
- THORBJARNARSON, J. B. **Crocodiles: An Action Plan for their Conservation**. In: MESSEL, H., KING, F.W.; ROSS, J.P. (Eds.). Switzerland: IUCN-CSG, Gland, 1992. p. 136.
- THORBJARNARSON, J. B. Reproductive characteristics of the Order Crocodylia.

Herpetologica, v. 52, n. 1, p. 8-24, 1996.

THORBJARNARSON, J. *Melanosuchus niger*. In: ROSS, J.P. (Ed.). **Crocodiles. Status survey and conservation action plan**. Switzerland and Cambridge: IUCN Gland, p. 23-28, 1998.

THORBJARNARSON, J. Crocodile tears and skins: international trade, economic constraints, and limits to the sustainable use of crocodilians. *Conservation Biology*, v. 13, n. 3, p. 465-470, 1999.

THORBJARNARSON, J. Black Caiman *Melanosuchus niger*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Switzerland: Crocodile Specialist Group: Darwin, p. 29-39, 2010.

TORRALVO, K.; BOTERO-ARIAS, R.; MAGNUSSON, W. E. Temporal variation in Black-caiman nest predation in varzea of central Brazilian amazonia. *PLoS One*, v. 12, p. e0183476, 2017.

UETZ, P.; FREED, P.; HOSEK, J. The Reptile Database, 2019. Disponível em: < <http://www.reptile-database.org>>.

VALSECCHI, J.; AMARAL, P. V. Perfil da caça e dos caçadores na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazonas - Brasil. *UAKARI*, v. 5, n. 2, p. 33-48, 2009.

VANZOLINI, P. E.; GOMES, N. Notes on the ecology and growth of Amazonian caimans (Crocodylia, Alligatoridae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 32, p. 205-216, 1979.

VASQUEZ, P. G. *Melanosuchus gray* Black caiman. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, p. 530.1-530.4, 1991.

VELASCO, Á.; COLOMINE, G.; SOLA, R. D.; VILLARROEL, G. Effects of sustained harvests on wild populations of *Caiman crocodilus crocodilus* in Venezuela. *Interciencia*, v. 28, n. 9, p. 544-548, 2003.

VELASCO, A. D.; AYARZAGÜENA, J. Spectacled *Caiman crocodilus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles, Status Survey and Conservation Action Plan**. 3<sup>a</sup> ed. Darwin: Crocodile Specialist Group, p. 10-15, 2010.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. *Biota Neotropica*, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.

VILLAMARÍN, F. J. J. Ecologia e modelagem da distribuição dos sítios de nidificação do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) em uma área de várzea da Amazônia Central, Brasil. (Dissertação). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, 2009.

VILLAMARÍN, F.; BOTERO-ARIAS, R.; THORBJARNARSON, J.; MAGNUSSON, W. E.; NELSON, B. W. Hatching success of Black caiman (*Melanosuchus niger*) nests and spatial relations on egg collection by humans in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. In: **Crocodiles. Proceedings of the 19th Working Meeting of the Crocodile Specialist**

**Group, IUCN** - The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK, 2008.

VILLAMARÍN, F.; MARIONI, B.; THORBJARNARSON, J. B.; NELSON, B. W.; BOTERO-ARIAS, R.; MAGNUSSON, W. Conservation and management implications of nest-site selection of the sympatric crocodilians *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation*, v. 144, p. 913-919, 2011.

XISTO, J. J. Movimentação de fêmeas nidificantes de jacaretinga (*Caiman crocodilus*) em floresta de várzea no Rio Purus, Amazônia Central Brasileira. (Dissertação). Manaus: Universidade Federal do Amazonas - UFAM, 2018.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceito geral, evolução e apresentação dos sistemas agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Eds.). **Economia e gestão de negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. 428p.



Foto: LIAR-UFRPE

# **CROCODILIANOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: HISTÓRICO, STATUS E ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO**

Jozélia Maria de Sousa Correia, Ednilza Maranhão dos Santos, Paulo Braga Mascarenhas  
Júnior, Rafael Sá Leitão Barboza

## Introdução

Em um cenário histórico, o Nordeste do Brasil foi palco de vários achados importantes, no que se refere à sua biota, durante o período de ocupação holandesa, quando o Conde Maurício de Nassau veio para o Brasil com os naturalistas George Marcgrave e Guilherme Piso, ambos observaram e registraram suas experiências, trazendo muito dos elementos naturais e em particular, no que toca à fauna, documentada em uma das obras mais importantes, o clássico “*Historiae Naturalis Brasiliae*” (MARCGRAVE, 1648). Essa obra vem com descrições interessantes, desenhos e imagens de pinturas em detalhes, relacionadas à cultura do homem nativo, animais e plantas, o qual serviu como fonte de literatura primária e de conhecimento por mais de 150 anos (TEIXEIRA, 1992). O cientista sueco Carolus Linnaeus e seus seguidores utilizaram muito das informações e espécimes para as suas descrições científicas (WHITEHEAD, 1979).

Provavelmente, com o intuito, de preservar as informações relacionadas às localizações geográficas, Pacheco (2004) considera que Marcgrave registrou e coletou informações entre os estados de Rio Grande no Norte, Paraíba e Pernambuco. Nessa obra, Marcgrave (1648) faz a seguinte descrição morfológica do jacaré do Nordeste:

*“Jacare (termo indígena). Cayman (termo do Congo). Crocodilus (nas línguas latinas). Possui seis do comprimento de sete, oito ou nove pés. Tem a cabeça chata e boca arredondada ou de figura oval. O hiato da boca é amplo, pois pode abrí-la até muito acima dos olhos; na mandíbula superior e inferior, encontram-se numerosos dentes, agudos, uns mais longos, outros mais curtos... Todo o tronco é coberto de uma pele escamosa; na cabeça parte superior do corpo e cauda se acha uma couraça. Na parte inferior do corpo, as escamas são quase quadradas, moles e lisas, dos lados elas tomam várias figuras e têm tubérculos; em parte são pretas; em parte amareladas; da mesma forma são os lados da cauda e as pernas ... O dorso e longa parte da cauda são cobertos transversalmente por muitos longos paralelogramas; são estas escamas duras de cor mesclada de amarelo e escuro; levantadas em certos intervalos. A última metade da cauda é dotada até o fim de uma nadadeira sólida, levantada, na parte superior com a qual se dirige, na natação, como os peixes... A carne é semelhante a do peixe, nem tem mais sangue do que eles, em pequena quantidade; os negros comem esta carne. Põe ovos quase maiores do que os da galinha, de figura mais cilíndrica, aptos para se comerem e de bom sabor; são cobertos de uma casca branca, muito dura, coberta de tubérculos. Encontram-se muitas vezes vinte e oito ou trinta ovos, num só ninho. No estômago deste animal encontrei muitos caranguejos e pequenas unhas de algum animal”.*

(MARCGRAVE, 1648, p. 242).

A descrição de Marcgrave faz referência possivelmente à espécie *Caiman latirostris* (Daudin, 1801), estando a sua faixa de tamanho e coloração das escamas adequada à sua descrição morfológica, trazendo recortes da relação com o homem quanto à alimentação da carne e ovos, bem como, alguns aspectos interessantes da biologia reprodutiva e alimentar do animal.

Dias da Rocha, para o Estado do Ceará, indicou a existência de 97 espécies de répteis e anfíbios, informações extraídas de sua coleção particular (ROCHA, 1948). Destaca-se nos escritos do catedrático, que uma espécie pequena de jacaré também ocorria em terrenos pantanosos no litoral cearense. Esta informação é importante, pois nos anos posteriores, a ocorrência de jacarés no Ceará foi colocada em dúvida ou tida como oriunda da introdução de animais exóticos (LIMA et al., 2005). Somente após décadas, foram confirmadas as presenças de populações naturais de *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), em lagoas no litoral norte e na divisa com o Estado do Piauí, e de *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no município de Crateús (BORGES-NOJOSA e LIMA, 2008; LIMA e BORGES-NOJOSA, 2011).

No Brasil ocorrem seis espécies de jacarés, dentre estas, apenas três possuem registro para a Região Nordeste: *C. crocodilus*, *C. latirostris* e *P. palpebrosus*. O *C. crocodilus* restringe-se a porção noroeste dos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, e possivelmente na porção a oeste do Estado do Rio Grande do Norte (IUCN, 2018). Já o *C. latirostris* possui ampla distribuição, não ocorrendo simpatricamente com o *C. crocodilus*, ao passo que *P. palpebrosus* tem citações para toda a Região Nordeste, mesmo com informações insuficientes, devido a sua menor abundância.

Essas espécies no Nordeste brasileiro encontram-se classificadas como pouco preocupante (*Least Concern – LC*) pela IUCN (2018) e nenhuma consta na lista de espécies ameaçadas do Brasil (MMA, 2014), embora o *C. crocodilus* e *C. latirostris* estejam no Apêndice I da CITES; que contempla espécies consideradas em perigo de extinção e proíbe o comércio internacional dessas espécies, exceto quando a importação é para fins não comerciais (CITES, 2018). A criação para fins comerciais na região ocorre apenas no Estado de Alagoas, em dois criatórios da espécie *C. latirostris* para exploração comercial da carne e do couro (CPC, 2009). No Nordeste, apenas dois estados possuem lista de avaliação de espécies, Bahia (Bahia, 2017) e Pernambuco (Pernambuco, 2014), nestas listas, *P. palpebrosus* consta na categoria como dados deficientes (*Deficient Data – DD*).

Tais espécies são encontradas nas principais bacias hidrográficas da região e sua conservação está diretamente relacionada à conservação dessas áreas. A sistemática destruição de seus habitats de ocorrência natural, através do crescimento urbano desordenado, desmatamentos, contaminantes, além da caça predatória para exploração tanto da sua carne como da sua pele, tem sido responsável pelo declínio de suas populações (BRAZAITIS et al., 1990; ROSS, 1998). No entanto, os impactos causados pela alteração das condições naturais de bacias hidrográficas

(represamento de cursos de água, agricultura e atividades de mineração) em áreas com populações de crocodilianos ainda é desconhecido (MAGNUSSON, 1995). Os jacarés do gênero *Caiman* por serem mais resistentes à pressão antrópica (VERDADE e LAVORENTI, 1990; COUTINHO, 2013), estão presentes nos grandes centros urbanos, sujeitos à grande poluição dos efluentes doméstico e industrial, dos resíduos sólidos, das embarcações, da caça/pesca predatória, entre outros fatores antrópicos, sendo assim, considerados animais sinantrópicos (NEVES, 2019). Ademais, nas áreas rurais, sua conservação deve-se, principalmente, às poucas áreas protegidas, principalmente aquelas que estão em unidades de conservação (UCs).

## Características da Região Nordeste do Brasil

A Região Nordeste do Brasil possui uma extensão de 1.558.196 km<sup>2</sup>, distribuída em nove estados, sendo a segunda maior região brasileira (IBGE, 2017). Grande parte dessa região está inserida no semiárido, com regimes de chuva bem particular e apresentando diferentes fitofisionomias, onde a vegetação xerófila, de fisionomia variada, denominada “Caatinga”, é a mais representativa, aproximadamente 800.000 Km<sup>2</sup> (AB’SABER, 1970; RODRIGUES, 2003). Esta vegetação é heterogênea e complexa por apresentar além de formações vegetais xerofíticas, várias formações mais úmidas como os “brejos de altitude” ou florestas serranas, enclaves de clima mais ameno devido às altas altitudes (ROMARIZ, 1996).

Encontra-se ainda, nessa região, os menores remanescentes de um dos biomas mais ameaçados do planeta, a Mata Atlântica ou Domínio Tropical Úmido Atlântico (AB’SABER, 1970), ocupava há 500 anos, cerca de um milhão de km<sup>2</sup>, hoje, devido à intensa atividade agrícola, esse domínio encontra-se drasticamente reduzido, restando cerca de 7% da área que ocupava no período da colonização (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2003). Encontram-se ainda como ecossistemas associados a esse bioma, a restinga, o mangue e os "brejos de altitude", esse último no semiárido (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2003; TABARELLI et al., 2005). Além disso, outras fitofisionomias são reconhecidas como o bioma do Cerrado, dentro da Região Nordeste (RODRIGUES e PRUDENTE, 2011) e em conjunto com os da Caatinga e do Chaco formam a grande diagonal de formações abertas da América do Sul (RODRIGUES, 1986).

No Nordeste brasileiro, principalmente no semiárido, as condições climáticas associadas à esta rede hidrográfica, juntamente com a natureza do solo, determinam o caráter temporário da maioria dos seus rios (AB’SABER, 1995; ANA, 2010). Os tributários são classificados em cinco principais grupos de bacias, e seus respectivos estados de abrangência: Atlântico Nordeste Ocidental (MA), Parnaíba (MA, PI, CE), Atlântico Nordeste Oriental (CE, RN, PB, PE, AL), São Francisco (BA, PE, AL, SE) e Atlântico Leste (BA, SE). As duas principais bacias hidrográficas são compostas pelos rios Parnaíba e São Francisco, as demais bacias são de menor escala com muitos rios temporários e de menor porte na Região do Semiárido (ANA, 2010). A

Bacia do Rio Parnaíba compreende praticamente todo o Estado do Piauí, parte do Maranhão e uma pequena porção do Ceará. O território do Maranhão também contempla parte da Bacia do Tocantins-Araguaia e corresponde a uma importante área de transição entre os climas Úmido Equatorial da Amazônia e o Semiárido do Nordeste. No Ceará, há duas principais bacias, as dos rios Jaguaribe e do Acaraú, enquanto no Estado do Rio Grande do Norte, há a Bacia do Atlântico Nordeste Oriental, que é a de menor disponibilidade hídrica do país; suas principais bacias, são dos rios Açu, Potengi, Apodi-Mossoró e Ceará-Mirim. As principais bacias da Paraíba são formadas pelos rios Piranhas-Açu e Paraíba. No Estado de Pernambuco, a Bacia do Rio São Francisco abrange grande parte do seu território, apresentando outras bacias de menor porte, como as dos rios Capibaribe, Una e Ipojuca. No Estado de Alagoas, a principal bacia é a do Rio São Francisco e está, somada às bacias dos rios Sergipe e Vaza-Barris, abrangem o Estado de Sergipe. O Estado da Bahia apresenta a Bacia do Rio São Francisco e dos rios Vaza-Barris, Paraguaçu, Das Contas, Itapicuru e Pardo.

A situação da maior parte da malha hídrica no Nordeste encontra-se em numa situação bem crítica, com altos níveis de contaminação e perda de nascentes, os principais rios agonizam, são apenas locais por onde escorrem os esgotos das indústrias e resíduos das residências humanas e, conseqüentemente, infelizmente pouco se evidencia da fauna silvestre. Nas áreas próximas ao litoral essa situação é mais grave, onde há um maior aglomerado populacional e impactos antrópicos e, frequentemente, especulação imobiliária de loteamentos e condomínios à beira mar. Ainda, corpos d'água naturais são suprimidos para dar lugar a diferentes empreendimentos imobiliários. Na Região do Semiárido a chuva representa a única fonte de “realimentação” da umidade do solo, do fluxo dos rios e dos aquíferos da Região Nordeste. Em termos práticos, a umidade do solo constitui uma reserva localizada de água, à medida que é consumida, onde ocorre a chuva que lhe dá origem (REBOUÇAS, 1997). O Rio São Francisco nessa região representa a bacia mais importante do semiárido nordestino, possuindo três grandes reservas de água subterrânea: a Bacia Tucana (Tucano-Jatobá), na fronteira da Bahia com Pernambuco; a Chapada do Araripe, entre Ceará, Pernambuco e Piauí; e a Chapada do Urucuaia, parte na Bahia e em Minas (ANA, 2010). Nessa região há 12.821 microbacias identificadas, com uma superfície de 6.000 Km<sup>2</sup> (CRH, 2006).

## **Panorama Histórico do conhecimento sobre os jacarés no Nordeste brasileiro**

*A priori*, compilação bibliográfica baseou-se em artigos científicos, notas em periódicos, livros e capítulos de livros, monografias, dissertações e teses. Foram desconsideradas publicações com informações de espécies não confirmadas ou sem procedência, além de material que não tenha recebido tratamento taxonômico formal, de acordo com as regras atuais do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.



A seleção das fontes secundárias foi fundamentada na ocorrência de crocodilianos nos diferentes estados e domínio morfoclimáticos da Região Nordeste do Brasil, publicadas nos últimos 50 anos, obtidas nas seguintes bases de dados: *Scirus* (www.scirus.com), *Scientific Electronic Library Online - Scielo* (www.scielo.org), *Google Acadêmico* (www.scholar.google.com.br), *Scopus* (www.scopus.com), *Web of Science* (www.isiknowledge.com), *Biological Abstracts* (science.thomsonreuters.com) e *Science Direct* (www.sciencedirect.com).

Na pesquisa, em português e em inglês, foram consideradas as palavras-chaves: “Crocodilia” + “Crocodilianos” + “Jacaré” + “Répteis”, combinadas entre si e em diferentes associações com os termos: “Nordeste do Brasil” + “Maranhão” + “Piauí” + “Ceará” + “Rio Grande do Norte” + “Paraíba” + “Pernambuco” + “Alagoas” + “Sergipe” + “Bahia” + “Caatinga” + “Mata Atlântica Nordestina” + “Bacias Hidrográficas do Nordeste”. Secundariamente, as fontes foram localizadas através do nome científico de cada espécie previamente identificada, como ocorrente nos estados do Nordeste do Brasil, sendo checado os 100 primeiros resultados apresentados para cada par de palavras-chave utilizado; acrescentando nesta etapa o sítio da *International Union for Conservation of Nature - IUCN* (<http://www.iucn.org>). Além disso, informações quanto aos aspectos do comportamento, ecologia e pesca também foram analisadas. Finalmente, os trabalhos foram distribuídos por temas para facilitar o entendimento do presente diagnóstico.

O primeiro trabalho sobre os crocodilianos no Nordeste ocorreu na década de 50 do século passado (CARVALHO, 1951), e depois desse, foram apenas cinco publicações até o ano 2000 (três delas de 1991 a 2000). A partir desta data aconteceu um aumento significativo no número de trabalhos, que colaboraram para o conhecimento sobre esses animais. A primeira década (2001-2010) e a segunda década (2011-2018) deste século contribuíram com 23 e 37 publicações, respectivamente, correspondendo a 93% (n = 60) do total de publicações registradas até agosto de 2018 (n = 65 publicações) (Figura 1 e Apêndice 1). As publicações apresentaram esforços de coleta e metodologias diferentes, sendo a maioria das pesquisas de curta duração, até dois anos ou sem informar o período do estudo (78%), e apenas 14 registros acima de dois anos.

As principais áreas temáticas abordadas foram etnobiologia e inventário, ambas com 26 publicações, cada. Pesquisas envolvendo outras áreas como genética, resgate de fauna, ecologia e imunologia representam 22% do total. A maioria dos estudos não é específica para crocodilianos, trata-se de informações que fazem parte de pesquisas amplas ou generalistas, considerando grande parte dos registros ocasionais de levantamento de espécies ou inventários.

Assim, com base no material analisado, pode-se observar algumas lacunas de conhecimento sobre os jacarés do Nordeste, com carência de informações sobre reprodução, dieta, patógenos, contaminantes, dentre outros temas, que formam o alicerce fundamental para o conhecimento dos padrões ecológicos das espécies, visando contribuir à sua conservação.

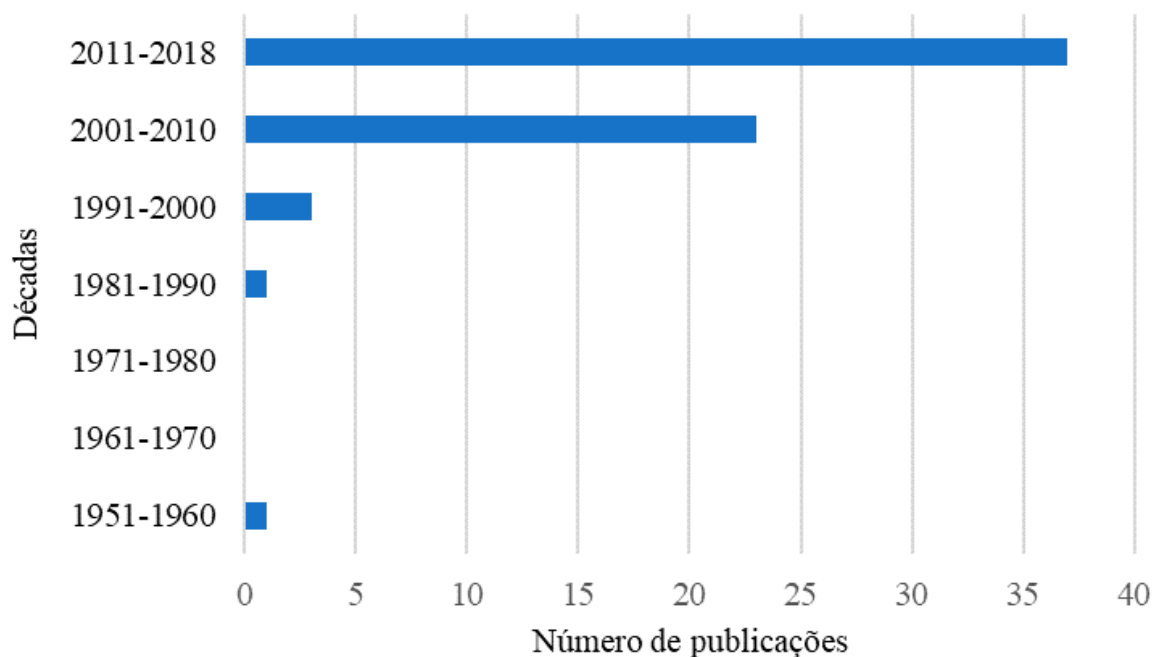


Figura 1: Distribuição cronológica das publicações que contribuíram para o conhecimento de jacarés na Região Nordeste do Brasil (de 1951 a 2018).

As publicações sobre espécies de jacarés foram agrupadas de acordo com a área geográfica de estudo, quando descritas, distribuídas pelas diferentes fitofisionomias dos biomas: Caatinga 39% (n = 22), Mata Atlântica 33% (n = 19), Cerrado 14% (n = 8), Restinga 12% (n = 7) e Floresta Amazônica 2% (n = 1). O Cerrado e a Caatinga com registros de *C. latirostris*, *C. crocodilus* e *P. palpebrosus*, a Mata Atlântica com *C. latirostris* e *P. palpebrosus*, a Restinga com *C. latirostris* e *C. crocodilus*, e a Floresta Amazônica com *C. crocodilus*. Nesses registros, não foram apontadas informações da dinâmica populacional das espécies, apenas dados de ocorrência dos táxons. Vale salientar que os registros no domínio da Caatinga estão relacionados, em grande parte, aos estudos de etnozootologia.

As três espécies de crocodylianos, citadas nessas publicações, já apresentavam registros de sua ocorrência para o Nordeste do Brasil, previsto dentro de sua área de distribuição geográfica. E embora tenha sido possível registrar a amplitude de distribuição espacial das espécies e a frequência de trabalhos por áreas amostradas, não foi contabilizado o número de localidades com ocorrência para cada espécie na literatura avaliada. Isso porque, em vários casos, a informação não estava disponível no manuscrito ou era dada de modo amplo ou vago.

A distribuição espacial apresentada, com base nas publicações, sobre as espécies de jacarés (Figura 2), não deve ser considerada conclusiva, uma vez que são poucas as áreas inventariadas nesses estados, bem como os dados registrados parecem ser especulativos, baseados em citações de informantes locais, sem incluir metodologias específicas de coleta.

Assim, as lacunas de informações podem sub ou superestimar os padrões reais de distribuição das espécies na região. Por exemplo, há registros de *C. latirostris* no Estado do Piauí relacionado a dois estudos de etnobiologia (LEITE, 2010; SOUTO et al., 2011), quatro trabalhos nessa mesma temática no Estado do Maranhão (ALVES e ROSA, 2006; 2007a, b, 2010) e três com *C. crocodilus* no Estado da Paraíba, o qual se justifica por serem estudos sobre animais em cativeiro/zoológico (BRASIL et al., 2013; FEITOSA et al., 2018) e de etnobiologia (ALVES et al., 2010).

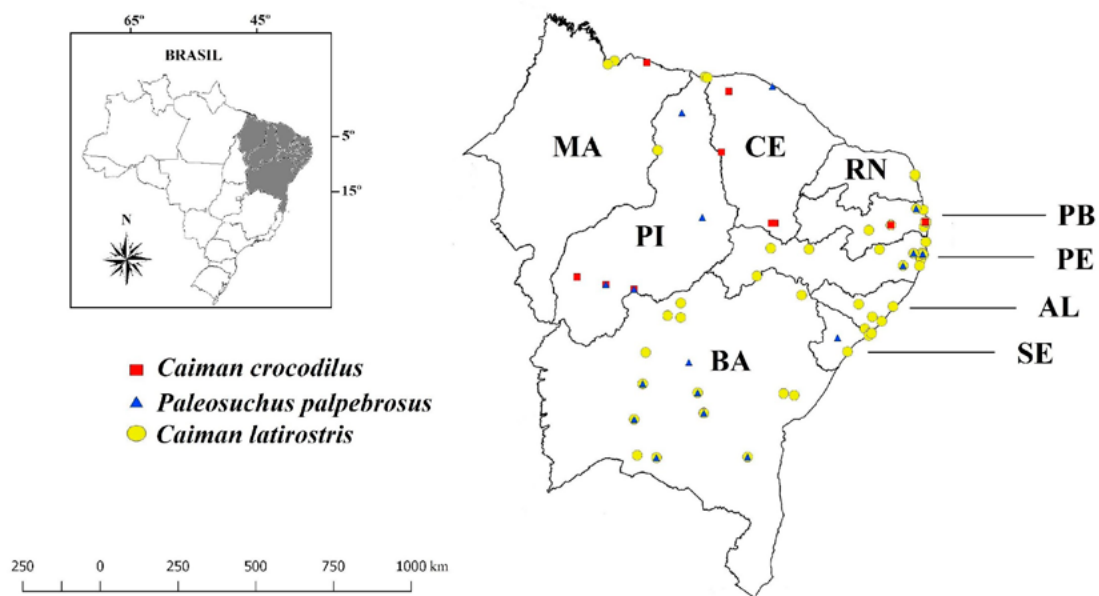


Figura 2: Distribuição espacial das publicações que citam *Caiman crocodilus*, *Caiman latirostris* e *Paleosuchus palpebrosus* nos estados do Nordeste do Brasil, de 1951 a agosto de 2018. Em algumas localidades os símbolos estão sobrepostos, indicando ocorrência simpátrica das espécies.

Em geral, observa-se uma distribuição das publicações entre os estados do Nordeste (Figura 3), onde os maiores números de registros ocorreram na Bahia (19%), seguidos pela Paraíba (18%), Pernambuco (16%) e Piauí (14%). As maiores lacunas concentram-se nos estados de AL, RN e SE, com um número bem reduzido de publicações. Isto demonstra, a latente necessidade de mais investimento em estudos que contemplem uma maior cobertura geográfica, passo inicial para identificar possíveis padrões ecológicos e áreas prioritárias para a conservação.

O maior número de publicações está relacionada à *C. latirostris* (n = 55), com registro para todos os estados do Nordeste, seguido por *P. palpebrosus* (n = 20) e *C. crocodilus* (n = 16), com registros para seis estados (BA, CE, PB, PE, PI e SE) e quatro (CE, MA, PB e PI), respectivamente (Figura 3; n total = 91 publicações). Ademais, nos estados da PB, CE e PI

ocorreram relatos simultâneos dessas três espécies. Com base nesses dados, fica evidente que o conhecimento sobre os crocodilianos na Região Nordeste do Brasil ainda é muito incipiente e o conjunto de ameaças que paira sobre as espécies na região corrobora com a necessidade urgente de se fazer estudos em diferentes localidades, sobre a biologia e ecologia das espécies, a fim de direcionar ações eficientes de manejo e conservação das populações de crocodilianos.

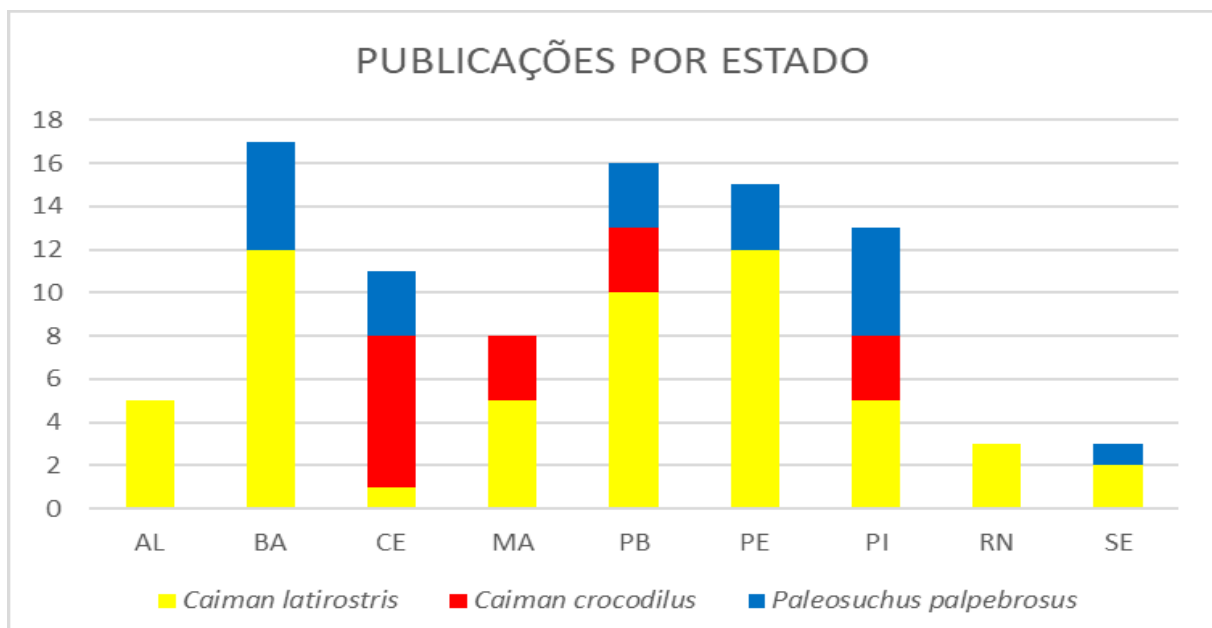


Figura 3: Quantitativo das publicações que citam as espécies *Caiman latirostris*, *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus palpebrosus* nos estados da Região Nordeste do Brasil, de 1951 a 2018 (total = 91 publicações).

### Monitoramento das populações de jacarés no Nordeste do Brasil: a experiência pioneira do Projeto Jacaré - UFRPE

Estudos sobre as espécies de crocodilianos no Nordeste são relativamente recentes, inicialmente compostos por informações bastante difusas, que correspondem a listagens de espécies e registros de coletas pontuais de levantamentos faunísticos da região. Assim, estudos sobre a distribuição e a ecologia desses animais são vitais para que possamos avançar e colaborar com as políticas públicas de conservação da biodiversidade, nas esferas local/regional. Partindo deste cenário, teve-se início, em 2013, uma proposta pioneira de monitoramento a longo prazo das populações de crocodilianos na Região Nordeste, pois alguns padrões ecológicos só podem ser reconhecidos e avaliados com maior grau de confiança, ao longo de uma escala temporal maior, tal como o *status* de conservação de uma espécie.

O Projeto Jacaré, vinculado ao Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), investiga os aspectos ecológicos das

populações de *C. latirostris* e *P. palpebrosus* no Estado de Pernambuco, determinando sua abundância, riqueza, distribuição, bem como os aspectos alimentares, genéticos, reprodutivos e sanitários, visando o monitoramento das populações e gerar subsídios para conservação dessas espécies e de seus habitats. Além disso, contribui na formação de recursos humanos, na área de herpetologia, para alunos de graduação e pós-graduação e na área biológica e afins, além de promover a divulgação científica, via atividades educativas (i.e., Educação Ambiental) em escolas, parque zoológico e entorno das unidades de conservação locais. Vale salientar que membros do *Crocodile Specialist Group* (CSG), da IUCN do Brasil (Luís Bassetti), Argentina (Pablo Siroski) e Estados Unidos (Mark Merchant), em 2013 e 2014, participaram da capacitação dos pesquisadores do LIAR, nas atividades de campo, envolvendo captura, manejo e coleta de amostras biológicas de crocodilianos em ambiente natural.

#### **a) Área de atuação**

O Projeto Jacaré monitora as populações de crocodilianos na Região Metropolitana do Recife (RMR), que compreende 14 municípios em uma área de 2.770.450 km<sup>2</sup>, com cerca de 3.900.000 habitantes (Figura 4). A RMR é um dos grandes centros urbanos do Nordeste brasileiro e apresenta uma vasta fauna associada à localidade e complexa malha hídrica, onde cerca de 10% da sua área seja compreendida por corpos d'água perenes e, somadas às áreas de várzea alagadas no período chuvoso, este percentual pode chegar a 21,5% (CARVALHO, 2004).

De forma sistemática, o referido projeto realiza pesquisas e campanhas de campo em dois principais sítios: 1) o Parque Estadual de Dois Irmãos (8°0'52" S; 34°56'41" O), que é uma UC da Mata Atlântica gerida pelo Estado de Pernambuco, inserida no grande centro urbano da cidade do Recife; 2) e o Reservatório de Tapacurá (8° 2' 25" S; 35°11'33" O), criado a partir da construção de uma barragem para o represamento do Rio Tapacurá, no Município de São Lourenço da Mata, com área de cerca de 9,5 km<sup>2</sup>, associada a matrizes de canaviais, moradias e remanescentes de Mata Atlântica, que pertence à Estação Ecológica de Tapacurá, um Campi avançado da UFRPE (Figura 4).

#### **b) Procedimentos utilizados para captura, triagem e coleta de amostras biológicas**

O Projeto Jacaré segue os protocolos legais e de biossegurança já estabelecidos e consolidados mundialmente para pesquisas com crocodilianos, e possui as devidas autorizações e licenças para os procedimentos com animais selvagens; Licença ICMBio/SISBIO n°. 63030-1 e Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) em pesquisas da UFRPE, n°. 068/2014.

Os procedimentos de captura e contenção utilizados estão ilustrados na Figura 5. A captura dos jacarés acontece com o emprego de duas técnicas: 1) capturas passivas, com a uso de armadilhas de convergência (*funil trap*, covo ou *hoop*), montadas parcialmente submersa

no corpo d'água, com iscas no seu interior (mistura de peixes e vísceras) e 2) a captura ativa noturna, utilizando um barco com motor de popa e elétrico, localizando os jacarés através do reflexo luminoso emitido pelos globos oculares, com o uso de um feixe de luz concentrada (holofote). São utilizadas varas telescópicas de dois a seis metros de comprimento, com laço de cabo de aço para capturas e, quando o indivíduo é jovem, a captura é manual. Na contenção física dos indivíduos pode ser usado um “cambão” para auxiliar na imobilização e fitas do tipo isolantes e *silver tape*, para o fechamento das mandíbulas e imobilização dos membros locomotores. Durante o processamento dos animais, são aferidos dados biométricos, peso com uso de balanças (pesolas manuais) e realizada a sexagem, através da palpação cloacal. Ainda, são coletadas amostras biológicas de sangue, escamas, músculos, unhas e conteúdo estomacal, este último, utilizando a técnica não letal de *flushing*, ou seja, o bombeamento de água utilizando sondas ou mangueira para o estômago, induzindo o jacaré a regurgitar (Figura 5).

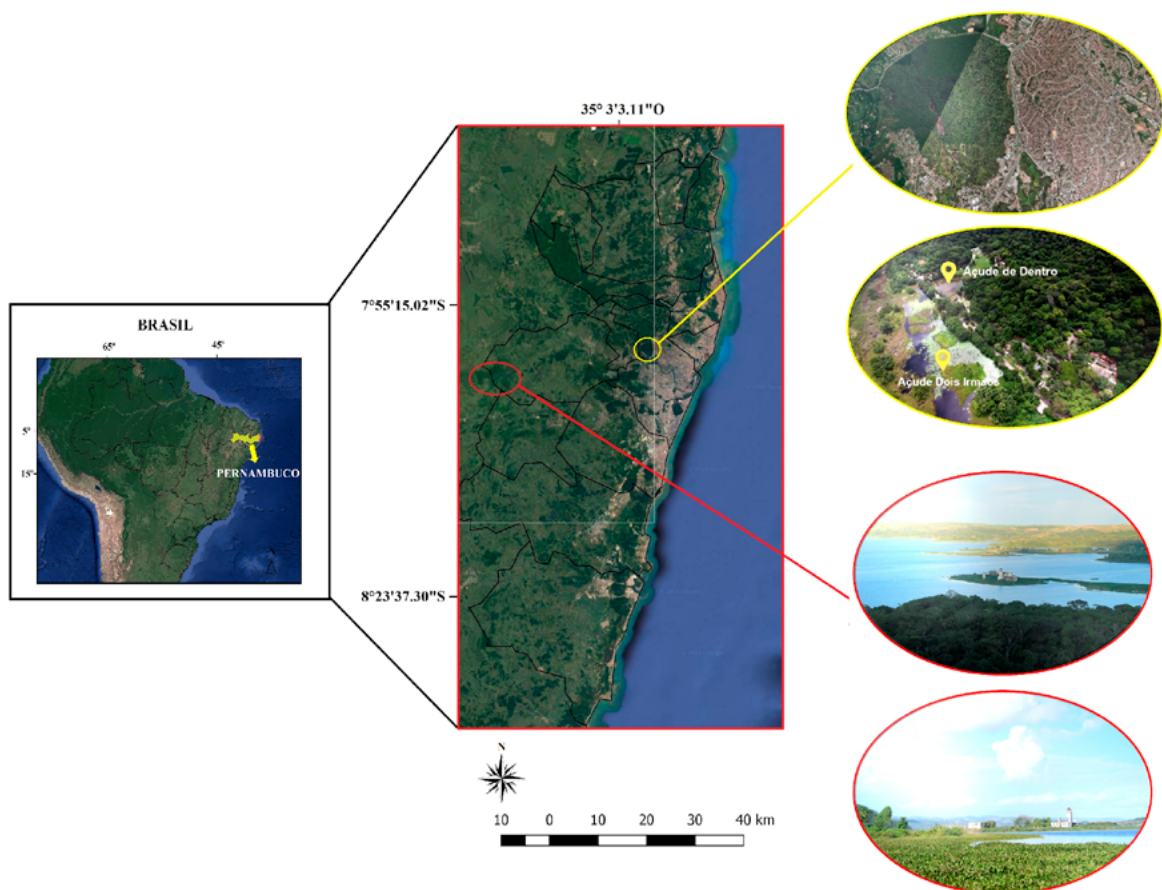


Figura 4: Áreas monitoradas pelo Projeto Jacaré - UFRPE, na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Nordeste Brasil. Em detalhes: círculo amarelo - áreas do Parque Estadual de Dois Irmãos; círculo em vermelho - áreas do Reservatório de Tapacurá. Fonte: LIAR.



Figura 5: Procedimentos utilizados na captura, biometria, sexagem, marcação e coleta de amostras biológicas dos jacarés no Projeto Jacaré - UFRPE. A, B e C: Armadilhas de convergência com isca; D: Busca ativa noturna com uso de feixe de luz concentrada (holofote), cabo de aço e vara telescópica para captura; E: Captura de animais com uso de cabo de aço; F: Contenção manual de um jacaré jovem; G, H e I: Procedimentos de biometria; J e K: Pesagem de um jacaré jovem e adulto; L: Aplicação subcutânea de *microchip*; M: Marcação com recorte de uma escama caudal; N: Coleta de sangue na região pós-occipital; O e P: Sexagem de um adulto através de palpação cloacal e de um jovem com o uso de uma pinça cirúrgica; Q e R: Técnica de *flushing* em jacarés jovem e adulto. Fotos: LIAR.

### c) Registro de animais

As capturas de animais ocorrem de forma sistemática desde janeiro de 2014, e até março de 2019 foram registradas 440 capturas, sendo 433 de *C. latirostris* e sete de *P. palpebrosus*, com 47 e duas recapturas, respectivamente. Do total de *C. latirostris*, foram capturados 254 jovens, 102 subadultos e 69 adultos (oito animais não tiveram o tamanho mensurado), com um gradiente de comprimento total variando de 23,7 cm a 239 cm e de peso entre 36 g e 64.000 g.

Dentre os *P. palpebrosus*, o tamanho e peso variaram de 19 cm a 142 cm e 33 g a 14.380 g, respectivamente. Foi possível a determinação sexual de 326 indivíduos. Durante o período amostrado foram registrados 212 machos (210 de *C. latirostris* e dois *P. palpebrosus*) e 114 fêmeas (113 de *C. latirostris* e um de *P. palpebrosus*). Animais muito jovens, em que a diferenciação sexual não foi possível, foram considerados como indeterminados. Em parceria com os órgãos ambientais responsáveis pelo resgate de fauna de Pernambuco, foram realizados, adicionalmente, procedimentos de biometria, sexagem e marcação em 90 jacarés resgatados, que foram posteriormente encaminhados à soltura em seu ambiente natural.

#### **d) Ecologia reprodutiva**

Em 2017, deu-se efetivamente início às atividades de ecologia reprodutiva de jacarés no Reservatório de Tapacurá (anteriormente, ocorreram apenas registros pontuais de ninhos, em 2014 e 2015). Na temporada reprodutiva de 2018 foram encontrados seis ninhos de *C. latirostris* durante a atividade de procura ativa, todos localizados na região com vegetação remanescente de Mata Atlântica (Figura 6). Nas margens do reservatório há bastante área desmatada com presença de moradores, caçadores, pescadores, agricultores, pequenos criadores de gado e caprino e veranistas. Os sítios escolhidos para nidificação possuem cobertura vegetal de mata secundária, com material orgânico suficiente para confecção dos ninhos pelas fêmeas, estes locais são de acesso restrito às pessoas e possuem macrófitas aquáticas em suas margens, favorecendo uma maior proteção aos sítios de desova e no ambiente aquático, para os neonatos e para os jacarés adultos. O início das desovas ocorreu de fevereiro a março de 2018, e as eclosões de abril a maio, com incubações de 49 a 63 dias. A distância média do ninho até a margem com água foi 27,36m e sete metros de altura média, do ninho para água. O número médio de ovos foi de 36,5 ovos, com sucesso de eclosão de 62,12%.

Armadilhas fotográficas foram instaladas em alguns ninhos para acompanhar o cuidado parental, predação e o momento da eclosão (Figura 6). A câmera fotográfica registrou o cuidado parental em um ninho com presença da fêmea por alguns dias. Não ocorreu predação dos ovos, apesar de dois indivíduos de *Salvator merianae* (vulgo, teiú-comum), um predador potencial, terem sido registrados sobre e ao lado dos ninhos. Porém, um neonato de jacaré foi morto por formigas do gênero *Solenopsis* dentro do ninho, logo após eclosão. Equipamentos de leitura de temperatura (*data loggers*) foram inseridos em cada ninho, durante o período de incubação, para avaliar a influência da temperatura *in loco* na razão sexual dos filhotes (Figura 6). Outros dados abióticos (ex.: pluviosidade, nível de água do reservatório e temperatura do ar) e antrópicos (ex.: resíduos sólidos, contaminantes, desmatamento e atividade de pecuária) também foram analisados quanto à sua influência na reprodução dos jacarés, no Reservatório de Tapacurá.

A diferenciação do sexo em crocodilianos é bastante desafiadora em sua idade inicial, devido à semelhança morfológica do órgão copulador do macho com o clitóris da fêmea



(WHITAKER et al., 1980; ALLSTEADT, 1995; ZIEGLER, 2007; OTAÑO et al., 2010), os métodos mais comuns são dispendiosos e invasivos. Visando-se a identificação precoce do sexo de neonatos de *C. latirostris* de vida livre, foi realizado um experimento com filhotes, de quatro ninhos da temporada reprodutiva de 2018, que após eclosão em condições naturais, foram mantidos em cativeiro, para mensalmente serem tomadas as suas medidas biométricas (PIÑA et al., 2007).



Figura 6: Etapas da atividade de ecologia reprodutiva do Projeto Jacaré - UFRPE, no entorno do Reservatório de Tapacurá. A: Procura ativa dos ninhos com; B: Identificação de rastros; C: Ninho encontrado; D: Medidas dos ninhos (altura em relação ao nível da água, distância do ninho para a água, etc); E: Abertura da câmara de ovos; F: Contagem dos ovos; G: Medidas dos ovos (comprimento, largura e peso); H: Medida da banda de calcificação dos ovos; I e J: Instalação das armadilhas fotográficas com captura da fêmea no ninho; K: *Data logger* para registro da temperatura durante incubação na câmara de ovos; L: Cerca em volta dos ninhos para captura dos filhotes; M: Sexagem pela identificação visual do aparato genital; N: Ultrassonografia abdominal de neonatos. Fotos: LIAR.

O objetivo foi de encontrar padrões morfométricos que distinguem machos de fêmeas e testar o uso da ultrassonografia como ferramenta para o diagnóstico diferencial do sexo (por imagens das gônadas), nesta fase inicial. De maneira complementar, foi realizada a identificação visual do aparato genital, a cada três meses, e necropsia dos animais que foram a óbito, para identificação histológica e visual das gônadas. Como resultado preliminar, nenhuma das metodologias de ultrassonografia, identificação visual do aparato genital e da morfometria demonstraram eficácia alguma para identificação precoce do sexo de neonatos de *C. latirostris* de vida livre. Em 2015, foi registrado um ninho de *P. palpebrosus* no entorno da UFRPE, em

uma área de Mata Atlântica, bastante antropizada. O ninho com 14 ovos foi encontrado no mês de março, há 1,5 m de distância água e devido a problemas de segurança relacionado ao trânsito intenso de pessoas nas proximidades, ocorreu sua translocação para um local mais seguro, a fim de ser acompanhado com maior segurança. A eclosão dos ovos, com nascimento de 12 filhotes, ocorreu em maio, tendo cerca de 41 dias de incubação após a sua localização inicial.

#### **e) Monitoramento da população de *Caiman latirostris* em ambiente natural**

O Projeto Jacaré realiza atividades de monitoramento espaço-temporal das populações de *C. latirostris* no Reservatório de Tapacurá, através de contagens noturnas, uma técnica padrão empregada normalmente como ferramenta de avaliação preliminar das condições e tendências das estruturas populacionais de crocodilianos (WOODWARD e MARION, 1978; MESSEL, 1981; WOOD et al., 1985; BAYLISS, 1987; WEBB et al., 1988).

De abril de 2015 a julho de 2018 foram realizadas 41 expedições de monitoramento nesta área, registrando um total de 1.744 indivíduos, tendo a frequência de observação (Figura 7) com o número mínimo de visualizações, em agosto de 2015 e junho de 2016 (n = seis jacarés) e o número máximo, em abril de 2017 (n = 70 jacarés). Esta flutuação nos registros está diretamente ligada com a sazonalidade da região, sendo o maior quantitativo no período mais seco e quente, relacionado à temperatura (WOODWARD e MARION, 1978; LARRIERA, 1992; PACHECO, 1996), ao aumento no volume do reservatório (PIÑA et al., 2003; DA SILVEIRA et al., 2008; LIMA et al., 2010; AMILIBIA-GOMEZ, 2016) e a presença de macrófitas aquáticas.

Os indivíduos foram categorizados em três classes etárias (adaptado de: VELASCO e AYARZAGÜENA, 1995): jovens (indivíduos até 79 cm de comprimento total; n = 620), subadultos (de 79,1 cm a 139 cm; n = 320) e adultos (maiores que 139 cm; n = 262). Aqueles que submergiram antes da aproximação do observador para determinação da classe de tamanho, foram considerados como “apenas olhos” (n = 542).

Foi identificado um maior quantitativo de jacarés nas áreas de margem do reservatório (61%) em detrimento às áreas centrais, estando preferencialmente associados à vegetação flutuante, macrófitas (69%). A associação com a vegetação flutuante pode estar diretamente relacionada ao comportamento de cautela destes animais, proporcionando maior camuflagem e proteção contra os predadores (WEBB e MESSEL, 1979).

A atividade antrópica no reservatório é intensa, havendo constante fluxo de embarcações e atividade de pesca artesanal por moradores ribeirinhos e veranistas, principalmente com o uso de redes de pesca de espera. Foram identificados 124 pontos de atividade de pesca no reservatório. Além disso, duas armadilhas para caça ilegal de jacarés foram identificadas, com uso de anzóis com carne animal servindo de isca. A interação entre os pescadores e os jacarés é, na maioria das vezes, negativa, tendo em vista que estes animais predam os peixes que

ficam presos nas redes durante seu forrageio, podendo rasgar a malha e destruir o material (AGUILERA et al., 2008). Por outro lado, indivíduos jovens podem sofrer graves lesões quando emalhadados, chegando a perder membros locomotores ou vir à óbito. E os indivíduos adultos quando encontrados nas redes por pescadores, geralmente sofrem agressões para serem afugentados ou são mortos para consumo da carne (ZUCCO e TOMÁS, 2004).

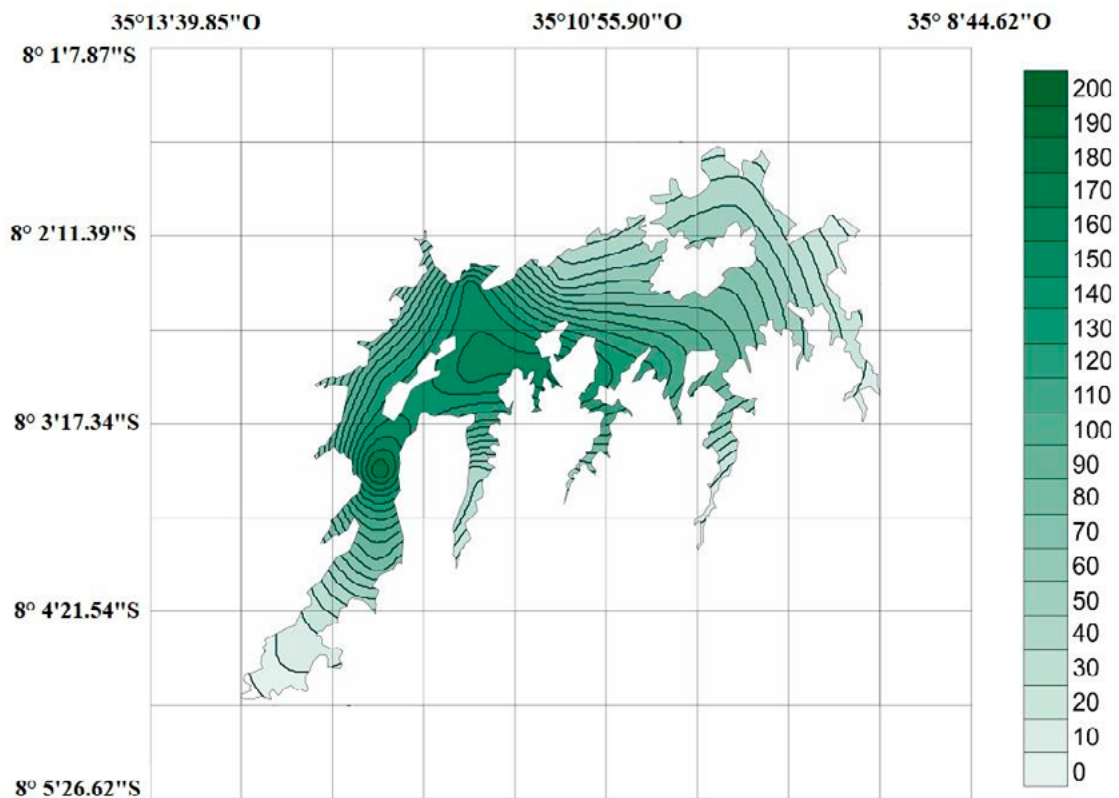


Figura 7: Distribuição espacial de *Caiman latirostris* observados no monitoramento no Reservatório de Tapacurá, Recife - PE (abril de 2015 a agosto de 2018). A escala em tons de verde indica o número de jacarés observados nos quadrantes. Fonte: LIAR.

## f) Contaminantes

O uso de organismos sensíveis às variações ambientais em biomonitoramento é extremamente relevante no diagnóstico efetivo da saúde de um ecossistema. Por serem predadores de topo da cadeia trófica, resistentes e bioacumuladores, os crocodilianos são utilizados no diagnóstico da saúde ambiental desde a década de 1980, onde pesquisas de longo prazo identificaram alterações hormonais, reprodutivas, anomalias e mutações em indivíduos expostos a ambientes com alto grau de contaminação por metais pesados (ex.: CRAIN e GUILLETTE, 1998; KHAN e TANSEL, 2000; SCHNEIDER et al., 2013; NILSEN et al., 2016, 2017; BUENFIL-ROJAS et al., 2018).

No Brasil, a maior parte destes estudos são realizados na Amazônia, local onde há fontes naturais e antropogênicas de mercúrio (Hg) (SCHNEIDER et al., 2011, 2015). Através da análise de matrizes biológicas (ex.: músculo, escama, sangue, garra córnea e vísceras), os teores são detectados e comparados com os limites de contaminantes químicos presentes em alimentos, estipulados pela Legislação Brasileira, Organização Mundial da Saúde e outros órgãos internacionais responsáveis por determinar diretrizes a serem padronizadas e seguidas na fiscalização ambiental (EGGINS et al., 2015; SCHNEIDER et al., 2015). Apesar disto, ainda não existem parâmetros comparáveis de toxicidade dentro deste grupo animal, o que dificulta as avaliações clínicas da saúde das populações de crocodilianos.

No Nordeste, não há registros de dados publicados relacionado ao uso de crocodilianos em biomonitoramento. Entretanto, o Projeto Jacaré tem sido pioneiro no Estado de Pernambuco, utilizando o *C. latirostris* como principal objeto de estudo em pesquisas ecotoxicológicas. No estudo de Santos (2018), as concentrações de Fe, Cu, Cr, Zn, Mn, Cd, Pb, Ni e Al foram mensuradas em sangue de jacarés, *C. latirostris*, do Reservatório de Tapacurá. Os animais foram capturados entre 2014-2018 e as informações sobre sexo e idade, bem como a coleta de sangue (de 40 amostras) foram realizadas. Os nove elementos analisados foram detectados em todas as amostras de sangue dos animais capturados. O sexo não influenciou nas concentrações detectadas no estudo ( $p > 0,05$ ). Apesar disso, as fêmeas destacaram-se por apresentar maiores teores, em oito dos nove elementos estudados (Zn, Cu, Fe, Cd, Cr, Ni e Al) nos crocodilianos.

Considerando as classes etárias (jovens, subadulto e adultos), o Comprimento Rostro-Cloacal (CRC) médio dos jacarés foi de 55,34 (desvio padrão  $\pm 23,02$ ; amplitude de 20,0-104,5) cm. Não foram observadas diferenças entre as concentrações dos elementos estudados com às classes etárias dos jacarés capturados. No entanto, observou-se uma diferença significativa para as concentrações de Al entre os jacarés jovens e adultos. Apesar dos animais no reservatório não exibirem sintomas clínicos de intoxicação, estes apresentaram níveis preocupantes de contaminantes, que podem refletir na saúde das populações ribeirinhas que usam do manancial e consomem ilegalmente a carne de jacaré.

### **g) Ecologia alimentar**

Sendo o maior predador dos ambientes aquáticos, ainda que associados à fragmentada Mata Atlântica nordestina nas áreas urbanas, as espécies de crocodilianos são generalistas quanto à sua dieta, pois consomem uma grande variedade de itens alimentares (WEBB et al., 1982). Tal consumo irá depender da disponibilidade de alimentos no ambiente e da facilidade de captura das presas. Sabe-se que a dieta varia com a idade, hábitat, estação e região geográfica e estudos envolvendo à alimentação fornecem diversas e importantes informações ecológicas locais sobre as interações predador-presa e a utilização do hábitat (WEBB et al., 1982; BORTEIRO, 2005).

Porém, este é um tópico que apresenta lacunas de conhecimento no que diz respeito ao Nordeste do país. Deste modo, o Projeto Jacaré buscou caracterizar a dieta de *C. latirostris* em remanescente de Mata Atlântica no Estado de Pernambuco, no período de 2014 a 2017, analisando a sua composição e verificando a relevância dos itens alimentares, através do índice de importância alimentar (Figura 8). Dos indivíduos capturados, foram tomadas medidas biométricas e realizada a coleta do lavado estomacal pelo método não-letal “*flushing*”, concebido por Taylor et al. (1978) e modificado por Webb et al. (1982) (Figura 5).



Figura 8: Itens alimentares em amostras de conteúdo estomacal de *Caiman latirostris*, em remanescente de Mata Atlântica, Estado de Pernambuco. A: Crânio de roedor; B: Mandíbula de peixe; C e D: Ossos femorais de anuro (*Rhinella sp.*); E: Decapoda; F: Orthoptera; G: Coleoptera; H: Lepidoptera; I: Hemiptera. Fotos: LIAR.

A triagem das amostras foi realizada em laboratório com estéreo-microscópio, onde os itens presentes foram identificados, categorizados e pesados para análises. Assim, 40 amostras foram analisadas, das quais os itens alimentares triados foram subdivididos em grandes grupos zoológicos (Figura 8): Hexapoda, o item mais presente na amostra, com a maior Frequência de Ocorrência (FO = 90%) e Índice de Importância Alimentar (IIA = 10,3%). Tal índice é uma combinação entre o volume e a FO dos itens alimentares e demonstra a verdadeira posição de cada ítem no regime alimentar da espécie (KAWAKAMI e VAZZOLER, 1980).

Os insetos foram preferencialmente ingerido por animais jovens, porém, foi também encontrado em amostras de animais subadultos e adultos, apresentando um declínio na sua ingestão; Gastrópoda, foi o táxon de maior IIA (16%), e segundo em FO (85%), primordialmente ingerido por indivíduos subadultos, contudo, apresentando constância em amostras de jovens e adultos; Decapodes (FO = 30% e IIA = 0,93%) ingeridos apenas por animais subadultos; e Vertebrata, representado por Peixes (FO = 5% e IIA = 0,004%), Testudines (FO = 10%) e Aves (FO = 15% e IIA = 1,3%), ingeridos apenas por jacarés adultos. Além destes itens, localizamos elementos que não fazem parte da dieta do *C. latirostris*, que foram considerados como ingestão acidental (ex.: material vegetal, minerais e plástico).

#### **h) Parcerias com órgãos de fauna no resgate de jacarés urbanos**

Com o crescimento acelerado das populações humanas, a mudança nas paisagens naturais torna-se cada vez mais comum, levando à sobreposição e conflitos entre o ser humano e a fauna silvestre, incluindo espécies de crocodilianos que estão inseridas em contextos urbanos. Esta interação vem ocorrendo de modo frequente na Região Metropolitana do Recife, em especial na capital pernambucana, por estar inserida em um complexo de bacias hidrográficas, onde habitam as duas espécies de crocodilianos do estado.

Exemplos similares e evidentes deste fenômeno de sinantropismo na espécie *C. latirostris* ocorrem nas cidades de Vitória - ES (NEVES, 2019) e do Rio de Janeiro - RJ (FREITAS-FILHO, 2013). Assim, diante de tal cenário, o Projeto Jacaré vem contribuindo no resgate de jacarés urbanos, em parceria com órgãos ambientais responsáveis pela gestão e resgate da fauna silvestre em Pernambuco, que são: a Companhia de Policiamento do Meio Ambiente (CIPOMA), a Polícia Militar de Pernambuco (PMPE), o Corpo de Bombeiro Militar e a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), este último, responsável pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), onde são levados todos os jacarés resgatados na RMR. Essas instituições são acionadas pela população local quando é identificado um animal em situação de risco, havendo a necessidade de resgate. A parceria também contempla a capacitação de pessoal dos órgãos que realizam resgates, através de treinamentos e cursos sobre técnicas de captura, contenção e manejo de jacarés (Figura 9).

Entre 2014 e fevereiro de 2019, a Equipe do Projeto Jacaré realizou os procedimentos de marcação, sexagem e biometria em 103 jacarés resgatados, sendo 102 *C. latirostris* e um *P. palpebrosus*, com 90 resgates realizados pelos órgãos de fauna e 13 pelo Projeto Jacaré. O comprimento dos animais variou entre 27,3 e 239,0 cm, sendo 20 fêmeas, 75 machos e oito sem o sexo determinado. Como padronizado, as solturas dos jacarés foram realizadas em mananciais da região, em áreas próximas ao local de resgate. Em suma, a importância do monitoramento de longo prazo, das ocorrências de crocodilianos urbanos, pode fornecer informações básicas sobre os pontos críticos de sobreposição e conflitos com a população, auxiliando à gestão e elaboração de medidas mitigadoras que contribuam para conservação das populações de jacarés na Região Metropolitana do Recife.



Figura 9: Resgates de jacarés em áreas metropolitanas do Recife, em parceria com os órgãos de fauna do Estado de Pernambuco (2017 a 2019). A: Exemplo de jacaré capturado em via pública (Foto: L. Merçon, Grande Vitória - ES); B: Resgate de um jacaré, no Campus da UFRPE, pela Equipe do Projeto Jacaré; C: Treinamento realizado pela Equipe do Projeto Jacaré para policiais da CIPOMA; D: Resgate de um jacaré realizado pela CIPOMA e CPRH. Fotos: LIAR/UFRPE.

## Considerações Finais

Esta revisão e exposição de conjunto de dados representa a primeira iniciativa do estado da arte sobre as espécies de jacarés do Nordeste do Brasil, destacando a sua importância, necessidade da continuidade de estudos e de incentivos financeiros, de estrutura e apoios técnico e científico às pesquisas e monitoramentos de longa duração, que atualmente são pontuais e incipientes.

Em geral, há necessidade de ampliar as áreas de monitoramento sistemático e mais esforços para cobrir as áreas que ainda não possuem registros comprobatórios, uma vez que existem muitas lacunas para se avaliar o *status* de conservação local das espécies, a fim de direcionar medidas efetivas de gestão sustentável.

Assim, embora os resultados analisados reflitam um relativo esforço de amostragem, ficam evidentes as lacunas geográficas, quanto às áreas com ausência ou deficiência de amostragem, o que demonstra a necessidade de esforços que visem conhecer melhor as espécies de jacarés da Região Nordeste, visto que a falta de dados sobre a história natural das espécies é um dos fatores que dificulta a conservação destas. Ressaltamos ainda que os dados que precisam ser melhor certificados quanto à ocorrência de algumas espécies, como é o caso de *P. palpebrosus*, necessitando do registro de captura ou de vestígios mais confiáveis (ex.: couro, fotografia, crânio etc).

De fato, diante do acelerado processo de destruição dos ambientes naturais por atividades antrópicas e o conjunto de ameaças que pairam sobre as espécies na região, tornam-se evidente a urgência de mais estudos em áreas estratégicas do Nordeste. Para tal, faz-se necessário o desenvolvimento de projetos que visem conhecer com mais acurácia as espécies de jacarés e seus aspectos ecológicos, com vistas à identificação de padrões ecológicos e processos que subsidiem estratégias de manejo e gestão mais eficientes à conservação das espécies e os ecossistemas onde estas vivem.

Como mensagem final, fica evidente que precisamos continuar investindo na formação acadêmica e técnica dos profissionais envolvidos (ex.: professores, pesquisadores biólogos e veterinários) com a conservação da vida silvestre, considerando o apoio de uma equipe multidisciplinar capacitada em auxiliar nas atividades de pesquisas (aula, campo e laboratorial), educação ambiental (palestras públicas) e captação de recursos (financiamentos institucionais governamentais ou não) para a ampliação e o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa e conservação das espécies de crocodilianos do Nordeste brasileiro.

## Agradecimentos

A todos os pesquisadores envolvidos que contribuíram para o avanço dos conhecimentos referente à História Natural dos Crocodilianos Brasileiros, sobretudo, aqueles da Região Nordeste. Ao PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade), Sítio Parque Estadual de Dois



Irmãos, a FACEPE (Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia no Estado de Pernambuco/APQ – 0245-2.04/15) pelo financiamento e bolsas concedidas. À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial, ao Programa de Pesquisa em Movimento, pelo apoio com os veículos. À gestão do Parque Estadual de Dois Irmãos e à Estação Ecológica do Tapacurá pela autorização e apoio logístico. Ao CETAS - CPRH pela parceria com os animais resgatados. A todos os alunos do Laboratório Interdisciplinar de Anfíbios e Répteis (LIAR) que participaram das ações de ensino, pesquisa e extensão do Projeto Jacaré, em destaque, Haggy R. dos Anjos, Rayssa L. dos Santos, Carlos F. R. de S. Neto, Karina L. Cirilo, Mayara G. N. da Silva, Jenifer C. B. da Silva, João V. Malveira e Thais de L. Bezerra. Agradecemos aos organizadores do livro Tratado de Crocodilianos do Brasil pelo convite e pelas revisões que colaboraram para melhorias no capítulo.

## Referências

- AB'SABER, A. N. The caatinga domain. **Caatinga–sertão, sertanejos**, 1995. p. 47-55.
- AB'SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. *Geomorfologia*, n. 20, p. 1-26, 1970.
- AGUILERA, X.; CORONEL, J. S.; OBERDORFF, T.; VAN DAMME, P. A. Distribution patterns, population status and conservation of *Melanosuchus niger* and *Caiman yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) in oxbow lakes of the Ichilo river floodplain, Bolivia. *Revista de Biología Tropical*, v. 56, n. 2, p. 909-929, 2008.
- ALLSTEADT, J.; LANG, J. W. Sexual dimorphism in the genital morphology of Young American alligators, *Alligator mississippiensis*. *Herpetologica*, v. 51, n. 3, p. 314-325, 1995.
- ALVES, R. R. N. Fauna used in popular medicine in Northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 5, n. 1, p. 1, 2009.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. From cnidarians to mammals: The use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 107, n. 2, p. 259-276, 2006.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Zootherapeutic practices among fishing communities in North and Northeast Brazil: A comparison. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, n. 1, p. 82-103, 2007a.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Zotherapy goes to town: The use of animal-based remedies in urban areas of NE and N Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 113, n. 3, p. 541-555, 2007b.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Trade of animals used in Brazilian traditional medicine: trends and implications for conservation. *Human Ecology*, v. 38, n. 5, p. 691-704, 2010.
- ALVES, R. R. N.; OLIVEIRA, M. G. G.; BARBOZA, R. R. D.; LOPEZ, L. C. S. An

ethnozoological survey of medicinal animals commercialized in the markets of Campina Grande, NE Brazil. *Human Ecology Review*, p. 11-17, 2010.

ALVES, R. R. N.; VIEIRA, W. L. DA SILVA; SANTANA, G. G. Reptiles used in traditional folk medicine: conservation implications. *Biodiversity and Conservation*, v. 17, n. 8, p. 2037-2049, 2008.

AMILIBIA GÓMEZ, J. C. Estado poblacional, uso de hábitat y comparación del registro histórico de *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) en el Hato Masaguaral, estado Guárico, Venezuela. (Tese). Caracas: Universidade Central da Venezuela, 57 p., 2016.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultado por estados**. Agência Nacional de Águas. Engecorps/Cobrape. Brasília, v. 2, 2010. 90 p.

BAHIA. PORTARIA nº 37, de 15 de agosto de 2017. Diário Oficial do estado, Poder Executivo, Salvador, BA, 15 de agosto de 2017. Seção 1, p. 49.

BAYLISS, P. Survey methods and monitoring within crocodile management programmes. **Wildlife management: Crocodiles and alligators**, 1987. p.157-175.

BORGES-NOJOSA, D. M.; ARZABE, C. Diversidade de anfíbios e répteis em áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (Eds.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 227-241.

BORGES-NOJOSA, D.; LIMA, D. *Caiman crocodilus* (Common caiman) geographic distribution. *Herpetological Review*, v. 39, p. 480-481, 2008.

BORTEIRO, C. Abundancia, estructura poblacional y dieta de yacarés (*Caiman latirostris*: Crocodylia, Alligatoridae) en ambientes antrópicos del Departamento de Artigas, Uruguay. (Dissertação). Montevideo: Universidad de la Republica, 79 p., 2005.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBELO, G. A summary report of the CITES central South American caiman study: Phase I: Brazil. In: **Crocodiles, Proceedings of the 9 th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group**. UICN, Gland, Switzerland, p. 100-115, 1990.

BUENFIL-ROJAS, A. M.; ALVAREZ-LEGORRETA, T.; CEDEÑO-VÁZQUEZ, J. R. Mercury and metallothioneins in blood fractions and tissues of captive Morelet's crocodiles in Quintana Roo, Mexico. *Chemosphere*, v. 199, p. 630-636, 2018.

CARVALHO, A. L. Os Jacarés do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 52, p. 127-152, 1951.

CARVALHO, L. E. P. Os descaminhos das águas no Recife: os canais, os moradores e a gestão. (Dissertação). Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 146 p., 2004.

CITES – CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. Apêndices I, II e III, 2018. Disponível em: <<http://www.cites.org>>

org/eng/app/appendices.shtml. Acesso em: 28 de dezembro de 2018>.

CORDEIRO, J. C. Diagnóstico da biodiversidade de vertebrados terrestres de Sergipe. (Dissertação). São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 148 p., 2008.

CPC. **Cadeira Produtiva Crocodiliana: Agronegócio**. 2009, 7 p. Disponível em <[http://www.investmentosalagoas.al.gov.br/op/ag\\_09.pdf](http://www.investmentosalagoas.al.gov.br/op/ag_09.pdf)>.

CRAIN, D. A.; GUILLETTE JR, L. J. Reptiles of contaminant-induced endocrine disruption. *Animal Reproduction Sciences*, v. 53, n. 1-4, p. 77-86, 1998.

CRH – CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos – Brasília: MMA, 2006. 148 p.

DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; THORBJARNARSON, J. B. Factors affecting the number of caimans seen during spotlight surveys in the Mamirauá Reserve, Brazilian Amazonia. *Copeia*, v. 2008, n. 2, p. 425-430, 2008.

EGGINS, S.; SCHNEIDER, L.; KRIKOWA, F.; VOGT, R.; DA SILVEIRA, R.; MAHER, W. Mercury concentrations in different tissue of turtle and caiman species from the Rio Purus, Amazonas, Brazil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 34, n. 12, p. 2771-2781, 2015.

FREITAS-FILHO, R. F. Ecologia do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802, em ambiente urbano no município do Rio de Janeiro. (Tese). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 123 p., 2013.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In: C. GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington - D.C., 2003. p. 3-11.

GONÇALVES, U.; DOS SANTOS, J. M.; COLLAÇO, K. M. S. L. População de jacarés do papo-amarelo do Parque Municipal de Maceió, Alagoas, Brasil. *Revista Ouricuri*, v. 2, n. 2, p. 139-151, 2019.

GUARNIERI, M. C.; LIRA-FILHO, C. C. A. Levantamento da Fauna de Répteis da Reserva Ecológica do Gurjaú. In: **Inventário da Biodiversidade da reserva Ecológica de Gurjaú** (Relatório Técnico), 2003. 65 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Nordeste, 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2018-2. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org>>.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado

- no estudo de alimentação de peixes. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 29, p. 205, 1980.
- KHAN, B.; TANSEL, B. Mercury bioconcentration factors in American alligators (*Alligator mississippiensis*) in the Florida Everglades. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 47, n. 1, p. 54-58, 2000.
- LARRIERA, A. La conservación y el manejo de *Caiman latirostris* en la Argentina. In: VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A. (Eds.). **Anais do II Workshop sobre Manejo e Conservação de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*)**. ESALQ, Piracicaba, 1992, p. 8-17.
- LEITE, R. R. S. O jacaré *Caiman crocodilus* e a Comunidade de Ilha Grande, Piauí, APA Delta do Parnaíba, Brasil. (Dissertação). Teresina: Universidade Federal de Piauí, 128 p., 2010.
- LIMA, D.; LIMA, F.; BORGES-NOJOSA, D. *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier's Dwarf caiman, Jacaré-paguá), geographic distribution. *Herpetological Review*, v. 42, p. 109-109, 2011.
- LIMA, J. P.; REBÊLO, G. H.; JUÁREZ, C. B. P. Spectacled (*Caiman crocodilus*) and Black caiman (*Melanosuchus niger*) populations in the Abufarí Biological Reserve, Amazonas, Brazil. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, v. 2, n. 1, p. 33-44, 2010.
- LOEBMANN, D.; HADDAD, C. F. Baptista. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 3, p. 227-256, 2010.
- MARCGRAVE, G. **Historiae Naturalis Brasiliae**. Leiden e Amsterdam: Haack e Elzevier, 1648. 443 p.
- MESSEL, H. **Surveys of tidal river systems in the Northern Territory of Australia and their crocodile populations**. Pergamon Press, 1981. 118 p.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista Nacional de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2014. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br>>.
- MIRANDA, J. P. Ecologia e Conservação da Herpetofauna do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. (Tese). São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- MORAIS, Z. M. B.; MORAIS, J. B. Lista preliminar de répteis da Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco. In: **VI Encontro Nordestino de Zoologia do NE**. Teresina (PI), p. 247-256, 1987.
- MOURA, G. J. B.; FREIRE, E. M. X.; SANTOS, E. M.; LINS, E.; ANDRADE, E. V. E.; CAVALCANTE, J. D. Distribuição geográfica e caracterização ecológica dos répteis do Estado de Pernambuco. In: MOURA, G. J. B.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, M. A. B.; CABRAL, M. C. C. (Eds.). **Herpetologia do Estado de Pernambuco**. 1ª. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, 2011. p. 229-290.

- MOURA, G. J. B.; SANTOS, E. M.; FREIRE, E. M. X. Os Sauropsidas répteis da Estação Ecológica do Tapacurá. In: MOURA, G. J. B.; AZEVEDO JR., S. M.; EL-DEIR, A. C. A. **A biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá - Uma proposta de manejo e conservação.** Recife: UFRPE, v. 1, 2012. p. 273-324.
- MOURA, G. J. B.; SILVA, A. O.; ABRANTES, S. H. F.; CORREIA, J. M. S. Os jacarés da Reserva Madeiras. In: **Os anfíbios e répteis da Reserva Madeiras, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil.** Editora UNEB, 2013. 214 p.
- NEVES, D. N. S. Distribuição potencial do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Daudin 1802) no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. (Dissertação). Universidade Vila Velha: Espírito Santo, 36 p., 2019.
- NETO, M. R. **Guia ilustrado: Fauna da Escola das Dunas de Pitangui – Ecossistema terrestre.** Natal: Moura Ramos, UFRN, 2001. 112 p.
- NILSEN, F.; PARROTT, B.; BOWDEN, J.; KASSIM, B.; SOMERVILLE, S. E.; BRYAN, T.; BRYAN, C. E.; LANGE, T.; DELANEY, J. P.; BRUNELL, A. M.; LONG, S. E.; GUILLETTE, L. G. Global DNA methylation loss associated with mercury contamination and aging in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *Science of the Total Environment*, v. 545, p. 389-397, 2016.
- OTAÑO, N. B. N.; IMHOF, A.; BOLCATTO, P. G.; LARRIERA, A. Sex differences in the genitalia of hatchling *Caiman latirostris*. *Herpetological Review*, v. 41, n. 1, p. 32-35, 2010.
- PACHECO, L. F. Effects of environmental variables on Black caiman counts in Bolivia. *Wildlife Society Bulletin*, p. 44-49, 1996.
- PACHECO, J. F. As aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T., LINS, L. V. (Eds.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação.** MMA, Brasília, 2004. p.189-250.
- PERNAMBUCO. PORTARIA nº 35, de 17 de outubro de 2014. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Poder Executivo, Recife, PE, 15 de maio de 2017. Seção 1, nº 89, 2014. p. 4.
- PIÑA, C.; LARRIERA, A.; SIROSKI, P.; VERDADE, L. M. Cranial sexual discrimination in hatchling Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Iheringia. Série Zoologia*, v. 97, n. 1, p. 17-20, 2007.
- REBOUÇAS, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos avançados*, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- RODRIGUES, F. S.; PRUDENTE, A. L. C. The snake assemblage (Squamata: Serpentes) of a Cerrado-Caatinga transition area in Castelo do Piauí, state of Piauí, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, v. 28, n. 4, p. 440-448, 2011.
- RODRIGUES, M. T. Uma nova espécie do gênero *Phyllopezus* de Cabaceiras: Paraíba: Brasil,

com comentários sobre a fauna de lagartos da área (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 36, n. 20, p. 237-250, 1986.

RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. *Ecologia e conservação da Caatinga*, v. 1, p. 181-236, 2003.

ROMARIZ, D. A. Aspectos da vegetação do Brasil. São Paulo, 2ª edição. *Revista de Geografia*, v. 33, n. 1, p. 302-309, 1996.

ROSS, J. P. Crocodiles. **Status Survey and Conservation Action Plan**. 2ª Ed., IUCN/SSC Specialist Crocodile Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 1998. 96 p.

SANTANA, G. G.; VIEIRA, W. L. S.; PEREIRA-FILHO, G. A.; DELFIM, F. R.; LIMA, Y. C.; VIEIRA, K. S. Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. *Biotemas*, v. 21, n. 1, p. 75-84, 2008.

SANTOS, E. M.; CORREIA, J. M. S.; BARBOSA, V. N. **Guia de répteis do Parque Estadual de Dois Irmãos**. 1ª. ed., Recife, EDURFPE, 2017. 89 p. Disponível em <<http://www.editora.ufrpe.br/guia-repteis>>.

SANTOS, E. M.; AMORIM, F. O. Herpetofauna de dois fragmentos de Mata Atlântica do Estado de Pernambuco. In: **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia**, Curitiba. 2008.

SANTOS, R. L. Análise de metais pesados da herpetofauna aquática (Crocodylia e Testudines) em um ambiente lântico de Mata Atlântica, Nordeste, Brasil. (Dissertação). Serra Talhada: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.

SCHNEIDER, L.; EGGINS, S.; MAHER, W.; VOGT, R. C.; KRIKOWA, F.; KINSLEY, L.; EGGINS, S. M.; DA SILVEIRA, R. An evaluation of the use of reptile dermal scutes as a non-invasive method to monitor mercury concentrations in the environment. *Chemosphere*, v. 119, p. 163-170, 2015.

SCHNEIDER, L.; MAHER, W.; GREEN, A.; VOGT, R. C. Mercury contamination in reptiles: An emerging problem with consequences for wildlife and human health. In: KI-HYUN, K.; R. J. C., BROWN (Eds.). **Mercury: Sources, Applications and Health Impacts**. Nova Science Publishers, New York, 2013. p. 173-232

SILVA, S. T.; SILVA, U. G.; SENA, G. A. B.; NASCIMENTO, F. A. C. A Biodiversidade da Mata Atlântica Alagoana: Anfíbios e Répteis. In: MOURA, F. B. P. (Ed.). **A Mata Atlântica em Alagoas**. EDUFAL Editora, II série (Conversando sobre ciências em Alagoas), 2006. p. 65-75.

SOUTO, W. M. S.; MOURÃO, J. S.; BARBOZA, R. R. D.; MENDONÇA, L. E. T.; LUCENA, R. F. P.; CONFESSOR, M. V. A.; VIEIRA, W. L. S.; MONTENEGRO, P. F. G. P.; LOPEZ, L. C. S.; ALVEZ, R. R. N. Medicinal animals used in ethnoveterinary practices of the 'Cariri Paraibano', NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 7, n. 1, p. 30, 2011.

- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; DA SILVA, J. M. C.; BEDE, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.
- TAYLOR, J. A.; WEBB, G. J. W.; MAGNUSSON, W. E. Methods of obtaining stomach contents from live crocodylians (Reptilia, Crocodylidae). *Journal of Herpetology*, p. 415-417, 1978.
- VELASCO A.; AYARZAGÜENA, J. Situación actual de las poblaciones de Baba (*Caiman crocodylus*) sometidas a aprovechamiento comercial en los llanos venezolanos. Seville, Spain: Asociación Amigos de Doñana, n. 5, 71 p., 1995.
- VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A. Preliminary notes on the status and conservation of *Caiman latirostris* in São Paulo, Brazil. In: **Proceedings of the 10<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the IUCN**, v. 2, Gland, Switzerland, p. 231-237, 1990.
- VERDADE, L. M. The São Francisco river 'Codfish': the northernmost wild populations of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 20, n. 4, p. 80-82, 2001.
- VILELA, P. M. S. Caracterização genética de jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) utilizando marcadores microssatélites. (Dissertação). São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 2004. 114 p.
- WEBB, G. J. W.; MESSEL, H. Wariness in *Crocodylus porosus* (Reptilia: Crocodylidae). *Wildlife Research*, v. 6, n. 2, p. 227-234, 1979.
- WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; BUCKWORTH, R. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River Area, NTI variation in the diet, and a new method of assessing the relative importance of prey. *Australian Journal of Zoology*, v. 30, n. 6, p. 877-899, 1982.
- WEBB, G. J. W.; DILLON, M. L.; MCLEAN, G. E.; MANOLIS, S. C.; OTTLEY, B. Monitoring the recovery of the saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*) population in the Northern Territory of Australia. In: **Proceedings of the 9<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the IUCN**, p. 329-380, 1988.
- WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; BUCKWORTH, R. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River Area, N.T.I. Variation in diet, and a new method of assessing the relative importance of prey. *Australian Journal Zoology*, v. 30, p. 887-889, 1982.
- WHITAKER, R.; WHITAKER, Z.; VAUGHAN A. Notes on sexing crocodylians. *Journal of Bombay Natural History Society*, v. 77, n. 2, p. 341-343, 1980.
- WOOD, J. M.; WOODWARD, A. R.; HUMPHREY, S. R.; HINES, T. C. Night counts as an index of American alligator population trends. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, v. 13, n. 3, p. 262-273, 1985.
- WOODWARD, A. R.; MARION, W. R. An evaluation of factors affecting night-light counts of

alligators. In: **Proceedings of the Annual Conference of the Southeast Association Fish and Wildlife Agencies**, v. 1978: 32, p. 291-302, 1978.

ZIEGLER, T.; OLBORT, S. Genital structures and sex identification in crocodiles. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 26, p. 16-17, 2007.

ZUCCO, C. A.; TOMÁS, W. Diagnóstico do conflito entre pescadores profissionais artesanais e as populações de jacaré (*Caiman yacare*) e ariranhas (*Pteronura brasiliensis*) no Pantanal. In: **IV Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Pantanal - EMBRAPA - Pantanal, Corumbá. 2004. Disponível em <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/simpan/sumario/artigos/asperctos/bioticos.Htm>>.

Apêndice 1: Publicações referentes aos registros de crocodilianos no Nordeste do Brasil, em ordem cronológica crescente, de 1951 a agosto de 2018.

PUBLICAÇÕES	ESPÉCIES	BIOMA
Carvalho (1951)	<i>C. latirostris</i> , <i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Morais e Morais (1987)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Costa-Neto (1996)	<i>C. latirostris</i>	Não informada
Costa-Neto (1999)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Costa-Neto (2000)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Cerrado
Neto (2001)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Verdade (2001)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Moura (2002)	<i>C. latirostris</i>	Cerrado
Guarnieri e Lira-Filho (2003)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Silva et al. (2003)	<i>C. latirostris</i> ou <i>P. palpebrosus</i>	Mata Atlântica
Villela (2004)	<i>C. latirostris</i>	Não informada
Costa Neto e Resende (2004)	<i>C. latirostris</i>	Não informada
Borges-Nojosa e Arzabe (2005)	<i>C. crocodilus</i>	Caatinga
Silva et al. (2006)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Alves e Rosa (2006)	<i>C. latirostris</i> e <i>Caiman sp.</i>	Restinga e Mata Atlântica
Andrade e Costa-Neto (2006)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Miranda (2007)	<i>C. crocodilus</i>	Restinga
Alves e Rosa (2007)	<i>C. latirostris</i> e <i>Caiman sp.</i>	Restinga e Mata Atlântica
Alves e Rosa (2007)	<i>C. latirostris</i> e <i>Caiman sp.</i>	Restinga e Mata Atlântica
Borges-Nojosa e Lima (2008)	<i>C. crocodilus</i>	Caatinga
Cordeiro (2008)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Mata Atlântica e Caatinga
Santana et al. (2008)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Santos e Amorim (2008)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Alves et al. (2008)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Moura e Marques (2008)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Cerrado
Ferreira et al. (2009)	<i>C. crocodilus</i>	Caatinga
Alves (2009)	<i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Loebmann e Haddad (2010)	<i>C. crocodilus</i>	Caatinga



Filogonio et al. (2010)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica
Silva et al. (2010)	<i>P. palpebrosus</i>	Cerrado
Leite (2010)	<i>C. latirostris</i>	Restinga
Oliveira et al. (2010)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Alves e Rosa (2010)	<i>C. latirostris</i> e <i>Caiman sp.</i>	Restinga e Mata Atlântica
Alves et al. (2010)	<i>C. crocodilus</i> , <i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Lima et al. (2011)	<i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Moura et al. (2011)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Souto et al. (2011)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Costa-Neto (2011)	<i>C. latirostris</i>	Não informada
Gonçalves et al. (2012)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Moura et al. (2012)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Alves et al. (2012)	<i>C. latirostris</i> , <i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Moura et al. (2013)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica
Dal Vechio et al. (2013)	<i>C. crocodilus</i>	Cerrado
Brasil et al. (2013)	<i>C. crocodilus</i> , <i>P. trigonatus</i> e <i>C. latirostris</i>	Não informada
Fernandes-Ferreira (2014)	<i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Ruiz-Esparza et al. (2014)	<i>C. latirostris</i>	Restinga
Souza et al. (2014)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Oliveira e Souza (2014)	<i>C. latirostris</i> ou <i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Barbosa et al. (2014)	<i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Benício et al. (2015)	<i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Nascimento Pereira (2015)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Da Silva et al. (2015)	<i>P. palpebrosus</i>	Cerrado
Alencar e Pereira (2015)	<i>C. crocodilus</i>	Não informada
Roberto e Daniel (2016)	<i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga e Cerrado
Dal Vechio et al. (2016)	<i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Barros et al. (2016)	<i>P. palpebrosus</i>	Não informada
Freitas et al. (2017)	<i>C. crocodilus</i> e <i>P. trigonatus</i>	Floresta Amazônica
Madella-Auricchio et al. (2017)	<i>C. crocodilus</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Caatinga
Santos et al. (2017)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Mata Atlântica
Coelho et al. (2017)	<i>C. latirostris</i>	Caatinga
Da Silva Neto (2018)	<i>C. crocodilus</i>	Caatinga
Mesquita et al. (2018)	<i>C. latirostris</i> e <i>P. palpebrosus</i>	Mata Atlântica
Feitosa et al. (2018)	<i>C. crocodilus</i>	Não informada
Mascarenhas Júnior et al. (2018)	<i>C. latirostris</i>	Mata Atlântica



20

Foto: D. Kantek

## **PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CROCODILIANOS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL**

Jessica Rhaiza Mudrek, Thais Figueiredo Conceição, Eric Brown, Jesús Antonio Rivas,  
Christine Strüssmann

## Introdução

Modificações antrópicas diretas ou indiretas no ambiente natural têm sido constantes (GENNARO e PIAZZI, 2011), levando muitas espécies animais a declínios no tamanho de suas populações (MCKINNEY, 2006). No Centro-Oeste brasileiro, a principal alteração no uso e ocupação do solo consiste na remoção da vegetação natural para o agronegócio e urbanização (PROJETO MAPBIOMAS, 2019), o que potencialmente afeta diversas espécies. Para organismos aquáticos, em particular crocodilianos, as principais ameaças antrópicas à conservação das espécies são alterações na rede hídrica, incluindo a poluição (ROSS, 1998).

Avaliações do *status* de conservação e o eventual estabelecimento de medidas de proteção ou manejo de crocodilianos demandam informações adequadas sobre distribuição geográfica, pretérita e atual, e sobre parâmetros populacionais. Para as espécies do Centro-Oeste brasileiro, há poucos registros de ocorrência georeferenciados e informações, por exemplo, sobre o tamanho e a dinâmica populacional, reprodução, dieta, crescimento, termoregulação, movimentação, dentre outros aspectos biológicos, que estão disponíveis apenas para uma espécie, o jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*).

Neste capítulo, apresentamos uma compilação dos registros e dos principais estudos populacionais já realizados com crocodilianos, em cada um dos quatro estados que integram a Região Centro-Oeste.

## Hidrografia e biomas do Centro-Oeste brasileiro

O Centro-Oeste brasileiro é composto por três estados, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, e o Distrito Federal (IBGE, 1988). A hidrografia dessa região é constituída pelas bacias: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai, Paraná e do São Francisco (Figura 1). A Bacia Amazônica é composta por grandes rios, assim como, por inúmeros igarapés, igapós e florestas inundadas (MMA, 2006a). É comum encontrarmos águas chamadas negras e brancas – águas brancas contém maior quantidade de nutrientes, o que dá maior suporte à vegetação subaquática, enquanto as águas negras são ácidas e pobres em nutrientes – o que pode influenciar na preferência de habitats por crocodilianos (RUEDA-ALMONACID et al., 2007).

A Bacia Tocantins-Araguaia têm maior parte de seus cursos d'água no bioma do Cerrado (MMA, 2006b), os quais são caracterizados por serem menores (em largura e profundidade), muitas vezes com a presença de quedas d'água, as quais podem constituir barreiras para algumas espécies de animais, incluindo crocodilianos de menor porte (MUNIZ, 2012).

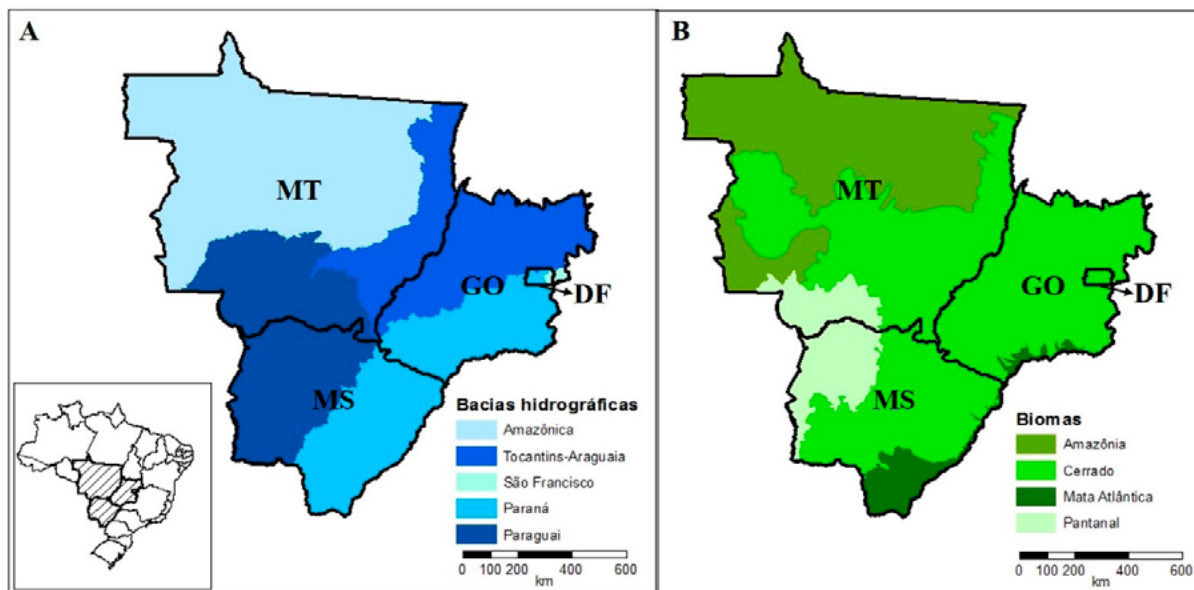


Figura 1: Centro-Oeste brasileiro, abrangência de: A) bacias hidrográficas e B) biomas.

A Bacia do Paraguai abrange uma das maiores áreas úmidas contínuas do planeta, inserida nos biomas do Cerrado e do Pantanal (MMA, 2006c). Este último estende-se do sudoeste de Mato Grosso ao Oeste de Mato Grosso do Sul, apresentando características únicas, como escassas variações em topografia, porém, com fitofisionomias e solos variados. Juntamente com alta pluviosidade sazonal e transbordamento de rios, tais características fazem com que boa parte da região seja periodicamente inundável (SIGNOR et al., 2010; JUNK et al., 2011).

Na Bacia do Paraná, a cobertura vegetal original era dominada pela Mata Atlântica e pelo Cerrado, porém, devido a intensas modificações de origem antrópicas, o bioma Cerrado possui as maiores extensões de área natural na bacia (MMA, 2006d). A Bacia do São Francisco está presente em apenas três municípios do Estado de Goiás e um no Distrito Federal, todos inseridos no bioma do Cerrado (MMA, 2006e).

## Crocilianos do Centro-Oeste do Brasil

Pela disponibilidade de diferentes habitats e por características favoráveis (bacias e biomas) no Centro-Oeste, podemos encontrar nessa região todas as seis espécies de crocilianos que ocorrem no Brasil: o jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*), jacaré-de-papo-amarelo (*C. latirostris*), jacaré-do-Pantanal (*C. yacare*), jacaré-açu (*Melanosuchus niger*), jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) e jacaré-coroa (*P. trigonatus*) (CAMPOS et al., 2013a, b, 2016; COUTINHO et al., 2013; FARIAS et al., 2013a, b; MARIONI et al., 2013; COSTA e BÉRNILS, 2018). *Caiman yacare* (Figura 2) é a espécie mais estudada no Centro-Oeste quanto à sua população efetiva e alternativas de manejo e comercialização, principalmente, no Estado de Mato Grosso do Sul (COUTINHO, 2000). Porém, especialmente para *M. niger* e para *P. trigonatus* faltam estudos populacionais e ecológicos relevantes.



Figura 2: *Caiman yacare* (jaguaré-do-Pantanal). Espécie de crocodiliano mais estudada no Centro-Oeste brasileiro. Indivíduo capturado no Rio Paraguai, Estação Ecológica de Taiamã (ESEC - Taiamã), Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Foto: D. Kantek (2017).

## Mato Grosso

Mato Grosso é o maior estado do Centro-Oeste, no qual encontram-se cinco das seis espécies que ocorrem no Brasil: *C. crocodilus*, *C. yacare*, *M. niger*, *P. palpebrosus* (COSTA e BÉRNILS, 2018) e *P. trigonatus* (CAMARGO, 2011; CAMPOS et al., 2016) (Figura 3).

Populações de *C. crocodilus* foram monitoradas por Strüssmann (2003) na Usina Hidrelétrica de Manso (UHE Manso), Chapada dos Guimarães, onde a densidade variou de 0,19 a 12,04 indivíduos/km. Ademais, populações de *C. yacare* foram estudadas em Cáceres, Vila Bela da Santíssima Trindade (MELO-NETO e IGNACIO, 1992), Poconé (REBÊLO et al., 1997), Barão de Melgaço (MOURÃO e CAMPOS, 2004), Porto Estrela e Barra do Bugres (Mudrek, J.R., dados não publicados). A densidade populacional nesses estudos variou amplamente de 0,4 a 680 indivíduos/km.

Há cerca de duas décadas, estimou-se que haveria cerca de 30 milhões de indivíduos de *C. yacare* distribuídos por toda a planície pantaneira (COUTINHO e CAMPOS, 2007). No passado, na região sudoeste do estado, as populações de *C. yacare* estavam submetidas a intensa caça ilegal (MELO-NETO e IGNACIO, 1992). Apesar de proibida no Brasil, essa prática ainda é comum no Pantanal e em outros lugares (FARIAS et al., 2013b). Em ambientes onde há pressão de caça, crocodilianos geralmente exibem comportamento de fuga diante da

aproximação de pessoas (*wariness*; RON et al., 1998), o que influencia as taxas de capturas de indivíduos adultos (PACHECO, 1996). Assim, a taxa de captura de *C. yacare* em ambiente onde ainda existe caça não chega a 20%, enquanto em ambientes bem preservados a taxa pode quase dobrar (~38%; Mudrek, J.R., dados não publicados).

Embora não existam estudos populacionais sobre *M. niger* no Estado do Mato Grosso, uma avaliação realizada há cerca de duas décadas nos rios Xingu, Araguaia, Mortes, Cristalino e Teles Pires, concluiu que as populações eram abundantes (CITES, 2007). Com exceção do Rio das Mortes, os demais apresentam ampla extensão e estendem-se muito além do Estado de Mato Grosso, sendo difícil precisar pontos de ocorrência, tal como feito por Campos et al. (2018) para o Estado do Pará.

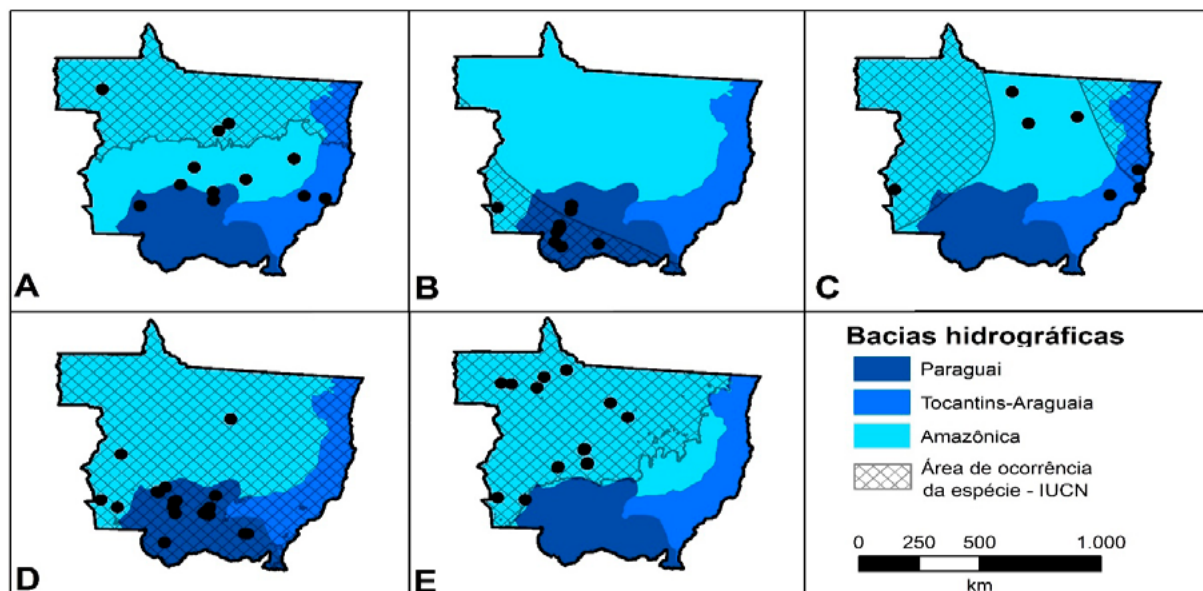


Figura 3: Pontos de ocorrência de espécies de crocodilianos no Estado de Mato Grosso: A) *Caiman crocodilus*: BRAZAITIS (1998); STRÜSSMANN (2003); SÃO PEDRO et al. (2009); EPE/THEMAG (2010); CAMARGO (2011); OLIVEIRA et al. (2014); SAVANA (2014); Mudrek, J.R., comunicação pessoal; B) *Caiman yacare*: BRAZAITIS (1998); MELO-NETO e IGNÁCIO (1992); MOURÃO e CAMPOS (2004); Mudrek, J.R., comunicação pessoal; C) *Melanosuchus niger*: PLOTKIN (1983); BRAZAITIS (1996); CITES (2007); EPE/THEMAG (2010); D) *Paleosuchus palpebrosus*: STRÜSSMANN (2003); CAMPOS et al. (2010); EPE/THEMAG (2010); CAMARGO (2011); CAMPOS et al. (2015); MUDREK (2016); MUNIZ et al. (2017); Mudrek, J.R., comunicação pessoal; E) *Paleosuchus trigonatus*: CAMARGO (2011); ENGEMAB (2013); CAMPOS et al. (2016); Strüssmann, C., comunicação pessoal; Mudrek, J.R., comunicação pessoal.

*Paleosuchus palpebrosus* foi estudado quanto ao seu *status* populacional em alguns municípios do Mato Grosso: Chapada dos Guimarães (UHE Manso; STRÜSSMANN, 2003), Cuiabá (MUDREK, 2016), Várzea Grande, Nobres, Cáceres, Barra do Bugres, Porto Estrela e Rosário Oeste (Mudrek, J.R., dados não publicados). Nesses estudos, a densidade populacional dessa espécie variou de 0,21 a 33,3 indivíduos/km. Quanto à espécie *P. trigonatus*, esta foi registrada pela primeira vez no Estado do Mato Grosso por ocasião dos inventários de fauna, realizados por equipes do Museu de Zoologia da USP, com vistas ao Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado (CAMARGO, 2011). Em uma atualização da distribuição da espécie no estado, Campos et al. (2016) ampliaram a distribuição em mais de 500 km ao sul dos registros existentes, até o planalto dos Parecis, além de forneceram informações sobre as densidades populacionais, que variaram discretamente de 0,17 a 0,28 indivíduos/km.

## Mato Grosso do Sul

No Estado de Mato Grosso do Sul ocorrem três das seis espécies de crocodilianos registrados no Brasil: *C. latirostris*, *C. yacare* e *P. palpebrosus* (COSTA e BÉRNILS, 2018) (Figura 4).

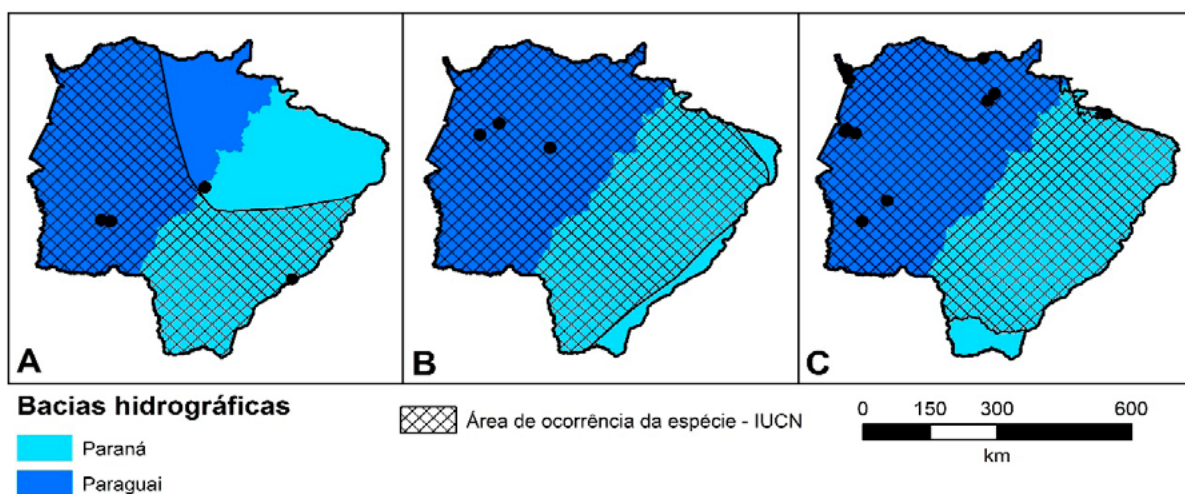


Figura 4: Pontos de ocorrência de espécies de crocodilianos no Estado de Mato Grosso do Sul: A) *Caiman latirostris*: MOURÃO e CAMPOS (1995); UETANABARO et al. (2007); VILLELA et al. (2008); ALMEIDA et al. (2016); B) *Caiman yacare*: CAMPOS (1993); CAMPOS et al. (1995a); COUTINHO (2000); COUTINHO et al. (2005); CAMPOS et al. (2006); VIANA et al. (2010); CAMPOS et al. (2016); C) *Paleosuchus palpebrosus*: CAMPOS et al. (1995b); CAMPOS et al. (2007); SILVA et al. (2009); CAMPOS et al. (2010); CAMPOS et al. (2013c); CAMPOS et al. (2015); MUNIZ et al. (2017).

*Caiman latirostris* foi pouco estudada no Mato Grosso do Sul, havendo apenas um estudo pontual sobre o *status* de uma população no município de Campo Grande, capital do estado, por meio de capturas utilizando armadilhas tipo covo (ALMEIDA et al., 2016). Já a congênera *C. yacare* é a espécie mais abundante e mais estudada no estado, sendo que a densidade dessa espécie varia amplamente de 0,76 a 120 indivíduos/km<sup>2</sup>. Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Pantanal) vêm, desde meados de 1980, realizando diversos estudos ecológicos visando o manejo sustentável da espécie (ver CAMPOS et al., 2005). *Caiman yacare* apresenta no Pantanal brasileiro, uma das maiores populações naturais de crocodilianos no mundo (COUTINHO e CAMPOS, 2007). Desde 1990, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) regulamenta, através da Portaria 126/1990 (IBAMA, 1990), as cotas de remoção de ovos dessa espécie em ninhos da natureza, a fim de estabelecer o sistema de produção do tipo *ranching* (sistema de criação no qual os ovos são coletados na natureza e eclodidos em incubadoras).

A partir da década de 90, também começaram a ser desenvolvidas pela EMBRAPA-Pantanal pesquisas sobre a ecologia populacional e reprodutiva de *P. palpebrosus*, na Região da Serra do Amolar (CAMPOS et al., 1995b) e em serras do leste e sul do Pantanal (CAMPOS e MOURÃO, 2006), no município de Corumbá. As densidades de *P. palpebrosus* variaram pouco de 2 a 9 indivíduos/km nas serras do entorno do Pantanal (Serra do Amolar e Serra do Urucum; CAMPOS et al., 1995b).

## Goiás

No Estado de Goiás ocorrem quatro das seis espécies de crocodilianos do Brasil: *C. crocodilus*, *C. latirostris*, *M. niger* e *P. palpebrosus* (COSTA e BÉRNILS, 2018) (Figura 5). Apesar de haverem registros pontuais, que permitem confirmar a ocorrência dessas espécies no estado (RABELO et al., 1991; VERDADE e PIÑA, 2006; 2007; VAZ-SILVA et al., 2007; OLIVEIRA, 2014; RAMALHO et al., 2014), faltam estudos populacionais e ecológicos sobre as mesmas.

Mendonça et al. (2010) avaliaram as populações de jacarés na Reserva Extrativista do Lado do Cedro, no Rio Araguaia, município de Aruanã, onde *C. crocodilus* foi a espécie mais frequente (96,8% do total de jacarés observados), enquanto *M. niger* e *P. palpebrosus* tiveram frequência de ocorrência de 1,2 e 2%, respectivamente (MENDONÇA et al., 2010). *Melanosuchus niger* também teve a população avaliada pela CITES (2007) em 13 localidades ao longo do Rio Araguaia, no Estado de Goiás, onde foi considerada como “moderadamente abundante”, com uma densidade relevante de 14,4 indivíduos/km<sup>2</sup>.



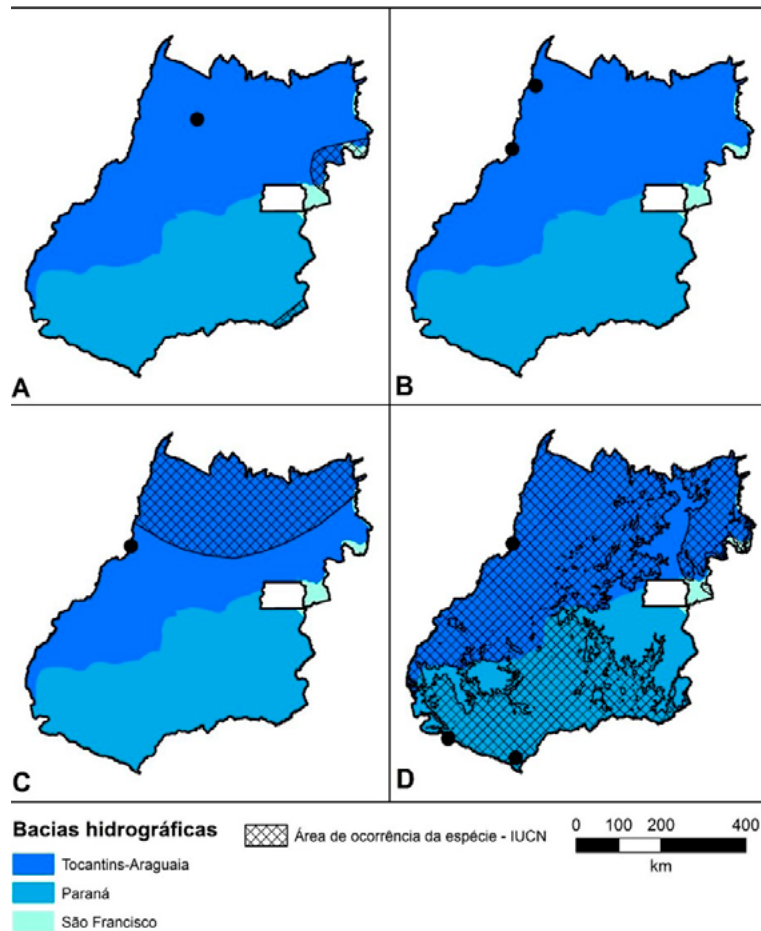


Figura 5: Pontos de ocorrência de espécies de crocodilianos no Estado de Goiás: A) *Caiman latirostris*: RABELO et al. (1991); B) *Caiman crocodilus*: MENDONÇA et al. (2010); OLIVEIRA (2014); C) *Melanosuchus niger*: MENDONÇA et al. (2010); D) *Paleosuchus palpebrosus*: VAZ-SILVA et al. (2007); MENDONÇA et al. (2010); RAMALHO et al. (2014).

## Distrito Federal

Duas espécies são consideradas nativas no Distrito Federal – *P. palpebrosus* e *C. crocodilus* (COSTA e BÉRNILS, 2018) (Figura 6). Contudo, há registros de outras espécies no Lago Paranoá, introduzidas – *C. latirostris* e *C. yacare* – embora pareça que estas não estabeleceram populações residentes (BRANDÃO e ARAÚJO, 2001).

Além desses registros, há observações históricas e uma captura, na década de 1970, de *M. niger*, também no Lago Paranoá, sendo o espécime, provavelmente, oriundo da Bacia do Araguaia (Brandão, R.A., comunicação pessoal).

Na Estação Ecológica de Águas Emendadas, município de Planaltina, *P. palpebrosus* foi registrada em veredas e matas de galeria de córregos e riachos de menor porte (NUNES et al.,

2011), onde é habitualmente encontrada, em outras partes de sua área de distribuição. Quanto à *C. crocodilus*, sobre a origem da população existente no Lago Paranoá, Brasília, é considerada incerta (FARIAS et al., 2013b). As densidades dessa população variaram de 0,004 a 0,635 indivíduos/km<sup>2</sup> (BATISTA, 2009).

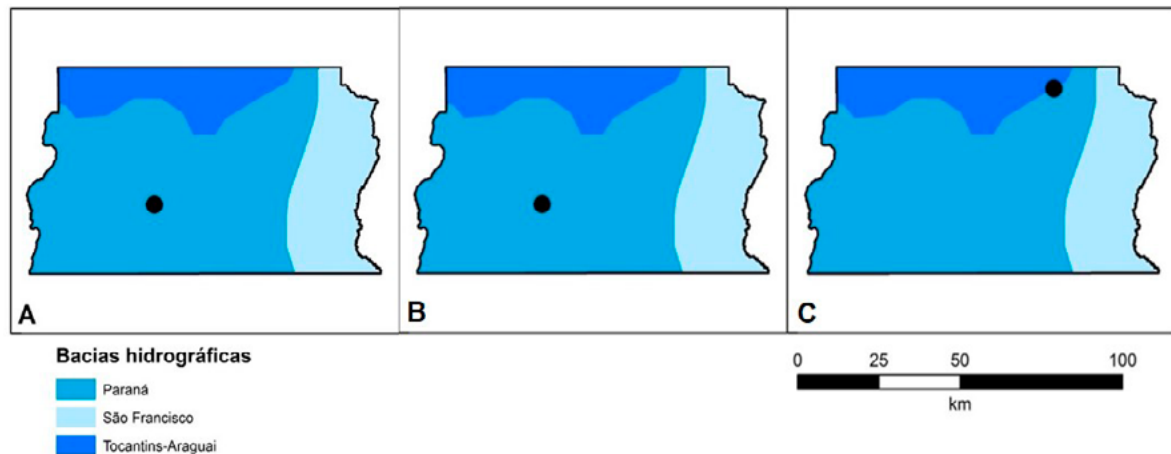


Figura 6: Pontos de ocorrência de espécies de crocodilianos no Distrito Federal: A) *Caiman crocodilus*; BATISTA (2009); *C. latirostris*; *C. yacare*: BRANDÃO e ARAÚJO (2001); B) *Melanosuchus niger*: Brandão, R.A., comunicação pessoal; C) *Paleosuchus palpebrosus*: NUNES et al. (2011).

## Ameaças à conservação de crocodilianos no Centro-Oeste brasileiro

A perda de habitats é uma das principais ameaças às populações de répteis brasileiros (RODRIGUES, 2005). Para crocodilianos, essa perda pode ocorrer devido à remoção de florestas de galeria para construção de reservatórios, pela fragmentação de habitats associada à expansão da fronteira agropecuária ou de centros urbanos, mineração irregular, lançamento de efluentes domésticos e industriais, pesticidas e outras fontes de poluição dos cursos d'água (ROSS, 1998; VILLAÇA, 2004; BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019).

O Estado do Mato Grosso perdeu cerca de 24,7% da vegetação original (floresta, campos e savanas) para áreas urbanas mas, principalmente, para o agronegócio (PROJETO MAPBIOMAS, 2019). De modo semelhante, o Estado do Mato Grosso do Sul perdeu cerca de 20,5% de sua vegetação original e 31,2% de área do natural do Pantanal (PROJETO MAPBIOMAS, 2019). Ainda, o Estado do Goiás também teve uma perda similar de 23,3% da sua vegetação nativa, enquanto o Distrito Federal perdeu apenas 6,8% (PROJETO MAPBIOMAS, 2019). Em Cuiabá, a capital do Estado de Mato Grosso, um estudo sobre *P. palpebrosus* revelou que a espécie não ocorre em córregos onde a mata ciliar foi retirada ou que possuem o leito canalizado (MUDREK, 2016).

A urbanização também causou efeitos negativos sobre a condição corporal, cuja avalia o tamanho relativo das reservas energéticas comparado aos componentes estruturais (GREEN, 2001), dos indivíduos dessa espécie (MUDREK, 2016). Em um estudo acerca dos efeitos da presença humana sobre o comportamento de *C. crocodilus* no Lago Paranoá, no Distrito Federal, foi verificado que as maiores densidades da espécie foram registradas onde o fluxo de embarcações e pessoas era menor e que, independentemente da idade/tamanho, os jacarés demonstraram comportamento arrisco ou arredo à presença de pessoas (BATISTA, 2009).

Por outro lado, este autor registrou alta frequência de juvenis nas lagoas adjacentes à foz do lago. Alguns crocodilianos conseguem adaptar-se melhor a determinadas alterações antrópicas, em particular, represamentos (ROSS, 1998) e este é, possivelmente, o caso de *C. crocodilus*, entre as espécies brasileiras. Esses jacarés podem utilizar rios e represas de maior porte, reproduzir-se e estabelecer populações vigorosas, a exemplo do observado no reservatório da UHE Manso (STRÜSSMANN, 2003). No mesmo reservatório, indivíduos adultos de *P. palpebrosus*, muito grandes, também eram registrados com frequência, mas nunca foram encontrados neonatos ou juvenis da espécie, durante às atividades de monitoramento de fauna pós enchimento (STRÜSSMANN, 2003). Embora não tenha sido cogitado na época, esse padrão pode ter ocorrido devido à acentuada elevação do nível d'água consequente ao represamento, com perda de ambientes de nidificação (ver ROSS, 1998).

A caça intensiva também pode afetar as populações de jacarés nas áreas em que é praticada (REBÊLO e MAGNUSSON, 1983; YVES et al., 2018). No Pantanal, a caça de *C. yacare* foi intensa até a década de 80, mesmo após decretada sua proibição. Devido ao interesse dos proprietários locais em participar da exploração comercial da espécie, a EMBRAPA-Pantanal desenvolveu um conjunto de tecnologias denominado “Sistema de criação semi-extensiva do jacaré-do-Pantanal”, com base nos resultados de vários estudos realizados sobre essa espécie de jacaré (ver COUTINHO e CAMPOS, 2006).

Apesar de existirem bases técnicas e marcos legais para a comercialização de *C. yacare*, bem como empresas especializadas no comércio de sua carne e couro, ainda é frequente o registro de caça ilegal (Figura 7; Mudrek, J.R., comunicação pessoal). Também, no Estado do Goiás há registro de apreensões de carne de jacarés das espécies *P. palpebrosus* e *Caiman* spp. (BASTOS et al., 2008).



Figura 7: Indivíduo adulto de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) encontrado morto, sem as patas traseiras e a cauda, no Rio Paraguai, Porto Estrela, Estado do Mato Grosso. Foto: Jessica R. Mudrek (2018).

Os estados da Região Centro-Oeste não possuem lista de estadual fauna ameaçada. Quanto ao *status* oficial de ameaça no Brasil, nenhuma das seis espécies é considerada ameaçada e todas foram avaliadas como LC – *Least Concern*, Pouco Preocupante – tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2019), como pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - CAMPOS et al., 2013a, b; COUTINHO et al., 2013; FARIAS et al., 2013a, b; MARIONI et al., 2013). Entretanto, *C. latirostris* e *M. niger* estão listadas no Apêndice I da CITES, enquanto *C. crocodilus*, *C. yacare* e as duas espécies de *Paleosuchus* estão listadas no Apêndice II dessa convenção (CITES, 2017).

## Iniciativas para a conservação de crocodilianos na Região Centro-Oeste

A EMBRAPA-Pantanal realiza pesquisas sobre a biologia e ecologia das populações de *C. yacare* no Pantanal e em seu entorno, desde 1987, desenvolvendo o conhecimento necessário para aproveitamento sustentável da espécie e, também, auxiliando em políticas e estratégias para sua conservação e manejo (COUTINHO e CAMPOS, 2006). Além disso, desde a década de 90 a EMBRAPA-Pantanal vem executando atividades do projeto “Monitoramento da área de ocorrência, estado de conservação e ecologia do jacaré-paguá no entorno do Pantanal”, abrangendo áreas dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com o objetivo de avaliar o *status* populacional e habitats de ocorrência de *P. palpebrosus* (CAMPOS e MOURÃO, 2006).

O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN-ICMBio), desde 2003, desenvolve projetos em parceria com instituições de pesquisa e organizações não governamentais, visando o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias de manejo e

conservação das espécies de crocodilianos do Brasil. Atualmente, dois projetos vêm sendo executados no Centro-Oeste brasileiro: “Biologia da conservação e manejo de crocodilianos brasileiros”, que tem por objetivo realizar a caracterização do estado de conservação das populações naturais das espécies que ocorrem no Brasil; e o “Projeto jacaré-do-Pantanal”, que tem como principal objetivo, monitorar as populações naturais de *C. yacare*, implementando práticas de manejos sustentáveis nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (MMA, 2019).

Em Cuiabá, *P. palpebrosus* (Figura 8) virou “espécie bandeira” – espécie escolhida para representar uma causa ambiental – para preservação de nascentes urbanas, por meio do “Projeto Água para o Futuro” (Figura 9).



Figura 8: *Paleosuchus palpebrosus* (jacaré-paguá). Espécie de crocodiliano do Centro-Oeste brasileiro utilizado como espécie bandeira em projeto de conservação. Indivíduo capturado no Rio Paraguai, Estação Ecológica de Taiamã (ESEC - Taiamã), Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Foto: D. Kantek (2017).

O projeto vem sendo desenvolvido, desde 2015, em parceria entre o Ministério Público Estadual, Instituto Ação Verde e Universidade Federal de Mato Grosso, com o objetivo de conservação das nascentes urbanas (PROJETO ÁGUA PARA O FUTURO, 2019). Vale ressaltar que uma dissertação de mestrado sobre a ecologia de *P. palpebrosus* em ambiente urbano (ver MUDREK, 2016), desenvolvida na fase inicial do projeto, influenciou na escolha dessa espécie como um representante legítimo da fauna de nascentes em Cuiabá. Indivíduos de *P. palpebrosus* já foram registrados em várias nascentes da área urbana ou nas proximidades das mesmas, bem como seus ninhos e ninhadas. Assim, a conservação das populações de *P. palpebrosus*, ainda existentes no município de Cuiabá, está atrelada à preservação das nascentes e da mata ciliar presente nos córregos.



Figura 9: Jacaré-paguá como espécie-bandeira em alguns encartes de divulgação do Projeto Água para o Futuro. Fonte: Projeto Água para o Futuro (2017-2018).

## Considerações Finais

Como exposto, poucos projetos de conservação de crocodilianos foram ou vem sendo desenvolvidos na Região Centro-Oeste do Brasil. Paralelamente, há o desconhecimento sobre o *status* populacional e da real distribuição da maior parte das espécies que ocorrem na região.

Ainda, alguns estudos desenvolvidos no Centro-Oeste brasileiro não especificam as coordenadas geográficas ou não compreendem extensas áreas de amostragens, gerando verdadeiras lacunas de conhecimento sobre a ocorrência de crocodilianos da região, necessitando, assim, de maiores investigações sobre a distribuição geográfica das espécies.

Portanto, fica evidente a urgência de serem realizados mais estudos populacionais sobre os crocodilianos na Região Centro-Oeste, sendo tais estudos imprescindíveis para o conhecimento e o monitoramento do *status* das populações, bem como para o desenvolvimento de estratégias de conservação que atendam as espécies.

## Agradecimentos

Jessica R. Mudrek agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa, projeto “Erosão da biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: impactos do uso da terra na estrutura da vegetação e comunidade de vertebrados terrestres e aquáticos” (nº 037/2016 - termo de concessão sob nº. 0589188/2016) e ao Projeto “Água Para o Futuro”. Finalmente, todos os autores agradecem aos organizadores do livro Tratado de Crocodilianos do Brasil pelo convite e pelas revisões que nos auxiliaram para melhorias deste capítulo.

## Referências

- ALMEIDA, K. F. F.; PRADO, B. F.; VALÉRIO-BRUM, L. M.; CHEUNG, K. C. Análise de uma população de *Caiman latirostris* em um fragmento de Cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. In: **Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UCDB, III**. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2016.
- BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Org.). **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. Ed. Nova York: Nova Science Publishers, v. 1, 2019. p. 67-110.
- BASTOS, L. F.; LUZ, V. L. F., REIS, I. J.; SOUZA, V. L. Apreensão de espécimes da fauna silvestre em Goiás - situação e destinação. *Revista de Biologia Neotropical*, v. 5, n. 2, p. 51-63, 2008.
- BATISTA, V.B. G. V. Uso de habitat, ecologia e conservação do *Caiman crocodilus* (Alligatoridae: Crocodylia) no Lago Paranoá, Brasília - DF. (Dissertação). Brasília: Universidade Federal de Brasília, 63 p., 2009.
- BRANDÃO, R. A.; ARAÚJO, A. F. B. A Herpetofauna associada às Matas de Galerias no Distrito Federa. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 869 p.
- BRAZAITIS, P.; REBÊLO, G. H.; YAMASHITA, C. The status of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* populations in the Amazonian regions of Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 17, p. 377-385, 1996.
- BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBÊLO, G. H. The distribution of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman yacare* populations in Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, n. 2, p. 193-201, 1998.
- CAMARGO, L. (Org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96 p.
- CAMPOS, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman*

*crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. Journal of Herpetology, v. 27, n. 2, p. 127-132, 1993.

CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. Size structure and sex ratio of Dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal Brazil. Herpetological Journal, v. 5, p. 321-322, 1995a.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MARQUES, V. Growth rates of *Paleosuchus palpebrosus* at the Southern limit of its range. Herpetologica, v. 69, n. 4, p. 405-410, 2013c.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos, v. 3, n. 1, p. 48-53, 2013a.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) no Brasil. Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2013b.

CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. M. Estado de conservação dos habitats do jacaré-paguá no entorno do Pantanal. Comunicado Técnico, 55. EMBRAPA-Pantanal, 2006.

CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.M.; COUTINHO, M. Avaliação de três modelos de manejo para o jacaré-do-Pantanal. Comunicado Técnico, 46. EMBRAPA-Pantanal, 2005.

CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. L. Night-light counts, size structures, and sex ratios in wild populations of Yacare caiman (*Caiman crocodilus yacare*) in Brazilian Pantanal. Vida Silvestre Neotropical, v. 3, n. 2, p. 46-51, 1995b.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Extension of the geographical distribution of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Crocodylia: Alligatoridae), in the Amazon - Cerrado transition, Brazil. Check List, v. 13, n. 4, p. 91-94, 2016.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Where are the Black caimans, *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae), in the Xingu River basin, Brazil? Herpetology Note, v. 11, p. 1021-1024, 2018.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. E. Maximum size of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the Amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. Amphibia-Reptilia, v. 31, n. 3, p. 439-442, 1 jul. 2010.

CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MARQUES, V.; MAGNUSSON, W. E. Geographic Variation in clutch size and reproductive season of the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. Journal of Herpetology, v. 49, n. 1, p. 95-98, 2015.

CAMPOS, Z.; ZUCCO, C. A.; BATISTA, G. Registro de Ocorrência de Jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*), na RPPN Engenheiro Eliezer Batista, Pantanal, Brasil. Embrapa



Pantanal, v. 60, p. 2-5, 2007.

CITES - CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. CoP14 Prop. 13. Considerations of Proposal for Amendment of Appendices I and II. In: **Fourteenth meeting of the Conference of the Parties**. Netherlands. 2007. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/cop/14/prop/E14-P13.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2018.

CITES - CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES. Apéndices I, II y III. 2017. Acesso em: 28 de março de 2019. Disponível em: <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2017/S-Appendices-2017-10-04.pdf>

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*. v. 7, p. 11-57, 2018.

COUTINHO, M. E. Population ecology and the conservation and management of *Caiman yacare* in the Pantanal, Brazil. 2000. (Tese). Austrália: University of Queensland, 272 p., 2000.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z. Sistema de criação e recria de jacaré, *Caiman crocodilus yacare*, no Pantanal. EMBRAPA-Pantanal, Comunicado Técnico 53, p. 1-4, 2006.

COUTINHO, M. E.; CAMPOS, Z.; CARDOSO, F.; MARTINELLI, P.; CASTRO, A. Ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de jacaré-do-Pantanal, *Caiman crocodilus yacare*. EMBRAPA-Pantanal, Comunicado Técnico 51, p. 1-5, 2005.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z. História de vida do jacaré (*Caiman yacare*) no Pantanal. In: ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. (Eds.). **Herpetologia no Brasil**, v. 2, 2007, p. 200-217.

COUTINHO, M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos*, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.

EPE/THERMAG. EIA - Estudo de Impacto Ambiental da UHE-SINOP. EPE - Empresa de Pesquisa Energética; Thermag Engenharia, 2010.

ENGEMAB. EIA - Estudo de Impacto Ambiental da Linha de Transmissão de Energia Elétrica de 500kv UHE Colíder - SE Cláudia, MT. ENGEMAB - Engenharia e Meio Ambiente, 2013.

FARIAS, I.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos*, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2013a.

FARIAS, I.; MARIONI, B.; VERDADE, L.M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M.E.;

- MENDONÇA, S.H.S.T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W.E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos, v. 3, n. 1, p. 4-12, 2013b.
- GENNARO, P.; PIAZZI, L. Synergism between two anthropic impacts: *Caulerpa racemosa* var. *Cylindracea* invasion and seawater nutrient enrichment. Marine Ecology Progress Series, v. 427, p. 59-70, 2011.
- GREEN, A. J. Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? Ecology, v. 82, n. 5, p. 1473-1483, 2001.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria nº 126, de 13 de Fevereiro de 1990.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, v. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 268 p.
- IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. 2019. Acesso em 30 de março de 2019.
- JUNK, W. J.; NUNES-DA-CUNHA, C.; SILVA, C. J.; WANTZEN, K. M. The Pantanal: a large South American wetland and its position in limnological theory. In: NUNES-DA-CUNHA, C.; SILVA, C. J.; WANTZEN, K. M. (Eds.). **The Pantanal: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**. Bulgária: Pensoft Publishers, 2011. p. 23-44.
- MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. Biodiversidade Brasileira: Avaliação do Estado de Conservação dos Crocodilianos, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013.
- MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biological Conservation, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.
- MELO-NETO, J. E.; IGNACIO, A. R. A. População de *Caiman crocodilus yacare* no sudeste de Mato Grosso. In: **2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 1992, São Paulo. São Paulo: Instituto Florestal, p. 1225-1226, 1992.
- MENDONÇA, S. H. S. T.; CÂNDIDO, L. T. S.; BORGES, K. A. A. Estudos sobre as populações naturais de crocodilianos na Reserva Extrativista Lago do Cedro, Rio Araguaia, Goiás. In: **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios/RAN/ICMBio**. Relatório Técnico, 2010. 2 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**.

- Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos - Brasília: MMA, 2006a. 124 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos - Brasília: MMA, 2006b. 132 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraguai**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos - Brasília: MMA, 2006c. 140 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos - Brasília: MMA, 2006d, 240 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos - Brasília: MMA, 2006e. 148 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pesquisas e Monitoramento**. Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN) - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) - MMA. 2019. Disponível em: [www.icmbio.gov.br/ran/o-que-fazemos/pesquisa-e-monitoramento.html](http://www.icmbio.gov.br/ran/o-que-fazemos/pesquisa-e-monitoramento.html). Acesso em: 06 de maio de 2019.
- MOURÃO, G.; CAMPOS, Z. Survey of Broad-snouted caiman *Caiman latirostris* Marsh Derr *Blastoceus dichotomus* and *Capybara Hydrochaeris hydrochaeris* in the area to be inundated by Porto Primavera Dam, Brazil. *Biological Conservation*, v. 73, p. 27-31, 1995.
- MOURÃO, G. M.; CAMPOS, Z. Estrutura de tamanho e razão sexual das populações de jacarés da RPPN-SESC Pantanal e adjacências. *Comunicado Técnico*, 40, EMBRAPA-Pantanal, 2004.
- MUDREK, J. R. Ecologia populacional e alimentar do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae) em córregos urbanos. (Dissertação). Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 70 p., 2016.
- MUNIZ, F. L. Filogeografia e genética de populações de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) ao longo do Rio Madeira e bacia do Rio Paraguai (Pantanal). (Dissertação) Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 30 p., 2012.
- MUNIZ, F. L.; CAMPOS, Z.; HERNÁNDEZ RANGEL, S. M.; MARTÍNEZ, J. G.; SOUZA, B. C.; THOISY, B. DE; BOTERO-ARIAS, R.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Delimitation of evolutionary units in Cuvier's dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807): insights from conservation of a broadly distributed species. *Conservation Genetics*, v. 19, n. 3, p. 599-610, 2017.
- NUNES, R. V.; DÁTILLO, W.; CARVALHO, M. S. G.; CHAGAS, P. B. C.; LOUZADA-SILVA, D. Primeiro registro de ninho de jacaré com bivaque de formiga de correição no Cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 13, n. 1, 2, 3, p. 213-219, 2011.

- OLIVEIRA, S. R. P. Detecção de anticorpos contra *Leptospira* spp. em jacarés-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) de vida livre da região do médio Rio Araguaia. (Dissertação). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 52 p., 2014.
- PACHECO, L. F. Wariness of caiman populations and its effect on abundance estimates. *Journal of Herpetology*, v. 30, n. 1, p. 123-126, 1996.
- PLOTKIN, M. J.; MEDEM, F.; MITTERMEIER, R. A.; CONSTABLE, I. D. Distribution and conservation of the Black caiman (*Melanosuchus niger*). *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology*, p. 695-705, 1983.
- PROJETO MAPBIOMAS - Coleção 3.0 da Série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. 2019. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 03 de maio de 2019.
- PROJETO ÁGUA PARA O FUTURO. 2019. Disponível em: <http://aguaparaofuturo.mpmt.mp.br>. Acesso em 28 de março de 2019.
- RABELO, A. S.; COSTA, R. A. DA; FARIA, G. H. DE. Observações morfológicas e histoquímicas sobre as glândulas salivares do jacaré *Caiman latirostris* (Crocodylia, Reptilia). *Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária*, v. 21/22, n. 1, p. 27-33, 1991.
- RAMALHO, W. P.; BATISTA, V. G.; LOZI, L. R. P. Anfíbios e répteis do médio Rio Aporé, estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 9, n. 3, p. 147-160, 2014.
- REBÊLO, G. H.; MAGNUSSON, W. E. An analysis of the effect of hunting on *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* based on the sizes of confiscated skins. *Biological Conservation*, v. 26, n. 2, p. 95-104, 1983.
- REBÊLO, G. H.; BORGES, G. A. N.; YAMASHITA, C.; FILHO, A. G. Growth, sex ratio, population structure, and hunting mortality of *Caiman* yacare in the Pantanal, Brazil. *Vida Silvestre Neotropical*, v. 6, n. 1-2, p. 29-36, 1997.
- RODRIGUES, M. T. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 87-94, 2005.
- RON, S. R.; VALLEJO, A.; ASANZA, E. Human Influence on the wariness of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Cuyabeno, Ecuador. *Journal of Herpetology*, v. 32, n. 3, p. 320-324, 1998.
- ROSS, J. P. **Crocodiles: status survey and conservation action plan**. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. 2a. ed., Gland, Switzerland and Cambridge, 1998. 102 p.
- RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L.; MITTERMEIER, R. A.; RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V.; MAST, R. B.; VOGT, R. C.; RHODIN, A. G. J.; OSSA-VELÁQUEZ, J.; RUEDA, J. N.; MITTERMEIER, C. G. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del Trópico**. Panamericana, Formas e Impresos, 2007. Bogotá. 538 p.

SÃO-PEDRO, V. A.; COSTA, H. C.; FEIO, R. N. **A Herpetofauna do AHE Dardanelos, Aripuanã, Mato Grosso**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Museu de Zoologia João Moojen, 2009. 42 p.

SAVANA. EIA - Estudo de Impacto Ambiental da Fazenda Mafra. Assessoria e Projetos Florestais. Nova Mutum, MT, 2014.

SIGNOR, C. A.; FERNANDES, I. M.; PENHA, J. M. F. O Pantanal e o Sistema de Pesquisa. In: FERNANDES, I.; SIGNOR, C.; PENHA, J. M. F. (Org.). **Biodiversidade no Pantanal de Poconé**. Manaus: Áttema, 2010. p. 13-24.

SILVA JR., N. J.; CINTRA, C. E. D.; SILVA, H. L. R.; COSTA, M. C.; SOUZA, C. A.; PACHÊCO JR., A. A.; GONÇALVES, F. A. Herpetofauna, Ponte de Pedra Hydroelectric Power Plant, states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil. Check List, v. 5, n. 3, p. 518-525, 2009.

STRÜSSMANN, C. Herpetofauna. In: ALHO, C. J. R. (Org.). **Conservação da Bacia do Alto Paraguai. Monitoramento da fauna sob impacto ambiental**. 1 ed. Campo Grande: UNIDERP, 2003. p. 119-173.

UETANABARO, M.; SOUZA, F. L.; FILHO, P. L.; BEDA, A. F.; BRANDÃO, R. A. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil Introdução. Biota Colombiana, v. 7, n. 3, p. 279-289, 2007.

VAZ-SILVA, W.; GUEDES, A. G.; AZEVEDO-SILVA, P. L.; GONTIJO, F. F.; BARBOSA, R. S.; ALOÍSIO, G. R.; OLIVEIRA, F. C. G. Herpetofauna, Espora Hydroelectric Power Plant, state of Goiás, Brazil. Check List, v. 3, n. 4, p. 338-345, 2007.

VERDADE, L. M.; PIÑA, C. I. *Caiman latirostris* (Daudin) Broad-snouted Caiman. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, p. 833.1, 2006.

VERDADE, L. M.; PIÑA, C. I. O jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris* Daudin, 1802). In: **Herpetologia no Brasil II**, 2007. p. 295-308.

VIANA, L. A.; PAIVA, F.; COUTINHO, M. E.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *Hepatozoon caimani* (Apicomplexa: Hepatozoidae) in wild caiman, *Caiman yacare*, from the Pantanal region, Brazil. Journal of Parasitology, v. 96, n. 1, p. 83-88, 2010.

VILLAÇA, A. M. Uso de habitat por *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus palpebrosus* no reservatório da UHE de Lajeado, Tocantins. (Dissertação). São Paulo: Universidade de São Paulo, 75 p., 2004.

VILLELA, P. M. S.; COUTINHO, L. L.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Macrogeographic genetic variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Journal of Experimental Zoology, v. 309, p. 628-636, 2008.

YVES, A.; LIMA, L. M. C.; BASSETTI, L. A. B.; MARQUES, T. S.; SOUSA, B. M. Illegal hunting in a protect area: impacts on the Broad-snouted caiman *Caiman latirostris* in the Rio Doce State Park, southeast Brazil. Herpetology Notes, v. 11, p. 765-768, 2018.



Foto: Leonardo Merçon

# 21

## OS CROCODILIANOS DO SUDESTE BRASILEIRO: *STATUS* DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO

Iago Silva Ornellas, Ricardo Francisco Freitas-Filho, André Felipe Barreto-Lima

## Introdução

Apesar da Região Sudeste ser a segunda menor em dimensão territorial (924.511 km<sup>2</sup>), esta possui a maior densidade populacional do Brasil, com seus 87 milhões de habitantes, cerca de 94 hab/km<sup>2</sup> (IBGE; <https://www.ibge.gov.br>). Composta pelos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e de São Paulo, a Região Sudeste possui duas grandes metrópoles (São Paulo e Rio de Janeiro) e o maior nível de urbanização do Brasil (IBGE, <https://www.ibge.gov.br>) e ainda possui 6.476.760 ha (14%) de áreas remanescentes florestais de Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019).

As atividades antrópicas como a agropecuária e a contínua ampliação desordenada das cidades, afetam negativamente a Mata Atlântica. Outro bioma importante presente em parte do Sudeste brasileiro é o Cerrado, que cobria originalmente 333.710 km<sup>2</sup> em MG e 81.137 km<sup>2</sup> em SP (MMA, 2011). De modo similar, o Cerrado vem sofrendo fortes pressões de diversas atividades antrópicas, como desflorestamento e perda de hábitat, agricultura intensiva, incêndios, criação de pastagens para gado e construção de barragens (BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019). Os domínios da Mata Atlântica e do Cerrado são duas das ecorregiões mais ricas e ameaçadas do planeta, com forte influência antrópica e suas áreas são prioritárias para o desenvolvimento de políticas de conservação da biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2004).

Das seis espécies de crocodilianos que ocorrem no Brasil, *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758), *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), *Caiman yacare* (Daudin, 1802), *Melanosuchus niger* (Spix, 1825), *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) e *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (BÉRNILS e COSTA, 2018), três ocorrem no sudeste brasileiro; *C. latirostris* (jacaré-de-papo-amarelo), *C. yacare* (jacaré-do-Pantanal) e *P. palpebrosus* (jacaré-paguá), que serão tratadas como foco principal neste capítulo. *Caiman latirostris* está presente em todos estados do Sudeste (BÉRNILS e COSTA, 2018), sendo mais associada às áreas da Mata Atlântica (COUTINHO et al., 2013; MASCARENHAS-JUNIOR et al., 2020); *P. palpebrosus*, encontrada no centro-oeste de MG (e.g., Triângulo Mineiro; NEVES et al., 2019) e no extremo oeste de SP (BÉRNILS e COSTA, 2018), mais associada ao Cerrado (CAMPOS et al., 2012), embora ocorra também em áreas de transição com a Mata Atlântica (NEVES et al., 2019); e *C. yacare*, limitadamente no noroeste de SP (CSG-IUCN, 1996; ver também BÉRNILS e COSTA, 2018) (Figura 1a, b, c).

Na América do Sul, *C. latirostris* ocorre na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai (VERDADE e PIÑA, 2006). No Brasil, distribui-se pela região costeira do Rio Grande do Norte e Pernambuco, nas bacias dos rios São Francisco e Paraná/Paraguai, até o Rio Grande do Sul, presente na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas, podendo ocorrer em áreas costeiras nos estados de SP e Paraná (MORATO, 1991; VERDADE e PIÑA, 2006; COUTINHO et al., 2013). A espécie habita ambientes de águas lânticas (FILOGONIO et al., 2010) e algumas populações são adaptadas a ambientes urbanos (VERDADE e LAVORENTI, 1990).

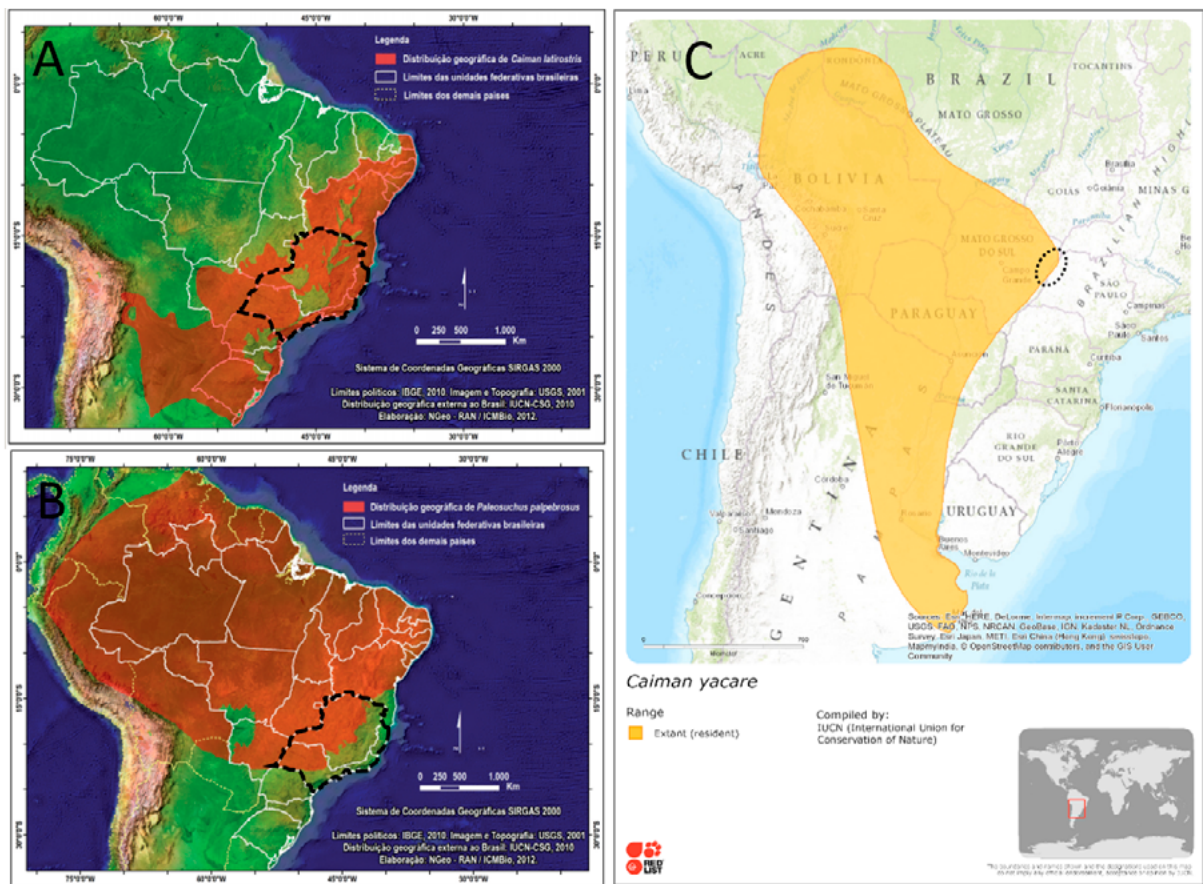


Figura 1: Áreas de distribuição de crocodilianos na Região Sudeste (linhas tracejadas em preto): *Caiman latirostris* (a), *Paleosuchus palpebrosus* (b) e *Caiman yacare* (c). Fontes: Mapas adaptados de Coutinho et al. (2013), Campos et al. (2012) e CSG-IUCN (1996), respectivamente.

*Paleosuchus palpebrosus*, ocorre em 10 países da América do Sul com a maior parte de sua distribuição no Brasil (CAMPOS et al., 2012), presente na Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado e no entorno do Pantanal (MAGNUSSON, 1992; NEVES et al., 2019). O jacaré-paguá habita ambientes de água limpa, fria e com corredeiras (MEDEM, 1981) e a maioria dos estudos populacionais é de nível local, devido a dificuldade em acessar os seus habitats e pelo seu comportamento críptico (CAMPOS et al., 2012).

*Caiman yacare* é encontrada nas regiões alagadas do nordeste e leste da Bolívia, nas drenagens dos rios Guaporé-Mamoré-Madeira, na Amazônia brasileira, nos sistemas do Rio Paraná, no Paraguai, no nordeste da Argentina e, tipicamente, em diferentes habitats do Pantanal, no Centro-Oeste do Brasil, nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (CSG-IUCN, 1996; FARIAS et al., 2013). A extensão de ocorrência no Brasil é 195.160,3 km<sup>2</sup> e pode ser maior se estudos taxonômicos da espécie confirmarem a sua distribuição (FARIAS et al., 2013).

Os crocodilianos exploram os ambientes aquáticos e terrestres, e diferente de muitos animais estritamente terrestres, não possuem sua distribuição e ecologia exclusivamente dependentes de único bioma ou fitofisionomia, visto que algumas espécies de jacarés podem,



inclusive, viver em áreas antropizadas, rurais ou urbanas, como visto para *C. latirostris* em cidades brasileiras (e.g., FREITAS-FILHO, 2013; NEVES, 2019). Ademais, diferentemente dos animais estritamente aquáticos, os crocodilianos não estão limitados à vida na água ou à dispersão apenas por corpos d'água. A vida aquática do clado, associada à sua capacidade de mobilidade terrestre, torna o estudo, em termos ecológico e comportamental, numa tarefa interessante e desafiadora. Portanto, a necessidade de compreender os ambientes em que os crocodilianos habitam, transpassa os limites de biomas, zonas urbanas e regiões hidrográficas.

Todavia as regiões hidrográficas devem ser consideradas como as mais importantes, por serem eficientes para explicar os padrões de distribuição, as barreiras geográficas e diferenciações entre populações de jacarés (GODSHALK, 2006; RANGEL, 2015; BORGES et al., 2018).

## Regiões Hidrográficas

A Região Sudeste está inserida em quatro das 12 regiões hidrográficas (RH) brasileiras, a saber: a Atlântico Sudeste, Atlântico Leste, Paraná e São Francisco (MMA-CNRH, 2003), sendo a RH Atlântico Sudeste quase toda inserida no Sudeste do Brasil (Figura 2).

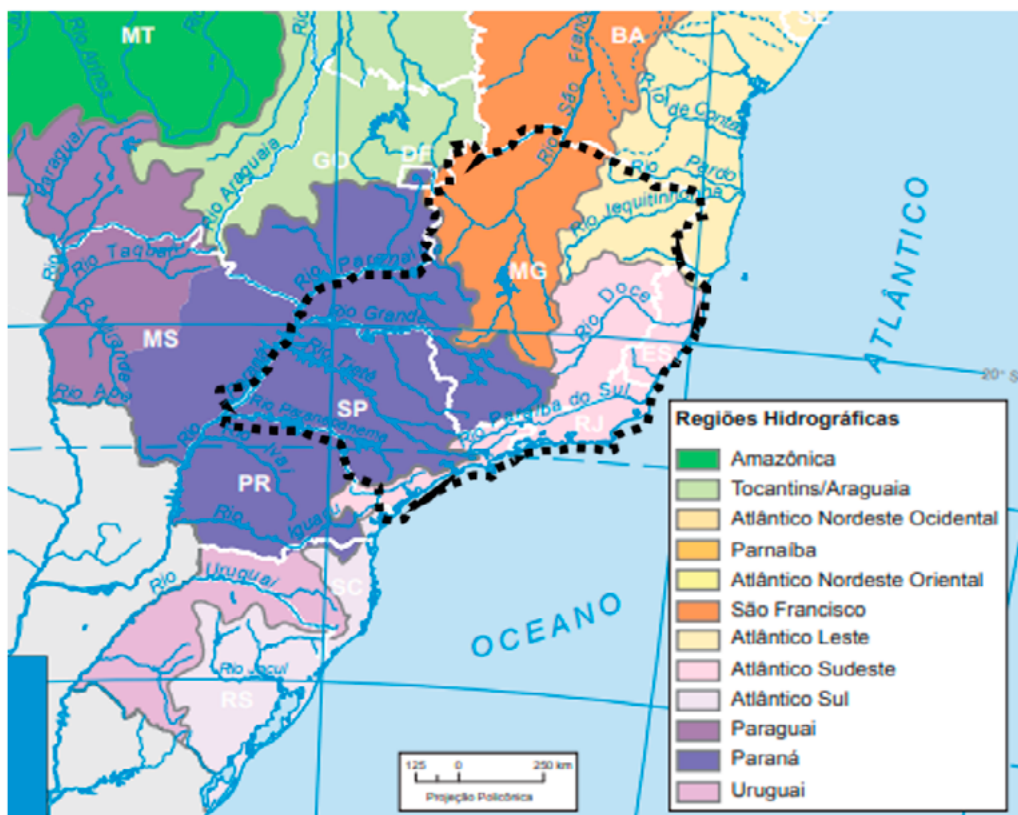


Figura 2: Regiões Hidrográficas da Região Sudeste (dentro da área tracejada). Fonte: Ministério do Meio Ambiente - MMA/CNRH (2003), Resolução n.º 32, Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 15 de outubro de 2003 (adaptado).

- *Atlântico Leste*

No Sudeste brasileiro, a RH do Atlântico Leste localiza-se ao norte da RH do Atlântico Sudeste, abrangendo mais o nordeste de MG e inexpressivamente o extremo norte do ES. Uma das principais bacias dessa RH é a do Rio Jequitinhonha, que apesar de desaguar no Estado da Bahia, apresenta a maior parte de sua extensão em MG, contudo, outros rios ocupam a região mais ao sul (MMA, 2006a). Na RH do Atlântico Leste, na Região Sudeste, encontramos os tipos de clima: Subúmido, Semiárido e Seco (NIMER, 1989).

- *Paraná*

A RH da bacia do Paraná possui 42,1% de sua distribuição na Região Sudeste, sendo 24,1% em SP e 18% em MG (MMA, 2006b), apresentando tributários representativos como as bacias dos rios Grande, Tietê e Paranapanema, cujos cortam o Estado de SP pelo lado oeste. Assim, grande parte de sua extensão territorial está concentrada na Região Sudeste, sendo que a bacia do Rio Paraná, na porção Alto Paraná, é caracterizada pelos climas: Úmido e Subúmido (MMA, 2006b).

- *São Francisco*

A oeste da RH do Atlântico Leste e a noroeste da RH do Atlântico Sudeste, a RH da bacia do São Francisco possui 36,9% da sua distribuição localizada no centro-norte de MG (MMA, 2006c) (Figura 4). A sua principal bacia, que dá nome a RH, é a do Rio São Francisco, que nasce em MG e deságua entre os estados de Alagoas e Sergipe, no Nordeste brasileiro. Os tipos climáticos nessa RH, no Sudeste, são: Tropical Úmido e Temperado de Altitude, mais ao centro de MG, e Tropical Semiárido e Subúmido Seco, mais ao norte de MG (NIMER, 1989). Outra característica da RH do São Francisco, na Região Sudeste, é a predominância de vegetação típica de Cerrado (MMA, 2006c).

- *Atlântico Sudeste*

A RH do Atlântico Sudeste possui grandes variações topográficas em termos qualitativos e quantitativos, e.g., a Serra da Mantiqueira (entre RJ, MG e SP), apresentando também vasta ocupação territorial e elevações até 1200 m acima do nível do mar, ainda que a Serra do Capará, um soerguimento da Serra da Mantiqueira no ES (i.e., o Pico da Bandeira), alcance 2890 m (MMA, 2006d). As serras do Mar e do Espinhaço estão no território dessa RH, condicionando fatores importantes como a temperatura, pluviosidade e umidade (MMA, 2006d). Nesta RH, no Sudeste, destacam-se as bacias dos rios Doce e Paraíba do Sul, sendo reconhecidos os tipos climáticos: Quente, Subquente, Mesotérmico Brando e Mesotérmico Médio (NIMER, 1989).

## Pesquisa e Conservação no Sudeste

Neste tópico principal, nós sintetizamos as principais atividades de pesquisas e projetos de conservação bem sucedidos, realizados por instituições públicas ou privadas, laboratórios e grupos de estudos representativos, de acordo com os estados, e que são reconhecidos como referências por abordarem especial atenção às espécies de crocodilianos na Região Sudeste brasileiro. *A priori*, enfatizamos que a escassez de dados sobre as populações naturais gera limitações para o desenvolvimento de planos de conservação e manejo dos jacarés, além de comprometer a tomada de decisões sobre as espécies (LARRIERA e IMHOF, 2006). De fato, sabe-se que os estudos populacionais podem embasar e orientar o desenvolvimento de programas de conservação e uso sustentável, bem como estabelecer áreas prioritárias à conservação das espécies (VERDADE et al., 2010).

- *Espírito Santo*

No ES, a urbanização, perda de hábitat, poluição e a caça são ameaças à conservação da única espécie de crocodiliano no estado, *C. latirostris*, o jacaré-do-papo-amarelo (MERÇON et al., 2019). Até início de 2019, a espécie era considerada como “Deficiente de Dados” (DD) na lista estadual de espécies ameaçadas de extinção, pois pouco se sabia sobre o seu *status* de conservação e a saúde das populações no ES. Porém, em maio de 2019, em reunião com especialistas sobre a lista de espécies ameaçadas, *C. latirostris* foi reclassificada como “Em Perigo (EN)” no ES (BÉRNILS et al., 2019), a partir de um estudo pioneiro com modelagem de distribuição potencial da espécie, no estado (NEVES, 2019).

Diante dessa realidade, o Instituto Marcos Daniel (IMD), através do Projeto Caiman, realiza estudos e esforços contínuos para o preenchimento de lacunas de distribuição e conhecimento sobre as populações de *C. latirostris* no ES, visando sua conservação. Para isso, o IMD apresenta parcerias importantes em suas atividades e pesquisas, como a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade de Vila Velha (UVV), o Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Répteis e Anfíbios - RAN/ICMBio, *Crocodile Specialist Group* - CSG/IUCN e a empresa Arcelor Mittal Tubarão. Ainda, realiza cooperações educativas e de divulgação científica com a ONG Últimos Refúgios, a Prefeitura Municipal de Vitória e de Serra.

Ressaltamos também, a importância das Unidades de Conservação (UC) e a aplicação das leis ambientais como estratégias para conservação das populações de jacarés-de-papo-amarelo (COUTINHO et al., 2013). Porém, no ES, as UC não contemplam grandes populações de *C. latirostris*. Surpreendentemente, a maior população de jacarés no estado localiza-se em área privada na Empresa ArcelorMittal Tubarão, no Município de Serra. O Projeto Caiman em cinco anos de atuação, já contabilizou mais de 500 animais em sete lagoas locais (Figura 3).

O Projeto Caiman baseia-se nos seguintes pilares: 1) comunicação social; 2) resgate, reabilitação e devolução dos jacarés ao ambiente; 3) monitoramento populacional dos jacarés;

4) capacitação e treinamento de pesquisadores; 5) pesquisa e difusão científica; 6) Educação Ambiental e políticas públicas voltadas para a conservação. Em suma, o projeto apresenta resultados significativos, atingindo até o momento cerca de 25 mil estudantes e mais de 300 jacarés resgatados na Grande Vitória (Figuras 4, 5 e 6).

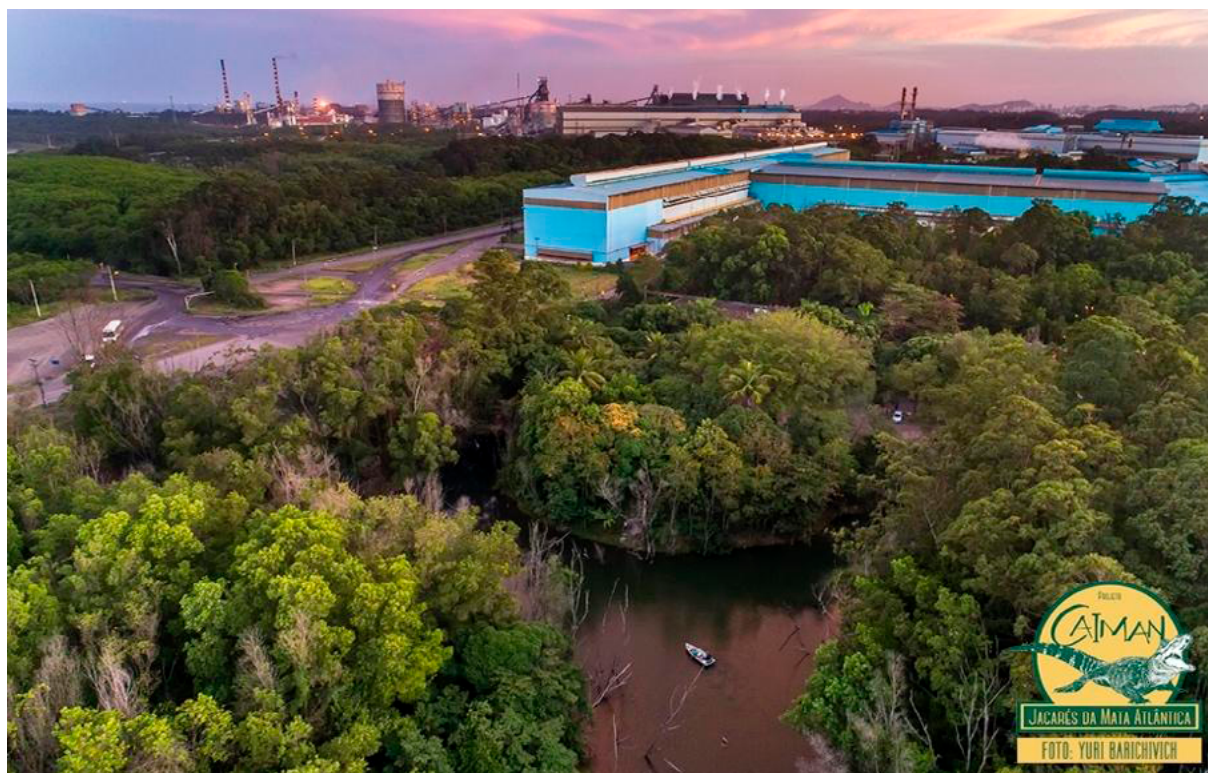


Figura 3: Empresa ArcelorMittal Tubarão, Grande Vitória, onde se estuda a maior população de *Caiman latirostris* no Espírito Santo. Foto: Yuri Barichivich.

Além disso, enfatizamos a participação de outros grupos de estudos de crocodilianos relevantes no estado, que são os colaboradores dos laboratórios de Mastozoologia e Biogeografia e o de Genética e Evolução Molecular da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, os quais desenvolvem projetos de pesquisas sobre genética de população e de conservação e estudos de diversidade e estrutura genética de *C. latirostris*.

Adicionalmente, destacamos o Departamento de Biologia da UFES, no Município de Alegre, que desenvolve estudos anatômico-osteológicos com *C. latirostris*, além de pesquisas sobre paleontologia e sistemática com registros fósseis de Crocodylomorpha, em diversas bacias fossilíferas no Brasil (Figura 7) e no exterior.



Figura 4: Resgate de *Caiman latirostris* pela equipe do Projeto Caiman. O animal preso no esgoto, em “armadilha de engasgo”, Grande Vitória, Espírito Santo. Foto: Leonardo Merçon.



Figura 5: Palestras de Educação Ambiental do Projeto Caiman aos estudantes da rede pública de ensino, Município de Serra, ES. Foto: Leonardo Merçon.



Figura 6: Filhotes de *Caiman latirostris* no Parque Botânico da Vale, Vitória, Espírito Santo. Foto: Leonardo Merçon.



Figura 7: Coleta de fósseis na bacia do Araripe, Estado do Ceará. Foto: Rodrigo G. Figueiredo (2011).

Ainda, em projeto de mestrado sobre a distribuição potencial de *C. latirostris* no ES (NEVES, 2019), pelo PPG em Ecologia de Ecossistemas - UVV, em parceria com o Projeto Caiman, foram identificadas áreas de alta adequabilidade ambiental para a espécie ao longo da faixa litorânea, a leste (em verde escuro), e uma menor proporção, estreita faixa (em verde claro), com intermediária adequabilidade ambiental no interior do estado (Figura 8). Embora existam extensas áreas com alta adequabilidade ambiental, as poucas regiões de ocorrências registradas no estado, provavelmente refletem a influência negativa dos efeitos da urbanização sobre a espécie (Figura 8). Por fim, tal estudo de modelagem de distribuição potencial serviu de referência para a reclassificação atual do *status* de conservação da espécie, de “LC” (Menos Preocupante) para “EN” (Em Perigo de Extinção), no livro vermelho das espécies ameaçadas do ES (BÉRNILS et al., 2019).

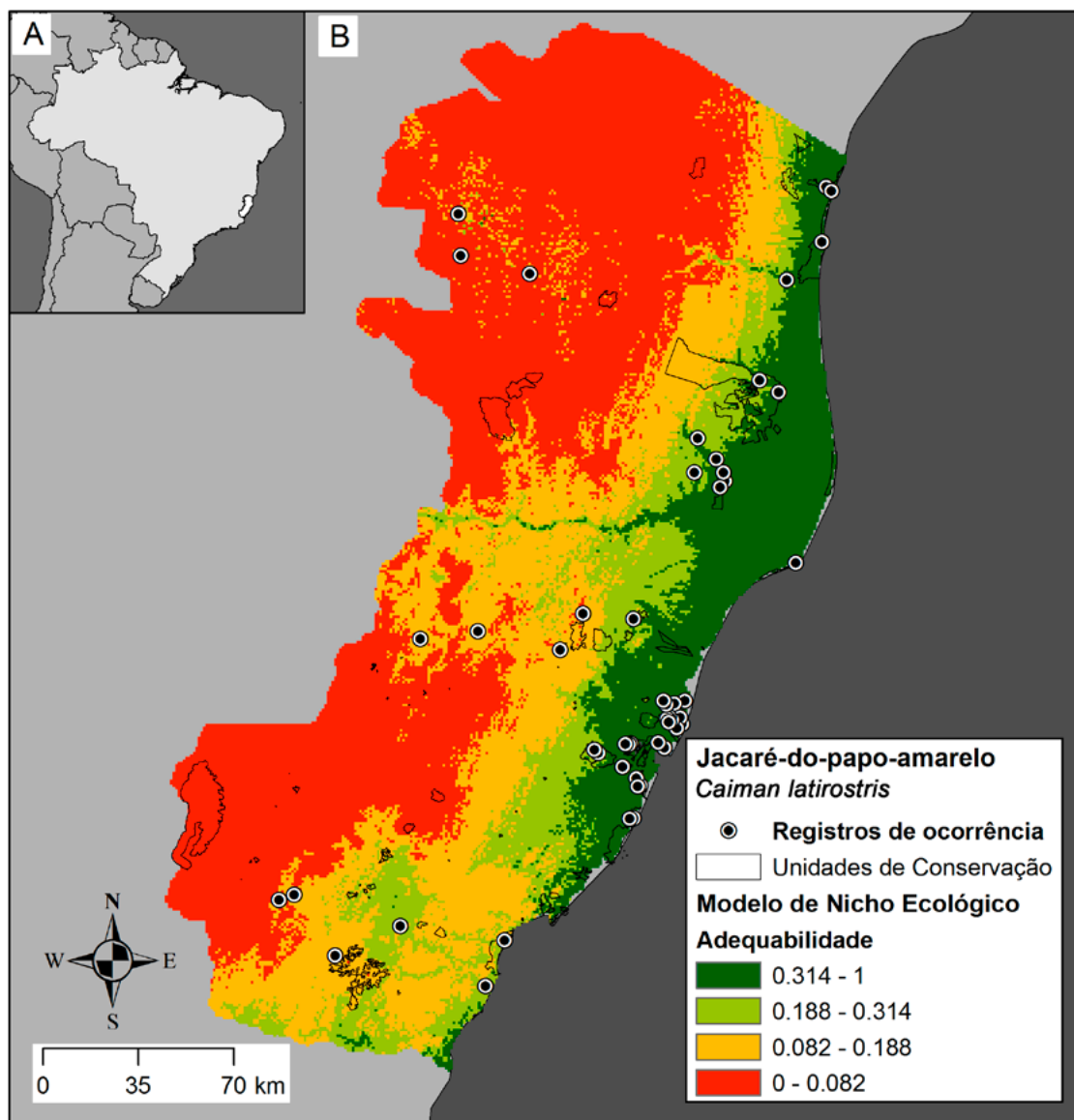


Figura 8: A) América do Sul; Brasil. B) Modelo de adequabilidade ambiental e pontos de ocorrência de *Caiman latirostris* no Estado do Espírito Santo. Fonte: Daniel N. S. Neves (2019).

- *Minas Gerais*

Minas Gerais destaca-se por ser o único estado brasileiro inserido em quatro regiões hidrográficas (CNRH, 2003) e, diferente do ES e RJ, MG apresenta boa parte do território ocupada pelo Cerrado. A abundância hídrica somada à diversidade fitofisionômica no estado, possibilitam a presença de espécies ecologicamente distintas: *C. latirostris* e *P. palpebrosus* (FILOGONIO et al., 2010; CAMPOS et al., 2012; COUTINHO et al., 2013). Mesmo sendo um estado chave para o estudo de crocodilianos, ainda há poucos trabalhos sobre estas espécies (BERTOLUCI et al., 2009; FILOGONIO et al., 2010; ROMÃO et al., 2011; BORGES et al., 2018; MARTINS et al., 2019).

Como reflexo do pouco conhecimento, na lista estadual de espécies ameaçadas, no Relatório Final (BIODIVERSITAS, 2007), *C. latirostris* foi considerada “Menos Preocupante” (LC). Vale mencionar que há uma década o documento oficial derivado deste relatório não é atualizado e nem considera as espécies de crocodilianos (NORMATIVA nº. 147, COPAN, 30 de abril de 2010). Para *P. palpebrosus*, a situação é ainda pior, uma vez que é considerada como “Deficiente em Dados” (DD), justamente por carência de estudos consistentes e por uma base de dados insuficientes sobre a espécie no estado (BIODIVERSITAS, 2007). Porém, MG possui alguns destaques em trabalhos acadêmicos sobre conservação de crocodilianos que devem ser considerados (e.g., FARIAS et al., 2009, 2013; CAMPOS et al., 2012; FRANCO et al., 2012; COUTINHO et al., 2013), que são produtos de pesquisas relevantes dos laboratórios universitários a seguir: 1) Laboratório de Genética da Conservação da Pontifícia Universidade Católica - PUC Minas, de Belo Horizonte, que avaliou, por exemplo, algumas populações de *C. latirostris* em diferentes linhagens evolutivas separadas principalmente pelas bacias hidrográficas (BORGES et al., 2018); 2) Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres - LAPAS, da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, que realiza pesquisas (e.g., VIEIRA et al., 2016), além de atendimento clínico de jacarés e outros animais silvestres; 3) Laboratório de Paleontologia da UFU, com foco de estudos em morfologia, sistemática e paleoecologia de vertebrados, incluindo o grupo dos Crocodilomorfos (e.g., RIFF et al., 2012); 4) Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, que já realizou estudos sobre ecotoxicologia, estrutura populacional e conservação de *C. latirostris* (e.g., YVES et al., 2018; MARTINS et al., 2019), como as pesquisas conduzidas nas lagoas do Parque Estadual do Rio Doce - PERD (Figuras 9 e 10), no Município de Marliéria, MG (Sousa, B.M. e Yves, A., comunicação pessoal).

Atualmente, há um foco emergencial no estudo de crocodilianos no Estado de Minas Gerais, reflexo dos recentes desastres ambientais ocasionados nos últimos cinco anos pelos rompimentos das barragens de rejeitos de minérios de Mariana (bacia do Rio Doce) e Brumadinho (bacia do Rio Paraopeba), e devido ao grande número de barragens semelhantes dentro do estado que ainda podem por em risco às populações locais. Ademais, a fauna e flora ripária das bacias hidrográficas que foram atingidas pelos referidos desastres, sofreram impacto



ambiental imensurável e a ausência de estudos pretéritos para uma comparação e verificação dos danos atuais causados dificulta ainda mais esta avaliação. Esforços de monitoramento de *C. latirostris* vem sendo conduzidos por equipes de especialistas há dois anos, na bacia do Rio Doce (entre MG e ES), com apoios em conjunto: jurídico-regulador (diretrizes e leis ambientais) do Ministério Público, fiscal-orientador (Termo de Referência) do ICMBio/IBAMA e financeiro-executor da Fundação RENOVA e empresas de consultoria ambiental, visando-se avaliar o impacto sobre as populações de jacaré-do-papo-amarelo nas regiões atingidas pela lama de rejeito de minério de ferro (Barreto-Lima, A.F., comunicação pessoal).



Figura 9: *Caiman latirostris* na Lagoa Dom Helvécio, Parque Estadual do Rio Doce, Marliéria, Minas Gerais. Foto: André Yves (2018).

Portanto, estudos aprofundados serão necessários para o entendimento do real *status* das populações de crocodilianos na região, no que toca à saúde animal, abundância, distribuição e às principais ameaças. Isso é evidenciado pela baixa quantidade de estudos no estado e corroborada com as grandes ameaças às populações de jacarés-do-papo-amarelo, como os atuais rompimentos de barragens de rejeitos de minérios, bem como a intensa pressão de caça pelas comunidades ribeirinhas (e.g., YVES et al., 2018); esta última, inclusive, mais notória em alguns trechos importantes da bacia do Rio Doce, e.g., na região de divisa entre MG e ES, como confirmado por comunitários locais entrevistados em pontos monitorados (Barreto-Lima, A.F., observações pessoais).



Figura 10: Estudo populacional de *C. latirostris*, Lagoa Dom Helvécio, Parque Estadual do Rio Doce, Marliéria, Minas Gerais. Foto: André Yves (2018).

De forma geral, como observado para as espécies de crocodilianos no Brasil, outras ameaças podem ser elencadas: constante perda de habitats, aterros, o uso descontrolado da água para irrigação (FRANCO et al., 2012; ANA, 2017; YVES et al., 2018), desflorestamentos de mata ciliares, queimadas, poluição por mineração e esgotos, expansão agropecuária e construção de barragens (BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019 e suas referências), entre outras atividades antrópicas com efeitos potencialmente nocivos a fauna e ao ambiente.

- *Rio de Janeiro*

O jacaré-do-papo-amarelo (*C. latirostris*) é a única espécie nativa de crocodiliano no Estado do RJ (BÉRNILS e COSTA, 2018). Assim como em algumas metrópoles, a espécie vêm sofrendo diversos impactos oriundos do meio urbano e o avanço deste sobre os ambientes naturais, como a perda de habitat e a caça predatória (FREITAS-FILHO, 2008; FREITAS-FILHO et al., 2009). Esta situação antiga tem levado a espécie ser categorizada “Em Perigo de Extinção” (EN) na lista estadual (BERGALLO et al., 2000). Com o avanço das áreas urbanas, ocorre o aterro de áreas de reprodução e o despejo *in natura* de resíduos domésticos, hospitalares e industriais da cidade, devido à falta de saneamento e cuidados para com os ambientes lagunares (FREITAS-FILHO, 2013).

Os jacarés da cidade do RJ vêm sofrendo com a falta de recursos essenciais para sua sobrevivência, causando prejuízos populacionais significativos como: superpopulação

de machos; redução na taxa de natalidade; mutilação de indivíduos causados pelo estresse populacional e a disputa de poucos lugares, onde os moradores locais os alimentam (FREITAS-FILHO, 2013) (Figura 11). Contudo, a espécie vem se adaptando ao ambiente alterado urbano, distribuindo-se com facilidade por diferentes áreas das cidades, desde áreas rurais às grandes metrópoles (FREITAS-FILHO, 2013). Devido a essas características e o seu comportamento generalista, é considerada como uma espécie sinantrópica (FREITAS-FILHO, 2013; NEVES, 2019). Exemplos similares de sinantropismo para *C. latirostris* em ambientes urbanos, também foram registrados em outras cidades-capitais e suas áreas metropolitanas, como na Grande Vitória, ES (NEVES, 2019) e na Grande Recife, Pernambuco (Correia, J.M.S., comunicação pessoal).

Outro problema, é o aumento do comércio ilegal de espécies, realizado inclusive pelas redes sociais, onde pessoas têm adquirido exemplares de crocodilianos e criando ilegalmente em cativeiro, colocando em risco os ambientes naturais e as espécies nativas, caso haja soltura irregular. Na cidade do RJ, por exemplo, indivíduos de jacaré-do-Pantanal (*C. yacare*) foram resgatados pelo Corpo de Bombeiros em comunidades locais e há relatos de crocodilianos “diferentes” criados em cativeiro particular ilegal (Freitas-Filho, R., comunicação pessoal). A introdução de novas espécies no ambiente é um problema grave às nativas, e também à população de moradores que reside no entorno da área de ocorrência dos animais, devido ser potencialmente mais perigosa que a nativa, e assim, causar prejuízos maiores na interação com as pessoas (FREITAS-FILHO, 2013).



Figura 11: Condições em que os jacarés vivem nos canais urbanos de Jacarepaguá, Zona Oeste, no Município do Rio de Janeiro e adjacências, disputando território e alimentos oferecidos pelos moradores locais. Foto: Instituto Jacaré (2019).

A pressão humana devido a fragmentação de áreas, a poluição e a caça ilegal em populações de crocodilianos, pode afetar não apenas a demografia, mas também o comportamento social de indivíduos remanescentes da espécie, como o cuidado parental, a territorialidade e o comportamento reprodutivo. Esses efeitos podem, a longo prazo, resultar na ruptura da estrutura social, na distribuição e no uso do hábitat na população local. De acordo com dados do Instituto Jacaré, na cidade do Rio de Janeiro foi observado comportamentos modificados da espécie em áreas urbanas, o rompimento de fronteiras entre o ambiente lagunar e as cidades, e a ocorrência de espécies utilizando cada vez mais áreas residenciais, comerciais, escolares e hospitalares, como alternativa de sobrevivência (Figura 12).

Além disso, o número de resgates de jacarés urbanos cresce na cidade do RJ: em 2012, era comum de quatro a cinco jacarés resgatados, mediante fortes chuvas em áreas urbanas; em 2014 os animais começaram a aparecer com maior frequência, devido principalmente ao grande avanço imobiliário decorrente dos preparativos dos Jogos Olímpicos de 2016; e a partir de 2016, os resgates de jacarés tornaram-se frequentes em diversas áreas, devido a falta de hábitat natural e das condições precárias à sobrevivência da espécie, em especial, no entorno do complexo lagunar de Jacarepaguá, considerado como área nobre municipal em expansão (Freitas-Filho, R., dados não publicados).

Ainda, considerando que esses animais possam se sentir mais acudados e sem espaço, é plausível que haja um aumento da agressividade destes, uma vez que necessitam competir por recursos, o que contribui cada vez mais para o aumento de situações de tensão e conflitos entre seres humanos e jacarés na cidade (FREITAS-FILHO, 2013).



Figura 12: *Caiman latirostris* em efluentes no Rio de Janeiro, RJ. Fotos: Instituto Jacaré (2019).

Como forma de buscar apoio da população na cidade do Rio de Janeiro, o Instituto Jacaré vem desenvolvendo atividades em conjunto com as comunidades locais, visando a conscientização e educação da comunidade sobre a importância dos jacarés no meio urbano

(Figura 13). A participação da comunidade é importante para que haja a propagação da informação na sociedade e assim, o respeito à conservação da fauna nativa. Cabe ressaltar que o Instituto Jacaré é a única referência especializada em jacarés urbanos no RJ, desde 2003, que desenvolve um estudo pioneiro de monitoramento de jacarés silvestres-urbanos no Sudeste, além de possuir dados importantes sobre as populações do estado, sendo um projeto independente, de longa duração, que persiste mesmo sem apoios externos há quase duas décadas.

Adicionalmente, vale destacar que no Rio de Janeiro, os grupos de estudos representativos de importância na Paleontologia que pesquisam os crocodilianos fósseis (Crocodylomorpha) são: o grupo do Museu Nacional e do Instituto de Geologia, ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, bem como o grupo da Faculdade de Formação de Professores de São Gonçalo - FFP da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ (Figueiredo, R.G., comunicação pessoal).



Figura 13: Oportunidade de contato junto à população, enquanto se maneja os animais em perímetros urbanos públicos; à esquerda, durante resgate de um jacaré, à direita, durante auxílio ao manejo de Unidade de Conservação (2005). Fotos: Instituto Jacaré.

- *São Paulo*

Fatores relevantes como o alto grau de urbanização das cidades e o crescimento da população humana em grandes metrópoles são indicadores preocupantes (IBGE, 2018), por serem conflitantes ao estabelecimento das populações de jacarés nessas áreas. Nesse sentido, o ambiente natural desses animais vem sendo alterado constantemente, sofrendo severa perda de habitats, além da questão da poluição e da caça predatória (BRAZAITIS; et al., 1990; FRANCO et al., 2012; COUTINHO et al., 2013; YVES et al., 2018). Contudo, no Estado de SP ocorrem três espécies de crocodilianos em fitofisionomias do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual (ZAHER et al., 2011). É estado do Sudeste que apresenta mais espécies de jacarés: *C. latirostris*, *C. yacare* e *P. palpebrosus* (ZAHER et al., 2011; BÉRNILS e COSTA, 2018), esta última, ocorrendo nos limites de sua distribuição sul, naturalmente apresentando diminuição de

adequabilidade ambiental e da abundância da espécie (PULLIAM, 2000), com poucos estudos desenvolvidos no estado. Ainda, menos frequente no estado, *C. yacare* ocorre limitadamente a noroeste de SP, na divisa com o Estado do Mato Grosso do Sul (ver CSG-IUCN, 1996; ZAHER et al., 2011; BÉRNILS e COSTA, 2018), apresentando também uma lacuna de conhecimento no estado.

Em geral, no tocante à pesquisa e produção bibliográfica produzida sobre os crocodilianos no Estado de SP, sobretudo para *C. latirostris*, foi gerado um conjunto importante de informações sobre esses répteis, destacando pesquisas relevantes de extenso e contínuo trabalho com populações de jacarés no estado (VERDADE, 1995, 2000; SARKIS-GONÇALVES et al., 2001; VERDADE et al., 2002; CAMPOS et al., 2012; MARQUES et al., 2013, 2016). Todavia, em relação ao *C. latirostris*, apesar de existirem diversos trabalhos, ainda é rara a existência de projetos de conservação que atendam o jacaré-de-papo-amarelo como foco, evidenciando-se assim, um descompasso entre as informações científicas e sua aplicabilidade. Tal deficiência de projetos conservacionistas no estado é notória também, especialmente, para *P. palpebrosus*, embora considerada em recente ameaça - EN (DECRETO nº 63.853, de 27 de novembro de 2018), e para *C. yacare*, considerada menos preocupante - LC (BÉRNILS et al., 2009), que carecem ainda de mais pesquisas de base.

No capítulo “Manejo e Conservação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil” (VERDADE, 1997), o *status* de conservação da espécie na era considerada como ameaçada (EN), sendo depois alterada para pouco preocupante (LC) (BÉRNILS et al., 2009; VERDADE et al., 2010), embora ainda presente no Apêndice I da CITES (UNEP, 2013). O referido capítulo possui ideias robustas sobre a implementação de programas de manejo, e mesmo na época, já era reportada a falta de informação de distribuição e de zonas de nidificação às populações de jacarés. Uma proposta conservacionista visa à conservação de populações selvagens, todavia, é também importante considerar a procriação em cativeiros formais, como zoológicos ou criadouros legalizados, autorizados pelos órgãos governamentais competentes (VERDADE, 1995):

*“... em centros urbanos desenvolvidos, onde o acesso à vida silvestre em ambientes inalterados é restrito, a criação em cativeiro pode desempenhar um importante papel na educação ambiental”.*

(VERDADE, 1995, p. 229)

Fomentar a utilização sustentável de um animal de tanto valor comercial, também era a proposta no capítulo citado, para criação de programa de conservação de uso extrativista (Figura 14), como por exemplo, a que ocorre na Reserva Extrativista do Cuniã (<http://napra.org.br/reserva-extrativista-do-lago-do-cunia/>), zona rural do Município de Porto Velho, Rondônia,

que pode transformar o jacaré-de-papo-amarelo, que já é uma “espécie bandeira”, em “espécie guarda-chuva”, tanto na captação de recursos para a conservação da espécie, quanto à preservação dos seus habitats (VERDADE, 1997).

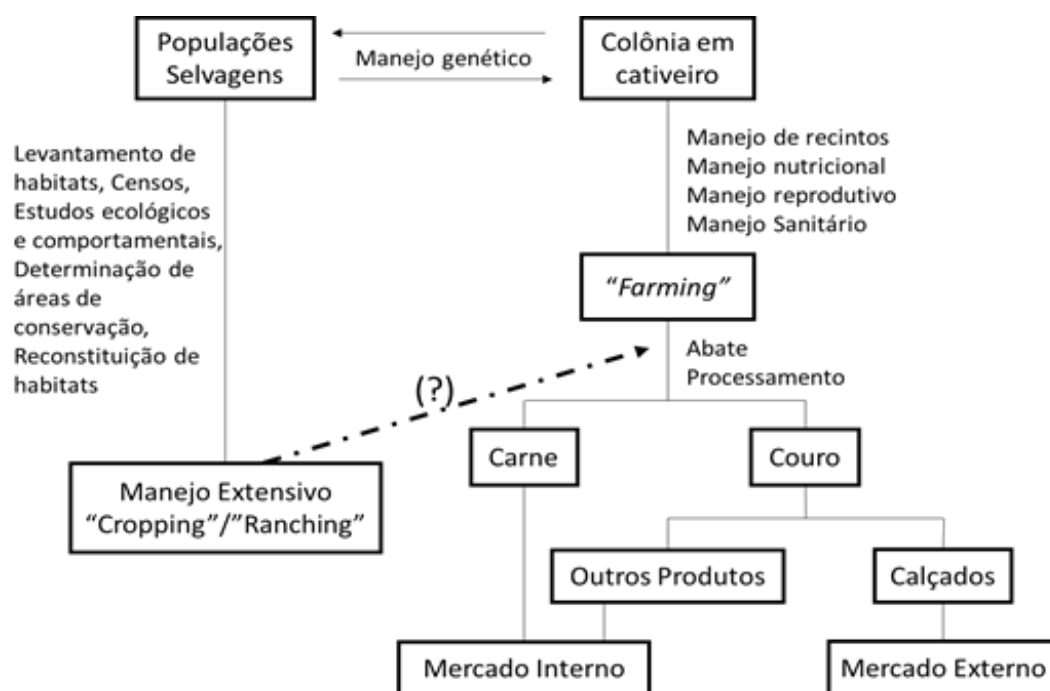


Figura 14: Sistema de manejo e conservação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo. Fonte: Luciano M. Verdade (1997).

Outras pesquisas de destaques, sobre os crocodilianos no interior de SP, são também desenvolvidas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, da Universidade de São Paulo - USP, em Piracicaba e pela Universidade de Sorocaba - UNISO, que giram em torno do entendimento das populações de *C. latirostris* e *P. palpebrosus*, através da caracterização genética, criação de marcadores e desenvolvimento de técnicas moleculares essenciais à conservação dessas espécies (e.g., VERDADE et al., 2002; ZUCOLOTO et al., 2002; VILLELA, 2004; ZUCOLOTO et al., 2009). Mencionamos ainda, os trabalhos de fisiologia de répteis do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Rio Claro (e.g., JACKSON et al., 2002; BRITO et al., 2003; TATTERSALL et al., 2006), que investigam os efeitos da alimentação sobre diversas enzimas do metabolismo de jacarés, bem como as mudanças nos tamanhos dos órgãos, provocadas pela alimentação. Ademais, ressaltamos as pesquisas do Laboratório de Estudos Zoológicos do Alto Paranapanema - LEZPA, da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Campus Lagoa do Sino, que desenvolvem estudos de levantamento populacional de *C. latirostris* em paisagens agrícolas no

Alto Paranapanema (Figuras 15 e 16), além do importante projeto de extensão: “Conhecendo a nossa fauna: o jacaré-do-papo-amarelo”, que realiza palestras e atividades educativas em escolas das cidades no entorno da UFSCar (Figuras 17 e 18), conscientizando o público infanto-juvenil, a longo prazo, visando reduzir a caça ilegal de jacarés, ainda comum na região. Além disso, o LEZPA irá avaliar as mutações existentes em células do sangue dos jacarés que residem em lagoas de matrizes agrícolas (São Pedro, V.A., comunicação pessoal). Finalmente, destacamos o Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP - Piracicaba, com foco em ecologia de crocodilianos, realizando pesquisas que são cruciais à conservação desses répteis, através de estudos de variação de isótopos (MARQUES et al., 2013) e termorregulação de *C. latirostris* em cativeiro (BASSETTI, 2014). Além desses estudos, mencionamos as teses de doutorado sobre as avaliações histofisiológicas de *C. yacare* criado em cativeiro (ALEIXO, 2011) e sobre o estado sanitário de *C. latirostris* em paisagens antropizadas no Estado de São Paulo (BASSETTI, 2016) (Bassetti, L.A.B., comunicação pessoal).



Figura 15: Estudo de levantamento populacional do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em paisagens agrícolas no Alto Paranapanema, Estado de São Paulo. Foto: Vinícius de A. São Pedro (2019).





Figura 16: *Caiman latirostris* capturado em armadilha de covo, Alto Paranapanema, Estado de São Paulo. Foto: Vinícius de A. São Pedro (2019).



Figura 17: Palestra educativa sobre o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em escola no entorno da UFSCar, Estado de São Paulo. Foto: João E. Almeida Jr. (2019).



Figura 18: Palestra do projeto de extensão: “Conhecendo a nossa fauna: o jacaré-do-papo-amarelo”, em escolas do entorno da UFSCar, Estado de São Paulo. Foto: João E. Almeida Jr. (2019).

## Considerações Finais

O Sudeste brasileiro apresenta uma vasta riqueza de recursos ambientais (topográfica, climatológica e fitofisionômica), além da presença significativa de atividades antrópicas (econômica, populacional e urbanística) que geram variáveis importantes, cujas devem ser levadas em consideração para a conservação dos crocodylianos nessa região.

O Espírito Santo pode ser considerado um estado heterogêneo em suas condições físicas e sociais para a conservação do jacaré-de-papo-amarelo. Deste modo, é importante destacar que na região de baixada, com corpos d’água lânticos, a espécie está concentrada na área litorânea natural ou urbanizada, sendo um agravante maior na redução da distribuição de *C. latirostris*, tornando-se um alvo fácil em áreas isoladas e trazendo o risco de extinção às populações em áreas sem conectividade com corpos d’água. O Projeto Caiman, através do IMD e de seus parceiros, realiza um trabalho importante de levantamento de dados e pesquisas populacionais no estado, além de educação ambiental com a comunidade e escolas da Grande Vitória, em parceria com as prefeituras municipais de Vitória e de Serra, tendo resultados significativos em suas atividades.

Minas Gerais possui a maior diversidade de bacias hidrográficas, o que gera uma variação populacional de jacarés (*C. latirostris* e *P. palpebrosus*) condicionada a essas bacias.

Tal característica traz risco de manejo e reintrodução de espécimes, caso isso não seja levado em consideração. A presença de comunidades rurais e ribeirinhas trazem uma forte cultura tradicional de caça, que junto aos recentes desastres de rompimento de barragens nas bacias dos rios Doce e Paraopeba, tornam-se áreas de grande interesse à conservação e ao estudo dos crocodilianos na Região Sudeste. Desta forma, a execução de políticas públicas de educação ambiental, monitoramento de populações, pesquisas ecológicas e de restauração ambiental são urgentemente necessárias nessas áreas.

O Rio de Janeiro possui uma malha urbana adensada e populosa, tendo efeito direto sobre a população de *C. latirostris* que vive na cidade, demonstrando alto grau de sinantropismo e potencial adaptativo da espécie às condições extremas em ambientes alterados, com variados graus de deficiência de recursos alimentares e sociais. A educação ambiental é um dos caminhos adequados nessa situação, além de estudos genéticos para o manejo e a realocação da espécie em áreas selvagens. O Projeto Jacaré visa conservar este animais nas lagoas da bacia hidrográfica de Jacarepaguá, sensibilizando as pessoas quanto à presença da vida selvagem na cidade. Faz-se necessário um plano de manejo adequado para crocodilianos urbanos, pois a ausência de informações pode resultar em acidentes graves a civis e policiais militares.

São Paulo é o estado que apresenta a maior diversidade de crocodilianos do Sudeste (*C. latirostris*, *C. yacare* e *P. palpebrosus*), sendo também o que se destaca em pesquisas, fomentando há décadas um acervo bibliográfico pioneiramente expressivo, com estudos de base sobre distribuição, genética de populações, manejo em cativeiro, reintrodução e comércio legal. Contudo, atividades de resgate, educação ambiental e projetos de conservação de populações naturais ainda são escassos e urgentemente necessários às espécies ocorrentes no estado. Vale destacar que as pesquisas mencionadas possuem um alto valor intrínseco na conservação, pois apresentam informações essenciais que poderão auxiliar em projetos com as populações de jacarés.

Devemos ter em mente que esses quatro estados demandam atenção especial sobre as populações de jacarés, de acordo com as suas realidades locais e específicas, para que possamos assim, realizar ações efetivas de conservação às espécies na Região Sudeste. Em suma, o uso de pesquisas de base, considerando o *status* de conservação das espécies, bem como as ações orientadas à educação ambiental, é um caminho viável e bem sucedido, como visto em alguns dos grupos de estudos de crocodilianos.

## Agradecimentos

Iago S. Ornellas e Ricardo Freitas-Filho agradecem aos organizadores do livro Tratado de Crocodilianos do Brasil pelo convite para participar deste capítulo. Os autores agradecem as sugestões de Yhuri C. Nóbrega e as fotografias cedidas por Leonardo Merçon (ONG Últimos Refúgios). André F. Barreto-Lima agradece a Bernadete M. de Sousa, Jozelia M. S. Correia,

Phillipe, M. D. Corrêa e Welton Q., Pereira pelas importantes comunicações relatadas, como também a Luís A. B. Bassetti, Vinícius de A. São Pedro, Rodrigo G. Figueiredo e André Yes pelas valiosas comunicações sobre os estudos, bem como as fotografias cedidas que muito enriqueceram o nosso trabalho.

## Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA. 2017.

ALEIXO, V. M. Análise histológica, histoquímica, histométrica e ultraestrutural de intestinos de jacarés-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin, 1802) (Crocodilia: Reptilia) criado em cativeiro. (Tese). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 66 p., 2011.

BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Ed.). **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. Nova York: Nova Science Publishers, 1<sup>a</sup> ed., 2019. p. 67-110.

BASSETTI, L. A. B. Estado sanitário do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em paisagens antropizadas no Estado de São Paulo. (Tese). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 85 p., 2016.

BASSETTI, L. A. B.; MARQUES, T. S.; MALVÁSIO, A.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Thermoregulation in captive Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Zoological Studies*, v. 53, n. 9, p. 1-10, 2014.

BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. A. **Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Ed. UERJ, Rio de Janeiro, 2000. 166 p.

BÉRNILS, R. S.; CASTRO, T. M.; ALMEIDA, A. P.; ARGÔLO, A. J. S.; COSTA, H. C.; OLIVEIRA, J.; C. F.; SILVA-SOARES, T.; NÓBREGA, Y. C., CUNHA, C. J. Répteis ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: FRAGA, C. N.; FORMIGONI, M. H. F.; CHAVES, F. G. (Orgs.). **Fauna e Flora ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo**. Santa Teresa: Instituto Nacional da Mata Atlântica, 2019. p. 272-293.

BÉRNILS, R. S.; SAWAYA, R. J.; NOGUEIRA, C. C.; MARQUES, O. A. V.; FERRAREZZI, H.; FRANCO, L. F.; GERMANO, V. J.; RODRIGUES, M. T. U.; ZAHER, H. E.; MOLINA, F. B.; MARTINS, M. Anexo 7: Répteis do Estado de São Paulo. In: BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. (Orgs.). **Fauna Ameaçada de Extinção do Estado de São Paulo / Vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo/Secretaria de Meio Ambiente, 2009. p. 625-630.

BERTOLUCI, J.; CANELAS, M. A. S.; EISEMBERG, C. C.; PALMUTI, C. F. DE S.;

MONTINGELLI, G. G. Herpetofauna da Estação Ambiental de Peti, um fragmento de

Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 1, p. 147-155, 2009.

BIODIVERSITAS. **Revisão das Listas Vermelhas da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção de Minas Gerais.** Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte, v. 2, 2007. 40 p.

BORGES, V. S.; SANTIAGO, P. C.; LIMA, N. G. S.; COUTINHO, M. E.; PAULA, C. E.; CARVALHO, D. C. Evolutionary significant units within populations of Neotropical Broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*, Daudin, 1802). *Journal of Herpetology*, v. 52, n. 3, p. 282-288, 2018.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBELO, G. **A Summary Report of the CITES Central South American Caiman Study: Phase I: Brazil.** Proc. 9th Croc. Spec. Group Work. Meet. IUCN - The World Conservation Union. Gland, Switzerland: IUCN, 1990.

BRITO, S. P.; ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Do caimans eat fruit? *Herpetological Natural History*, v. 9, p. 95-96, 2002.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2013.

COUTINHO, M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; MENDONÇA, S. H. S. T. DE; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.

CSG - CROCODILE SPECIALIST GROUP. *Caiman yacare*. The IUCN Red List of Threatened Species, 1996. e.T46586A11062609. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T46586A11062609.en>

DECRETO nº 63.853, de 27 de novembro de 2018. **Espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação.** Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo: São Paulo, 2018.

FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T. DE; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação de risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 1, p. 408760-408760, 2009.

FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T. DE; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil.

Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2013.

FILOGÔNIO, R.; ASSIS, V. B.; PASSOS, L. F.; COUTINHO, M. E. Distribution of population of Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*, Daudin, 1802, Alligatoridae) in the São Francisco River basin, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 70, n. 4, p. 961-968, 2010.

FRANCO, M. R.; MARA, F. M.; ROCHA, D. C. C. R.; SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, N. J. F. Animais silvestres apreendidos no período de 2002 a 2007 na macrorregião de Montes Claros, Minas Gerais. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 14, p. 1007-1018, 2012.

FREITAS-FILHO, R. F. Dieta e avaliação de contaminação mercurial no jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802 (Crocodylia, Alligatoridae) em dois parques naturais no município do Rio de Janeiro. (Dissertação). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 89 p., 2008.

FREITAS-FILHO, R. F. Ecologia do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802, em ambiente urbano no município do Rio de Janeiro. (Tese). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 123 p., 2013.

FREITAS-FILHO, R. F.; PIÑA, C. I.; MOULTON, T. P. “Our hidden enemy” and the irrational fear of Crocodylians. Crocodile Specialist Newsletter, v. 28, n. 1, janeiro-março, p. 8-9, 2009.

GODSHALK, R. Phylogeography and conservation genetics of the yacare caiman (*Caiman yacare*) of South America. (Tese). Florida: University of Florida, 227 p., 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>.

JACKSON, D. C.; ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Lactate sequestration by osteoderms of the Broad-nose caiman, *Caiman latirostris*, following capture and forced submergence. Journal of Experimental Biology, v. 206, p. 3601-3606, 2003.

LARRIERA, A.; IMHOF, A. Proyecto Yacaré: Cosecha de huevos para cría en granjas del género Caiman en la Argentina. In: BOLKOVIC, M. L.; RAMADORI, D. (Eds.). **Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable**. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, 2006. p. 51-64.

MARQUES, T. S.; BASSETTI, L. A. B.; LARA, N. R. F.; MILLAN, C. H., PIÑA C. I.; VERDADE, L. M. Population structure of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in natural and man-made water bodies associated with a silvicultural landscape. Salamandra, v. 52, n. 1, p. 1-10, 2016.

MARQUES, T. S.; LARA, N. R. F.; BASSETTI, L. A. B.; PIÑA, C. I.; CAMARGO, P. B.; VERDADE, L. M. Intraspecific isotopic niche variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Isotopes in Environmental and Health Studies, v. 49, n. 3, p. 325-335, 2013.

MASCARENHAS-JÚNIOR, P. B.; SANTOS, E. M.; MOURA, G. J. B. DE; DINIZ, G. T. N.;

CORREIA, J. M. S. Space-time distribution of *Caiman latirostris* (Alligatoridae) in lentic area of Atlantic Forest, northeast of Brazil. *Herpetology Notes*, v. 13, p. 129-137, 2020.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América: Los Crocodylia de Colombia**. Editorial Carrera: Bogotá, v. 1, 1981. 354 p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Leste**. Relatório, Brasília, 2006a.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná**. Relatório, Brasília, 2006b.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. Relatório, Brasília, 2006c.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Relatório, Brasília, 2006d.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; DA FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Conservation International, 2004. 392 p.

NEVES, D. N. S. Distribuição potencial do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris* daudin 1802) no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. (Dissertação). Vila Velha: Universidade Vila Velha, 36 p., 2019.

NEVES, M. DE O.; YVES, A.; PEREIRA, E. A.; ALVES, L.; VASQUES, J. B.; COELHO, J. F. T.; SILVA, P. S. Herpetofauna in a highly endangered area: the Triângulo Mineiro region, in Minas Gerais state, Brazil. *Herpetozoa*, 32, p. 113-123, 2019. doi 10.3897/herpetozoa.32.e35641.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. 421 p.

NORMATIVA COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010. **Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010.

PULLIAM, H. R. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, p. 349-361, 2000.

RANGEL, S. M. H. Dinâmica e estrutura populacional do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) na Amazônia. (Tese). Amazônia: Instituto de Pesquisa da Amazônia, 59 p., 2015.

RIFF, D.; SOUZA, R. G.; CIDADE, G. M.; MARTINELLI, A. G.; SOUZA FILHO, J. P.

- Crocilomorfos: a maior diversidade de répteis fósseis do Brasil. *TERRÆ*, 9, p. 12-40, 2012.
- ROMÃO, M. F.; SANTOS, A. L. Q.; LIMA, F. C.; SIMON, S. S. DE; SILVA, J. M. M.; HIRANO, L. Q.; VIEIRA, L. G.; PINTO, J. G. S. Anatomical and topographical description of the digestive system of *Caiman crocodilus* (Linnaeus 1758), *Melanosuchus niger* (Spix 1825) and *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier 1807). *International Journal of Morphology*, v. 29, n. 1, p. 94-99, 2011.
- SARKIS-GONÇALVES, F.; MIRANDA-VILELA, M. P. M.; BASSETTI, L. A. B.; VERDADE, L. M. Manejo de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em cativeiro. In: **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 565-579.
- SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. Relatório Técnico, período 2017 - 2018. Disponível em: [https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica\\_17-18.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf).
- TATTERSALL, G. J.; ANDRADE D. V. DE; BRITO, S. P.; ABE A. S.; MILSOM, W. K. Regulation of ventilation in the caiman (*Caiman latirostris*): effects of inspired CO<sup>2</sup> on pulmonary and upper airway chemoreceptors. *Journal of Comparative Physiology B*, 176, p. 125-138, 2006. doi 10.1007/s00360-005-0034-y.
- TERRABRASILIS - Plataforma de dados geográficos - INPE. Disponível em: <http://terrabilis.dpi.inpe.br>.
- UNEP. Apêndices I, II y III CITES. 2012. Disponível em: <http://www.cites.org/esp/app/2012/S-2012-09-25.pdf>.
- VERDADE, L. M. Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. *Conservación y Manejo de los Crocodylia de America Latina*, v. 1, p. 1-25, 1995.
- VERDADE, L. M. Manejo e conservação do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) no Estado de São Paulo. In: VALLADARES-PÁDUA, C. B.; BODMER, R. E.; CULLEN, L. JR (Eds.). **Manejo e conservação da vida silvestre no Brasil**. Sociedade Civil Mimirauá, 1996. p. 222-232.
- VERDADE, L. M. Regression equations between body and head measurements in the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 469-482, 2000.
- VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Broad-snouted caiman *Caiman latirostris*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3rd. ed., IUCN, 2010. p. 18-22.
- VERDADE, L. M.; LAVORENTI, A. Preliminary notes on the status and conservation of *Caiman latirostris* in São Paulo, Brazil. In: **Proceedings 10th Working Meeting of Crocodile**



**Specialist Group**, v. 2, 1990. p. 231-237.

VERDADE, L. M.; ZUCOLOTO, R. B.; COUTINHO, L. L. Microgeographic variation in *Caiman latirostris*. *Journal of Experimental Zoology*, v. 294, n. 4, p. 387-396, 2002.

VIEIRA, L. V.; SANTOS, A. L. Q.; LIMA, F. C.; MENDONÇA, S. H. S. T.; MENEZES, L. T.; SEBEN, A. Osteologia de *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae) e a evidência evolutiva. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, n. 10, p. 1025-1044, outubro de 2016. doi: 10.1590/S0100-736X2016001000018.

VILLELA, P. M. S. Caracterização genética de populações de jacaré-do-papo- amarelo (*Caiman latirostris*), utilizando marcadores microssatélites. (Dissertação). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 114 p., 2004.

YVES, A., LIMA; L. M. C., BASSETTI; L. A. B., MARQUES; T. S.; DE SOUSA, B. M. Illegal hunting in a protect area: Impacts on the Broad-snouted caiman *Caiman latirostris* in the Rio Doce State Park, southeast Brazil. *Herpetology Notes*, v. 11, p. 765-768, 2018.

ZAHER, H.; BARBO, F. E.; MARTÍNEZ, P. S.; NOGUEIRA, C.; RODRIGUES, M. T.; SAWAYA, R. J. Répteis do Estado de São Paulo: conhecimento atual e perspectivas. *Biota Neotropical*, v. 11, n. 1, p. 67-81, 2011.

ZUCOLOTO, R. B.; VERDADE, L. M.; COUTINHO, L. L. Microsatellite DNA library for *Caiman latirostris*. *Journal of Experimental Zoology*, v. 294, n. 4, p. 346-351, 2002.

ZUCOLOTO, R. B.; VERDADE, L. M.; VILLELA, P. M. S.; REGITANO, L. C. A.; COUTINHO, L. L. Parentage test in Broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*, Crocodylidae) using microsatellite DNA. *Genetics and Molecular Biology*, v. 32, n. 4, p. 874-881, 2009.



Foto: Sérgio A. A. Morato

## **O JACARÉ-DO-PAPO-AMARELO (*CAIMAN LATIROSTRIS*) NO SUL DO BRASIL**

Mariana Scalon-Luchese, Laura Verrastro, Diogo Dutra-Araújo, Melissa Cunha Medina, Sérgio Augusto Abrahão Morato, Tobias Saraiva Kunz

## Introdução

### *Caiman latirostris*

Conhecido popularmente como jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, é nativo da Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai, onde se distribui por uma vasta área entre os paralelos de 5° a 34° de latitude Sul (VERDADE e PIÑA, 2006). No Brasil, ocorre ao longo da região litorânea desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, adentrando o continente pelas bacias dos rios São Francisco, Paraná e Paraguai (COUTINHO et al., 2013), além de ilhas costeiras nos estados de São Paulo (Ilha do Cardoso) (MOULTON et al., 1999) e Paraná (Ilha do Mel) (MORATO, 1991).

Em escala global, a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção - CITES classifica *C. latirostris* no Apêndice I (Apêndice II na Argentina), relativo às espécies raras ou em risco de extinção que não podem ser comercializadas internacionalmente (CITES, 2015). Na Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais - IUCN a espécie foi incluída na categoria Menos Preocupante (LC) em 1996, e assim permanece até hoje (CSG, 1996; IUCN, 2014). Esse também é o *status* da espécie no Brasil, segundo os mesmos critérios de avaliação (COUTINHO et al., 2013); e na Região Sul, *C. latirostris* não foi incluída em nenhuma das listas estaduais de espécies ameaçadas de extinção (BÉRNILS et al., 2004; RESOLUÇÃO CONSEMA nº 002, de 06 de dezembro de 2011; DECRETO ESTADUAL nº 51.797, de 8 de setembro de 2014).

Embora seja o único crocodiliano com ocorrência confirmada nos três estados sulinos (COSTA e BÉRNILS, 2018), há ainda poucas informações disponíveis na literatura. Nesse contexto, este capítulo reúne alguns dos trabalhos realizados sobre *C. latirostris* nos últimos 60 anos, complementando com informações de estudos não publicados e observações pessoais. O objetivo é alertar sobre as lacunas no conhecimento científico e técnico, principalmente em relação à condição da espécie frente à crescente pressão antrópica sobre seus habitats.

## Aspectos gerais da Região Sul

A Região Sul do Brasil, a qual compreende os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocupa uma área equivalente a 6,8% do território nacional (IBGE, 2010) - aproximadamente 577 mil km<sup>2</sup> - caracterizando-se como a menor região do país. Ao longo desse território, inserem-se diversos ecossistemas associados às regiões fitoecológicas de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, Savana, Estepe, Savana-Estépica e Formações Pioneiras. Essas por sua vez, são características de três importantes biomas: a Mata Atlântica, abrangendo os três estados, o Pampa, na metade sul do

Rio Grande do Sul, e uma pequena porção (2%) de Cerrado, no norte do Paraná (IBGE, 2004).

A extensa rede hidrográfica é um dos recursos mais importantes da região. O estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas (SEMA, 2010). Duas delas (Bacia Litorânea e Bacia do Ribeira) integram o grande sistema da Bacia Hidrográfica do Atlântico Sul, cujos rios deságuam no Oceano Atlântico, enquanto as demais compõem o Sistema do Alto Rio Paraná, que integra a grande bacia do Rio da Prata (MMA, 2006). A rede hidrográfica catarinense é formada por 18 bacias hidrográficas consideradas de rios principais. Elas estão distribuídas em dois sistemas independentes de drenagem: o sistema da Vertente do Interior que integra a Bacia Paraná-Uruguai; e o sistema da Vertente Atlântica, formada pelas bacias que deságuam no Oceano (ANTUNES e CONSTANTE, 2016). Já no Rio Grande do Sul, são definidas as regiões hidrográficas dos rios Uruguai, Guaíba e do Litoral (LEI ESTADUAL n° 10.350, de 30 de dezembro de 1994), as quais são subdivididas em 25 bacias hidrográficas (DECRETO ESTADUAL n° 53.885, de 16 de janeiro de 2018).

Devido à localização geográfica - quase que inteiramente na zona temperada, exceto pelo norte do Paraná que está na zona tropical - o clima é predominantemente temperado superúmido, sem estação seca (IBGE, 2002). Por consequência, a região caracteriza-se por ser a mais fria do país, registrando temperaturas negativas nos meses mais frios (de junho a setembro), em diversas localidades. No que diz respeito ao relevo, destacam-se porções de terras elevadas como serras, planaltos e patamares, e de terras baixas, representadas por depressões e planícies (IBGE, 2006).

## **Paraná**

Os principais ambientes de ocorrência da espécie são banhados e manguezais, seguindo o padrão observado em outras localidades (MORATO, 1991; MORATO et al., 1995). Mesmo em cursos d'água de grande porte (como os rios Iguaçu, Ivaí, Tibagi e Ribeira), *C. latirostris* é normalmente encontrado em áreas alagadiças marginais (MORATO, 1991). Contudo, ocasionalmente, são observados animais em deslocamento no curso dos rios (Morato, S.A.A., observação pessoal). Um exemplar subadulto, tombado no Museu de História Natural Capão da Imbuia em Curitiba (MHNCI-4880), foi coletado após cair das cataratas do rio Iguaçu (MORATO, 1991).

Morato (1991) analisou a distribuição de *C. latirostris* em diferentes bacias hidrográficas e altitudes, e registrou a espécie em 13 das 16 bacias existentes (exceto nas bacias dos rios Pirapó, Cinzas e Itararé). Visto que a espécie estaria limitada à faixa altitudinal entre o nível do mar e os 600 metros (s.n.m), aproximadamente, ela estaria excluída das áreas de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista, dos campos limpos das regiões planálticas e das áreas elevadas da Serra do Mar. Essas são caracterizadas por apresentarem as menores temperaturas do estado, bem como rios, em geral, de pequeno a médio porte e com fortes correntezas; ou seja, ambientes distintos dos ambientes típicos da espécie (MORATO et al., 1995). Animais encontrados acima

dos 600 m são restritos a áreas urbanas – no município de Cascavel e no Parque Barigui, em Curitiba – sugerindo ser em decorrência da introdução pela população local (MORATO et al. 1995, 2017). Inclusive, no Parque Barigui, foi introduzido um espécime de jacaré-do-pantanal, *Caiman yacare* - Figura 1 (MORATO et al., 2017).

As condições ambientais do estado parecem adequadas às populações de *C. latirostris*, tanto em função da presença de ecossistemas em bom estado de conservação, quanto pelas grandes dimensões que apresentam (MIKISH e BÉRNILS, 2004). A região litorânea abriga extensas áreas de manguezais e sistemas estuarinos com ocorrência de *C. latirostris* (MORATO, 1991). No geral, estes sistemas encontram-se bem preservados (MIKISH e BÉRNILS, 2004), sobretudo, devido à presença de Unidades de Conservação (UC): Parque Nacional de Superagui, Estação Ecológica Ilha do Mel, EE do Guaraguaçu, Parque Estadual da Ilha do Mel, PE do Rio da Onça, PE do Boguaçu, Parque Municipal da Lagoa do Parado, Área de Proteção Ambiental de Guaratuba, APA de Guaraqueçaba, Reserva Particular do Rio Cachoeira, RP do Itaqui e RP do Morro da Mina. A proximidade entre elas garante a formação de um mosaico de áreas úmidas protegidas (i.e., banhados, lagoas costeiras, manguezais e rios) e, portanto, a possibilidade de conservação da espécie (MEDINA, 2002).



Figura 1: Exemplar de *Caiman latirostris* introduzido no Parque Barigui, Curitiba, Paraná. Foto: Sérgio A. A. Morato (2005).

Na porção oeste, há registro da espécie no Parque Nacional de Ilha Grande (PNIG), na calha do Rio Paraná, divisa com o estado do Mato Grosso do Sul. Suas extensas áreas de banhados e várzeas parecem garantir a proteção da espécie (TUSSOLINO et al., 2007a), e algumas dessas áreas interligam-se ao reservatório de Itaipu, o qual também é, em grande parte, margeado por várzeas e banhados. Inclusive, o Governo do Estado criou o Corredor Caiuá-Ilha Grande no entorno do PNIG, a fim de garantir o trânsito das espécies entre o Parque e as áreas naturais adjacentes, incluindo as áreas úmidas, similares ao sistema do Pantanal (TUSSOLINO et al., 2007a).

Outros estudos desenvolvidos referem-se à biologia de *C. latirostris*. Sobre a reprodução, foi registrado um ninho flutuante em uma área de transição entre banhados litorâneos e manguezais na região de Guaratuba (litoral) em janeiro de 2010. O ninho, com cerca de 6 metros de diâmetro, era formado por acúmulos de *Fuirena* sp. (Cyperaceae) e *Panicum mertensii* (Poaceae); vindo a eclodir duas semanas após (BORNSCHEIN et al., 2012). Outros dois ninhos, também no litoral, foram encontrados em dezembro de 2002 (Matinhos, PR) e de 2003 (Antonina, PR), indicando ser o período reprodutivo da espécie coincidente com o verão (Morato, S.A.A., observação pessoal).

Em relação à dieta, Morato (dados não publicados) encontrou vestígios de *Pomacea* sp. (Gastropoda, Ampullaridae), de pequenos caranguejos (*Uca* sp., *Goniopsis cruentata* e *Ucides cordatus* - Crustacea, Decapoda) e espinhos e fragmentos de ossos de *Sphiggurus* sp. (Mammalia, Rodentia, Erethizontidae). O estudo não só corroborou com a literatura, quanto à dieta altamente diversificada e oportunista da espécie (e.g.: DIEFENBACH, 1979; 1988; MELO, 2002), como também apresentou um item até então desconhecido (*Sphiggurus* sp.).

## **Santa Catarina**

Um dos estados brasileiros menos conhecidos quanto à composição e distribuição da fauna de répteis é o de Santa Catarina (BÉRNILS et al., 2007; COSTA e BÉRNILS, 2018), e essa condição é ainda mais delicada para o jacaré-do-papo-amarelo. Com exceção do estudo de Fusco-Costa et al. (2008), há apenas poucas informações na literatura sobre a presença da espécie no estado (e.g.: FREIBERG e CARVALHO, 1965; MÜLLER, 1971; KLOKLER et al., 2010; HOYOS et al., 2017). A primeira referência é de Freiberg e Carvalho (1965) que designaram um neótipo para a espécie com base em um espécime do Museu Nacional da UFRJ (MNRJ), coletado em Joinville, nordeste de Santa Catarina. Assim, a localidade-tipo foi restringida a esse município, sendo depois validada, embora a designação do neótipo tenha sido invalidada (CARAMASCHI e SOARES, 1995).

Com base nas poucas informações disponíveis, a distribuição do jacaré-do-papo-amarelo no estado catarinense parece estar restrita a uma estreita faixa de terras baixas ao longo

da costa atlântica, onde habita principalmente rios de águas lânticas, estuários e manguezais (FREIBERG e CARVALHO, 1965; MÜLLER, 1971; FUSCO-COSTA et al., 2008; KLOKLER et al., 2010; HOYOS et al., 2017).

Até o momento, Fusco-Costa et al. (2008) realizaram o único estudo populacional de *C. latirostris* em Santa Catarina. Eles estimaram a densidade relativa (0,25 jacarés/km) e a distribuição de uma população na Bacia do Rio Ratoes (e Rio Veríssimo), noroeste de Florianópolis (ilha de Santa Catarina), e obtiveram relatos de moradores locais da presença de jacarés e de ninhos na Estação Ecológica de Carijós e entorno. Apesar da ausência de estudos, o aumento populacional da espécie, em alguns locais, é evidente, especialmente próximo a grandes centros urbanos. É o caso, por exemplo, de uma população numerosa que habita um manguezal e seus rios e canais de drenagem, próximo à região central de Florianópolis onde a espécie era raramente observada até fins da década de 1990 (Figura 2). Algumas observações em praias e nas águas das baías norte e sul que separam a ilha do continente, indicam a capacidade da espécie de se dispersar pelo mar (Kunz, T.S., observação pessoal).



Figura 2: Dois indivíduos de *Caiman latirostris* no mangue do Itacorubi, em Florianópolis, Santa Catarina. Foto: Tobias S. Kunz (2013).

Klokler et al. (2010) registraram a presença de ossos de *C. latirostris* em sambaqui situado na costa sul do estado. Este registro sugere que a espécie era caçada para consumo das populações humanas pré-históricas que habitavam o litoral entre 7000 a 1000 anos atrás, ainda que a alimentação dessas populações fosse baseada principalmente em moluscos e peixes.

## Rio Grande do Sul

Nesse estado, o jacaré-do-papo-amarelo habita as partes baixas do terreno, desde a Planície Costeira no leste até a divisa com o Uruguai, no oeste (DI-BERNARDO et al., 2003). Igualmente, são escassos os trabalhos científicos sobre a espécie (BRAUN, 1973; DIEFENBACH, 1979, 1988; MELO, 2002; LUCHESE, 2015; DUTRA-ARAÚJO, 2016), e por consequência, muito pouco (ou quase nada) sabe-se sobre sua ecologia, a dinâmica das populações e as potenciais ameaças. A mais antiga publicação é de Braun (1973), a qual traz a descrição de um ninho encontrado em janeiro de 1967 e procede de uma roça abandonada na Fazenda Santa Catarina, Município de Bossoroca (BRAUN, 1973).

*“[...] O ninho estava situado a três metros da cerca e quando o avistamos, a fêmea estava deitada sobre ele. Mesmo com a nossa aproximação e a de outras pessoas, ela permaneceu impassível, dali não se afastando, sendo necessário abatê-la com um tiro. É interessante ressaltar que o local era completamente seco e situava-se num declive não muito acentuado, tendo na sua vizinhança partes pedregosas onde aflorava o basalto. Também é importante dizer que o açude onde normalmente vivem os jacarés da fazenda, fica situado a 500 metros do local, havendo no entanto, em distâncias menores, pequenas sangas de fundo basáltico onde a água corre intermitentemente.”*

(BRAUN, 1973, p. 51)

Apesar dos esforços de procura, Luchese (2015) não localizou nenhum ninho da espécie, mas encontrou 42 filhotes ( $CRC = 12,83 \pm 0,5$  cm) de duas ninhadas distintas, em meio à vegetação aquática de uma lagoa da Bacia do Rio Tramandaí, no Litoral Norte, em março de 2015. Na mesma época, Scalon-Luchese et al. (dados não publicados) realizaram contagens noturnas em um conjunto de 18 lagoas da referida bacia e avaliaram os efeitos das variáveis de uso e cobertura do solo sobre a abundância de *C. latirostris* através de modelagem hierárquica. Como resultado, constataram que o aumento das áreas urbanas no entorno afeta negativamente a abundância de jacarés nas lagoas (Scalon-Luchese et al., dados não publicados). Os autores também registraram, nas lagoas onde foi detectada a presença da espécie, densidades lineares entre 0,12 jacarés/km e 16,23 jacarés/km, similarmente a outras localidades ao longo da distribuição geográfica de *C. latirostris* (e.g.: MOURÃO e CAMPOS, 1995; VERDADE, 2001; BORTEIRO et al., 2008; FILOGONIO et al., 2010; CARVALHO e BATISTA, 2013; PASSOS et al., 2014; MARQUES et al., 2016).



No extremo sul do estado, localiza-se a Estação Ecológica do Taim (ESEC do Taim), a qual consiste em um mosaico de lagoas costeiras e banhados naturais, inseridas em uma matriz campestre e circundadas por lavouras de arroz e monoculturas de *Pinus* sp. Aparentemente, a ESEC do Taim abriga a maior população de jacaré-do-papo-amarelo do Rio Grande do Sul, e é também, um importante refúgio de animais de grande porte (machos adultos) (Dutra-Araújo, D. dados não publicados). Dutra-Araújo (2016) coletou amostras de 51 indivíduos dessa população a fim de avaliar quais ambientes – terrestres (campos), aquáticos (canais e lagoas) ou mistos (banhados) – sustentam e mantêm as cadeias tróficas do maior predador aquático da região. Segundo o autor, a produtividade primária aquática é a principal fonte energética das cadeias, contribuindo com cerca de 90%. Ainda, os pulsos de alagamento sazonais que ocorrem são essenciais para a captação de matéria orgânica alóctone (terrestre), incrementando as disponibilidades energéticas locais e subsidiando, de forma complementar, a manutenção de indivíduos jovens nessa população (DUTRA-ARAÚJO, 2016). Nesse contexto, a substituição da produtividade primária nativa por arroz, *Pinus* sp. ou outras monoculturas, pode ser uma grande ameaça à manutenção de cadeias alimentares longas, e conseqüentemente, às populações de predadores de topo de cadeia, como *C. latirostris* (Dutra-Araújo, D., observação pessoal).

## Riscos e Ameaças

Em geral, os empreendimentos hidrelétricos (usinas e pequenas centrais) parecem ser fortes ameaças às populações de *C. latirostris* do Paraná, em especial quando instalados de forma sequencial, como nos rios Iguaçu e Paranapanema. Isso porque, a compartimentalização dos cursos dos rios pode ocasionar o isolamento populacional, e conseqüentemente, a perda de variabilidade genética, situação já documentada para outros grupos de vertebrados aquáticos, como peixes e lontras (AGOSTINHO et al., 2003; QUADROS, 2012). No caso do Rio Tibagi, há apenas um empreendimento de grande porte instalado (UHE Mauá) nos limites da distribuição de *C. latirostris*. Entretanto, o plano de expansão do setor elétrico prevê a instalação de outros empreendimentos a jusante desta, e em outras bacias (rios Piquiri, Ivaí e Ribeira). No Rio Paraná, onde está instalada a maior usina hidrelétrica do planeta, a Itaipu Binacional, há registros de *C. latirostris* na área do reservatório, o qual está ligado ao PNIG. Adicionalmente, a estrutura da barragem apresenta um canal de migração de peixes, onde eventualmente são observados indivíduos de *C. latirostris* transitando (Moraes, W., comunicação pessoal). É razoável que ambas as condições amenizem os impactos decorrentes da instalação da usina sobre a espécie, seja pela conexão do reservatório a extensas áreas naturais, ou pela manutenção do trânsito de animais.

No Baixo Rio Iguaçu, a UHE Salto Caxias e a UHE Baixo Iguaçu (em construção) podem estar isolando as populações de jacaré-do-papo-amarelo (TUSSOLINO et al., 2007b). Todavia, a existência do PN do Iguaçu e do PE do Rio Guarani tem permitido permanência

local da espécie. Nessa região, igualmente ao PNIG, há a proposição do Corredor Iguaçu-Paraná, composta por ambientes florestais (TUSSOLINO et al., 2007b). Em outras regiões, especialmente nas bacias que drenam para o Rio Paraná, e na Bacia do Ribeira, as condições que se observam são, em geral, de ambientes alterados. A exemplo, muitas áreas de banhados e várzeas marginais aos grandes rios têm sido drenadas para ampliação de áreas de plantios e/ou utilizadas como pastagens para o gado bovino ou bubalino. Nesse caso, é possível que os jacarés que ali ocorrem sofram os impactos do gado, como pisoteio dos ninhos, afugentamento das presas ou, inclusive, confrontos diretos. A realidade não é diferente no Rio Grande do Sul. Além dos inúmeros empreendimentos hidrelétricos de pequeno e grande porte em operação, em construção e em vias de licenciamento (ANEEL, 2018), outras atividades antrópicas agravam a situação da rede hídrica do estado. Dentre elas, destaca-se a destinação incorreta de resíduos sólidos urbanos, a descarga de esgoto doméstico e industrial, contaminação por agrotóxicos e resíduos orgânicos, remoção de matas ciliares e erosão das margens, assoreamento dos mananciais, drenagem de áreas úmidas e retirada de água para irrigação de lavouras de arroz (SEMA, 2008).

Em relação à caça, na região costeira do Rio Grande do Sul, parece ocorrer de modo eventual para alimentação ou por conta de conflitos com pescadores locais (GUADAGNIN, 1999). O mesmo observa-se no litoral paranaense, onde entrevistas já confirmaram o consumo de carne e de ovos de jacaré por moradores locais (Morato, S.A.A., observação pessoal). Já em Santa Catarina, a ocupação de áreas próximas a grandes centros urbanos, como no caso de Florianópolis, deve-se provavelmente à reduzida pressão de caça nestas áreas (Kunz, T.S., observação pessoal). De toda forma, mesmo que jacarés se aproximem de áreas urbanas, é preciso salientar que a urbanização tem efeitos negativos sobre as populações (Scalon-Luchese et al., dados não publicados). Entre os possíveis impactos associados à expansão urbana, ressalta-se o risco de atropelamentos, em especial, nas áreas úmidas cortadas por rodovias e estradas – e.g.: o trecho da rodovia BR-471 que corta a ESEC do Taim (Dutra-Araújo, D., observação pessoal). Além da perda de habitats para construção dos ninhos, principalmente no entorno de corpos d'água; a fotopoluição causada pela iluminação artificial de casas, vias e estradas; e a presença humana constante nos ambientes aquáticos (Scalon-Luchese et al., dados não publicados).

## Considerações Finais

Ainda há muito para ser explorado sobre a biologia e a conservação de *C. latirostris* nos diferentes habitats onde ocorre, sobretudo, no que diz respeito aos efeitos da pressão antrópica sobre a espécie. Assim, investigar a distribuição do jacaré do papo amarelo, o tamanho e a dinâmica das populações, a localização e descrição dos sítios de nidificação são algumas das lacunas relativas à espécie no Sul do Brasil.

Serão necessários esforços para o reconhecimento e a avaliação de ameaças potenciais, como a expansão de áreas urbanas e agrícolas, o uso de defensivos agrícolas, a poluição das

águas por resíduos domésticos e industriais, a pressão de caça, os efeitos da poluição sonora e luminosa e da substituição da biomassa de matéria orgânica vegetal natural por lavouras.

Contudo, é também importante que se reforce a necessidade de proteção dos habitats já conhecidos, através da implementação de Políticas Públicas como a criação de Unidades de Conservação, fiscalização ambiental, educação ambiental, zoneamento ambiental e outras ações efetivas de preservação da natureza.

## Agradecimentos

Sergio A. A. Morato agradece a Marco F. M. Corrêa pelo apoio e orientação oferecidos junto ao Centro de Estudos do Mar da UFPR; a Antônio F. dos Santos pelo suporte nos monitoramentos da espécie junto à COPEL; a Luiz A. da Silva (Tutti) pelo apoio nos trabalhos de campo no norte do Paraná; e a Julio C. de Moura-Leite, Renato S. Bérnils, Fernando C. Straube, Marcos R. Bornschein e Euclides T. Grandó Júnior, pelas diversas parcerias nos trabalhos de campo e gabinete junto ao Museu de História Natural Capão da Imbuia, Prefeitura Municipal de Curitiba. Diogo Dutra-Araújo agradece a equipe do ICMBIO responsável pela gestão da ESEC do Taim e ao pescador artesanal da Vila Capilha, Sr. Gentil, pelo suporte logístico; à equipe do Instituto Boitatá, a equipe do Laboratório de Ecologia de Vertebrados Terrestres da Universidade Unisinos, ao Dr. Alexandre M. Tozetti pelo suporte técnico-científico e financeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ pelo suporte financeiro. Por fim, agradecemos aos organizadores do livro *Tratado de Crocodilianos do Brasil* pelo convite e pelas revisões que colaboraram para melhorias deste capítulo.

## Referências

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Eds.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Ottawa: World Fisheries Trust: International Development Research Centre; Washington: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2003. p. 19-98.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Mapa dos Empreendimentos de Aproveitamento Hidrelétricos, 2018. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/group.html?id=8d5bb6379e0e4378a4934e6869482e2d#overview>.

ANTUNES, R. B.; CONSTANTE, V. T. Hidrografia. In: ROCHA, I. O. (org.). **Atlas Geográfico de Santa Catarina: Diversidade da Natureza** - Fascículo 2. Florianópolis: Ed. da UDESC, 2 ed., 2016. 188 p.

- BÉRNILS, R. S.; GIRAUDO, A. R.; CARREIRA, S.; CECHIN, S. Répteis das porções subtropical e temperada da região neotropical. *Ciência e Ambiente*, v. 35, p. 101-136, 2007.
- BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J. C.; MORATO, S. A. A. Répteis ameaçados de extinção no Estado do Paraná. In: MIKISH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: IAP / Instituto Mater Natura, 2004. p. 501-535.
- BORNSCHEIN, M. R.; LOPES, R. B.; REINERT, B. L.; MORATO, S. A. A. *Caiman latirostris* (Broad-snouted caiman). Floating nest. *Herpetological Review*, v. 43, n. 3, p. 476, 2012.
- BORTEIRO, C.; GUTIÉRREZ, F.; TEDROS, M.; KOLENC, F. Conservation status of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) in disturbed landscapes of northwestern Uruguay. *South American Journal of Herpetology*, v. 3, n. 3, p. 244-250, 2008.
- BRAUN, P. C. Sobre uma postura de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) - (Crocodylia, Alligatoridae). *Revista Iheringia, Série Zoologia*, v. 44, p. 50-54, 1973.
- CARAMASCHI, U.; SOARES, M. A. An invalid neotype designation for *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Herpetology*, v. 29, n. 1, p. 136-137, 1995.
- CARVALHO JR., E. A. R.; BATISTA, V. B. G. V. Distribution and abundance of *Caiman latirostris* and *Paleosuchus palpebrosus* at Grande Sertão Veredas National Park, central Brazil. *Herpetological Conservation and Biology*, v. 8, p. 771-777, 2013.
- CITES - CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. Appendices I, II and III, 46 p., 2015.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 11-57, 2018.
- COUTINHO, M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.
- CSG - CROCODILE SPECIALIST GROUP. *Caiman latirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species, 1996: e.T46585A11062418. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T46585A11062418.en>. Acesso em: 17 de maio de 2019.
- DI-BERNARDO, M.; BORGES-MARTINS, M.; OLIVEIRA R. B. Répteis. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (Orgs.). **Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 165-188.
- DIEFENBACH, C. O. Ampullarid gastropods: staple food of *Caiman latirostris*? *Copeia*, v. 1979, n. 1, p. 162-163, 1979.

- DIEFENBACH, C. O. Thermal and feeding relations of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Reptilia). *Comparative Biochemistry & Physiology*, v. 89A, n. 2, p. 149-155, 1988.
- DUTRA-ARAÚJO, D. O papel dos habitats terrestre e aquático na sustentação trófica do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), em banhados subtropicais brasileiros. (Dissertação) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia: São Leopoldo, 63 p., 2016.
- FILOGONIO, R.; ASSIS, V. B.; PASSOS, L. F.; COUTINHO, M. E. Distribution of populations of Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*, Daudin 1802, Alligatoridae) in the São Francisco River Basin. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, p. 961-968, 2010.
- FREIBERG, M. A.; CARVALHO, A. L. El yacare sudamericano *Caiman latirostris* (Daudin). *Physis*, v. 25, p. 351-360, 1965.
- FUSCO-COSTA, R.; CASTELLANI, T. T.; TOMÁS, W. M. Abundância e locais de ocorrência do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Alligatoridae) no noroeste da ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, v. 21, n. 4, p. 183-187, 2008.
- GUADAGNIN, D. L. **Diagnóstico da situação e ações prioritárias para a conservação da Zona Costeira da Região Sul - Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: FEPAM, 1999. 84 p.
- HOYOS, M. A.; SILVA, L. Z.; DACOL, L. H. B., NECKEL-OLIVEIRA, S. Anfíbios e Répteis: Contribuição ao conhecimento das espécies de ocorrência na área de restinga. In: MELO JR, J. C. F.; BOEGER, M. R. T. (Orgs.). **Patrimônio natural, cultura e biodiversidade da restinga do Parque Estadual Acaraí**. Joinville: UNIVILLE, 2017. p. 355-370.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Clima do Brasil - Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2002.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Vegetação do Brasil – Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 3ed., 2004.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Relevo do Brasil - Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências, 2ed., 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>.
- IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. *Caiman latirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014, Version 2019-1.
- KLOKLER, D.; VILLAGRAN, X. S.; GIANNINI, P. C. F.; PEIXOTO, S.; DEBLASIS, P. Juntos na costa: zooarqueologia e geoarqueologia de sambaquis do litoral sul catarinense. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 20, p. 53-75, 2010.
- LUCHESE, M. Biometria do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* Daudin, 1802

- (Crocodylia: Alligatoridae) do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. (Trabalho de Conclusão de Curso). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 23 p., 2015.
- MARQUES, T. S.; BASSETTI, L. A. B.; LARA, N. R. F.; MILLAN, C. H.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Population structure of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in natural and man-made water bodies associated with a silvicultural landscape. *Salamandra*, v. 52, n. 1, p. 1-10, 2016.
- MEDINA, M. C. Análise da sobreposição de áreas de ocorrência do jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris*) com áreas urbanas no litoral sul do Paraná. (Monografia de Conclusão de Curso). Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 45 p., 2002.
- MELO, M. T. Dieta do *Caiman latirostris* no sul do Brasil. In: VERDADE, L. M.; LARRIERA, A. (Eds.). **La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina**. Piracicaba: CN Editoria, v. 2, p. 119-125, 2002.
- MIKISH, S. B.; BÉRNILS, R. S. (Eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004. xvi + 764 p.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006. 240 p.
- MORATO, S. A. A. Localidades de registro e distribuição geográfica de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, v. 13, n. 2, p. 93-104, 1991.
- MORATO, S. A. A.; BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J. C. Répteis de Curitiba: coletânea de registros. Curitiba: Hori Cadernos Técnicos, v. 12; 2017. ix + 80 p.
- MORATO, S. A. A.; MOURA-LEITE, J. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis ameaçados de extinção no Estado do Paraná. In: **Lista vermelha de animais ameaçados de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ; Mater Natura, 1995. p. 131-141.
- MOULTON, T. P.; MAGNUSSON, W. E.; MELO, M. T. Q. Growth of *Caiman latirostris* inhabiting a coastal environment in Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 33, n. 3, p. 479-484, 1999.
- MOURÃO G.; CAMPOS Z. Survey of the Broad-snouted caiman *Caiman latirostris*, marsh deer *Blastocerus dichotomus*, and capybara *Hydrochaeris hydrochaeris*, in the area to be inundated by Porto Primavera dam, Brazil. *Biological Conservation*, 73: 27-31, 1995.
- MÜLLER, P. Zum Vorkommen von *Caiman latirostris* auf der Insel von Santa Catarina (Brasilien). *AquaTerra*, v. 8, n. 5, p. 59-60, 1995.
- PASSOS, L. F.; COUTINHO, M. E.; YOUNG, R. J. Demographic and growth analysis of Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in a disturbed environment in southeastern Brazil. *Herpetological Journal*, v. 24, p. 223-228, 2014.
- QUADROS, J. Uso do hábitat e estimativa populacional de lontras antes e depois da formação do

reservatório de Salto Caxias, Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 7, n. 2, p. 97-107, 2012.

SEMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Bacias Hidrográficas do Paraná: Série Histórica**. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2010. 139 p.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul**. Edição 2007-2008. Porto Alegre: SEMA, Departamento de Recursos Hídricos, 2008. 284 p.

TUSSOLINO, M. G. P.; SCHAITZA, E. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; SAYAMA, C.; MORATO, S. A. A.; ULANDOWSKI, L. K. M. A.; CAVILHA, M. R. **Resumo executivo da avaliação ecológica rápida do corredor Caiuá-Ilha Grande**. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná; STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2007a. 48 p.

TUSSOLINO, M. G. P.; SCHAITZA, E. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; SAYAMA, C.; MORATO, S. A. A.; ULANDOWSKI, L. K. M. A.; CAVILHA, M. R. **Resumo executivo da avaliação ecológica rápida do corredor Iguaçu-Paraná**. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná; STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2007b. 44 p.

VERDADE, L. M. The São Francisco river “codfish”: the northernmost wild populations of the Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Crocodile Specialist Group Newsletter*, v. 20, n. 4, p. 80-82, 2001.

VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Darwin: Crocodile Specialist Group, 3ed, 2010. p. 18-22.

VERDADE, L. M.; PIÑA, C. I. *Caiman latirostris* (Daudin) Broad-snouted caiman. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, v. 833, p. 1-21, 2006.



Foto: Leonardo Merçon

## **GENÉTICA DA CONSERVAÇÃO DOS CROCODILIANOS NO BRASIL**

Izeni Pires Farias, Igor Joventino Roberto, Fábio Lima Muniz, Sandra Marcela Hernández-Rangel, Pedro Senna Taylor Bittencourt, Zilca Campos, Tomas Hrbek



## Introdução

Nas últimas décadas, o crescimento populacional humano e a consequente ocupação de áreas com alta biodiversidade vem causando uma maior demanda por recursos naturais e fontes de energia de uma forma não sustentável, acarretando impactos severos na biodiversidade mundial (CINCOTTA et al., 2000; SINGH, 2002; LEES et al., 2016). Consequentemente, a fragmentação e a perda de hábitat constituem uma das principais causas da perda de biodiversidade, levando a reduções populacionais e até mesmo à extinção de espécies (SINGH, 2002).

As regiões tropicais possuem cerca de 78% das espécies do planeta, o que pode estar subestimado devido à falta de inventários taxonômicos completos em várias regiões e incertezas taxonômicas existentes; associado ao fato de que nessas regiões altamente diversas, nas quais a perda de habitat e degradação ambiental ocorrem em taxas elevadas, várias espécies estão se extinguindo sem ao menos terem sido descritas pela ciência (BARLOW et al., 2018). Dessa forma, conhecer o número real de espécies existentes e monitorar suas populações são fundamentais para a conservação da biodiversidade. A genética da conservação é uma disciplina que utiliza análises genéticas moleculares para estimar parâmetros populacionais de espécies que podem estar sofrendo impactos decorrentes de ações antrópicas como: perda de diversidade genética, aumento da endogamia, redução e fragmentação populacional, entre outros. Além disso, a genética da conservação pode ser utilizada para a delimitação de espécies com incertezas taxonômicas, a identificação de espécies crípticas, a definição de unidades de manejo e de unidades evolutivas significantes e também para pesquisas forenses (FRANKHAM et al., 2010).

Atualmente, existem 26 espécies de crocodilianos (SHIRLEY et al., 2018; IUCN, 2019; MURRAY et al., 2019), pertencentes às famílias Alligatoridae (n = 8), Crocodylidae (n = 15) e Gavialidae (n = 2). Cerca de 40% das espécies estão classificadas entre vulneráveis ou criticamente ameaçadas (IUCN, 2019). No Brasil ocorrem seis espécies integrantes da família Alligatoridae: *Caiman crocodilus*, *C. yacare*, *C. latirostris*, *Paleosuchus palpebrosus*, *P. trigonatus* e *Melanosuchus niger*, nenhuma das quais está ameaçada de extinção, devido, principalmente, a ampla distribuição geográfica e aos grandes tamanhos efetivos das suas populações. Porém, estudos recentes indicam que todas elas possuem populações geneticamente estruturadas e presença de unidades evolutivas diferenciadas ao longo da sua distribuição, assim como a presença de possíveis linhagens e/ou espécies crípticas (VENEGAS-ANAYA et al., 2006; GODSHALK, 2008; HERNÁNDEZ-RANGEL, 2015; BORGES et al., 2018; MUNIZ et al., 2018; BITTENCOURT et al., 2019; ROBERTO et al., 2020), o que pode ser um indicativo de que o real número de espécies de crocodilianos que ocorrem na América do Sul pode estar subestimado e necessitando de medidas de conservação e manejo diferenciadas.

Ações para conservação, como planos de translocação e reintrodução de indivíduos a fim de evitar a depressão por endocruzamento, são mais efetivas quando consideram o grau de fragmentação e as taxas de fluxo gênico dentro das populações e entre elas (FRANKHAM

et al., 2002). Isso ocorre porque, antes de manejar, deve-se definir primeiro a unidade de manejo. Caso essa unidade de manejo seja uma unidade evolutiva significativa (*ESU*, do inglês *Evolutionary Significant Unit*), que está evoluindo de forma independente, pode ser considerada uma prioridade para a conservação genética dentre as populações naturais (CRANDALL et al., 2000). Para conservar a diversidade genética de uma espécie é importante conhecer sua história evolutiva recente, com todas as mudanças que atuam sobre a diversidade genética de maneira integrada, e as características demográficas básicas das populações (FRANKHAM et al., 2002). Para populações geneticamente estruturadas, espera-se um maior nível de adaptações locais. Assim, a diversidade genética nessa área precisa ser preservada, pois as adaptações acumuladas nesses indivíduos são únicas e se perderiam se tal população viesse a ser extinta (HAIG, 1998). Caso a população seja panmítica e com vasta distribuição, é mais viável concentrar esforços na conservação de apenas uma área, usando indivíduos para recolonizar outras quando necessário (HAIG, 1998). Desse modo, o estudo de parâmetros genéticos populacionais e dos processos que podem estar ocorrendo em populações naturais são importantes para conhecer melhor o *status* de conservação da espécie e traçar, se necessário, planos de conservação mais eficientes. Tais estudos são realizados por meio da utilização de marcadores moleculares neutros, na ausência de seleção natural, de modo que o conjunto de mutações do gene (marcador molecular) seja um reflexo da história evolutiva da espécie.

Vários são os marcadores genéticos utilizados para estudos que abordam a genética da conservação em animais, mas os mais comumente usados são os baseados no método da reação em cadeia da polimerase (*PCR*, do inglês *Polymerase Chain Reaction*), dentre os quais o sequenciamento de genes e a genotipagem de *loci* de microssatélites são os mais populares. Entretanto, marcadores genômicos já estão sendo implementados em vários grupos.

No início dos anos 80, o uso do sequenciamento de genes do genoma mitocondrial (DNAm) acelerou o conhecimento em vários aspectos da biologia e ecologia. Os genes do DNA mitocondrial são amplamente utilizados como ferramentas em estudos populacionais, filogeográficos e filogenéticos pois possuem características como a herança uniparental (geralmente materna), ausência de recombinação e altas taxas evolutivas, quando comparadas às do genoma nuclear (BROWN et al., 1982; MEYER, 1993; LI, 1997). Essas taxas de evolução são altas devido à ineficiência de mecanismos de reparo, à alta exposição a radicais livres no ambiente oxidante da mitocôndria e à ausência de associação com proteínas histonas, que conferem compactação e proteção ao DNA (WILSON et al., 1985; LI, 1997; NEDBAL e FLYNN, 1998). O DNAm é uma molécula de DNA circular, disposta em fita dupla, pequena e presente em múltiplas cópias nas células. Sua organização inclui 13 genes codificadores de proteína, dentre eles o Citocromo b (*Cytb*), que está presente na cadeia transportadora de elétrons (AVISE, 2004) (Figura 1).

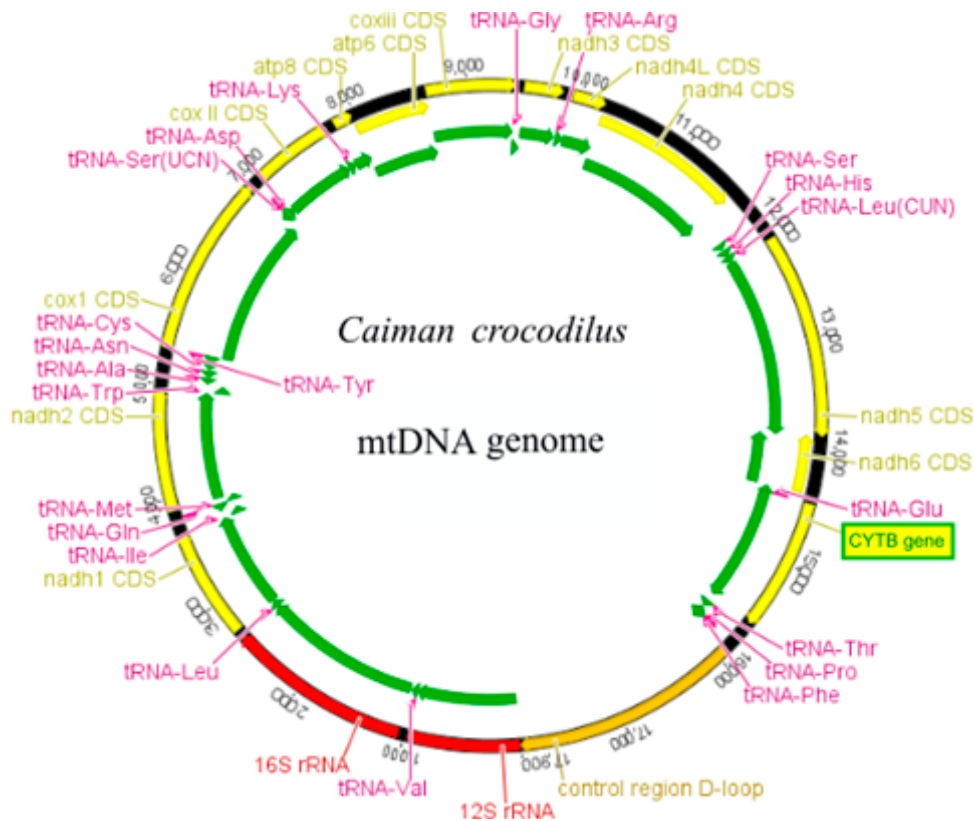


Figura 1: Mapa gênico do DNA mitocondrial de *Caiman crocodilus* obtido de sequência do *GenBank* (Número de Acesso AJ404872; Dados de JANKE et al., 2001). A posição do gene do Citocromo b (*Cytb*) está destacada em amarelo.

Dentre os genes deste genoma, o Citocromo b (*Cytb*) tem sido o mais utilizado em crocodylianos desde abordagens populacionais (FARIAS et al., 2004) à hipóteses filogenéticas (HRBEK et al., 2008) e filogeográficas (MUNIZ et al., 2018; BITTENCOURT et al., 2019; ROBERTO et al., 2020). Dentro do genoma nuclear, o éxon do gene *RAG1* (*Recombination Activating Gene 1*) é um dos mais utilizados (HRBEK et al., 2008; BORGES et al., 2018).

Com uma visão mais holística, pesquisadores descobriram, através da integração do uso de técnicas genéticas e morfológicas, que várias espécies com ampla distribuição geográfica possuem populações geograficamente isoladas, com alta estruturação genética e presença de várias linhagens crípticas, os levando a questionar o *status* taxonômico de várias espécies tanto na África: (*Crocodylus niloticus*, *Osteolaemus tetraspis* e *Mecistops cataphractus* (e.g., HEKKALA et al., 2011; SHIRLEY et al., 2014, 2018) como na América do Sul: *Paleosuchus palpebrosus* e *P. trigonatus* (MUNIZ et al., 2018; BITTENCOURT et al., 2019), *Caiman crocodilus/yacare* complexo (ROBERTO et al., 2020). As incertezas taxonômicas são uma questão importante dentro da área da genética da conservação, uma vez que decisões erradas podem ser tomadas por não se conhecer o *status* taxonômico de uma espécie (FRANKHAM et al., 2004). Portanto, abordagens filogenéticas e filogeográficas são algumas das ferramentas metodológicas que podem ser utilizadas para a resolução dessa problemática.

Um outro aspecto da biologia dos crocodilianos que teve grande incremento fornecido pelos marcadores moleculares foi o sistema de acasalamento. O tipo de sistema de acasalamento indica como a herança genética é passada através das gerações e desta maneira influencia todos os aspectos relacionados à estruturação e tamanho efetivo populacional, aspectos esses muito importantes para a conservação. Na natureza, os sistemas de acasalamentos podem ser de dois tipos: monogâmicos ou poligâmicos. A monogamia é caracterizada por uma fidelidade entre os casais, e pode ou não envolver cuidado parental pelos pais ou por um dos pais. Esse comportamento também pode perdurar por toda a vida do casal ou ocorrer somente uma vez durante o período reprodutivo. Já na poligamia, a qual envolve ter mais do que um parceiro do sexo oposto no período da reprodução, podemos encontrar alguns padrões mais complexos, tais como: a poligenia, quando o macho fertiliza várias fêmeas, e a poliandria, quando uma fêmea tem seus óvulos fertilizados por vários machos.

Tradicionalmente, a maior parte dos trabalhos sobre tipos de sistema de acasalamento na natureza envolveram observações em campo. Entretanto, em vários grupos de animais esta observação pode ser bastante difícil e a ajuda de ferramentas genéticas veio como uma poderosa alternativa para o conhecimento dos sistemas de acasalamentos. Os marcadores mais utilizados e mais apropriados para esse tipo de abordagem são os *loci* de microssatélites. *Loci* de microssatélites são regiões no genoma que apresentam repetições de um a quatro nucleotídeos *em tandem*, sendo de mono, di, tri, ou tetranucleotídeos, e que podem ser simples, compostas ou imperfeitas (Figura 2).

CLASSIFICAÇÃO DE MICROSSATÉLITES	
Número de nucleotídeos por repetição:	Arranjo dos nucleotídeos nos motivos de repetição:
1. Mononucleotídeos <b>AAAAAAAAAAAA</b>	1. Perfeitos <b>CTCTCTCTCTCT</b>
2. Dinucleotídeos <b>TATATATATATA</b>	2. Imperfeitos <b>CTCTCTATCTCT</b>
3. Trinucleotídeos <b>TAGTAGTAGTAG</b>	3. Interrompidos <b>CTCTAAAAGCTCT</b>
4. Tetranucleotídeos <b>TAGCTAGCTAGC</b>	4. Compostos <b>CTCTCTAGAGAG</b>

Figura 2: Classificação dos marcadores microssatélites conforme o tipo de repetição dos nucleotídeos de DNA.

Por serem marcadores bastante polimórficos, possuírem uma herança Mendeliana e por serem codominantes (GOLDSTEIN et al., 1999), os microssatélites têm uma ampla utilização dentro das diversas áreas da biologia, com importantes contribuições para a biologia da conservação, ecologia, genética de populações, entre outras. Para os crocodilianos do Brasil, os marcadores microssatélites têm sido utilizados para acessar o sistema de acasalamento deste grupo e para investigar os aspectos genético-populacionais, o que será abordado em mais detalhes neste capítulo, sobre cada uma das espécies.

Todos os aspectos mencionados, apontam para uma revolução que está ocorrendo na pesquisa de crocodilianos, possibilitada pelo uso de ferramentas moleculares, que aprimoraram nosso conhecimento sobre a diversidade de espécies e conseqüentemente, a delimitação de estratégias de conservação para as mesmas. Neste capítulo, abordaremos os avanços no conhecimento da genética da conservação de cada uma das espécies de jacaré que ocorrem no Brasil.

### Jacaré-tinga - Complexo *Caiman crocodilus/yacare*

O jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) (Figura 3a) é uma espécie com ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sul do México, América Central, Bolívia, Colômbia, Peru, Equador, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e em todos os biomas brasileiros, com exceção da Mata Atlântica e dos Pampas (ESCOBEDO-GALVAN et al., 2011; FARIAS et al., 2013a). Essa ampla distribuição geográfica e a presença de numerosas populações em níveis regionais e locais, especialmente na Amazônia, levou a espécie a ser classificada como pouco preocupante na lista da IUCN (BALAGUERA-REINA e VELASCO, 2019).



Figura 3: (A) Indivíduo de jacaré-tinga (*Caiman crocodilus*) e (B) jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*).  
Fotos: Igor J. Roberto.

De acordo com a filogenia proposta por Hrbek et al. (2008), baseada em sequências do gene mitocondrial Citocromo b (*Cytb*) e dos genes nucleares RAG 1 e MYC, dentro da Subfamília Caimaninae, *Melanosuchus niger* é a espécie irmã do clado formado por *C. latirostris* e *Caiman crocodilus-C. yacare*. Usando o gene *Cytb*, Bittencourt et al. (2019) dataram a diversificação do gênero *Caiman* em 22,13 milhões de anos atrás, sendo que a diversificação de *C. crocodilus* e *C. yacare* ocorreu há aproximadamente 7,32 milhões de anos (Figura 4).

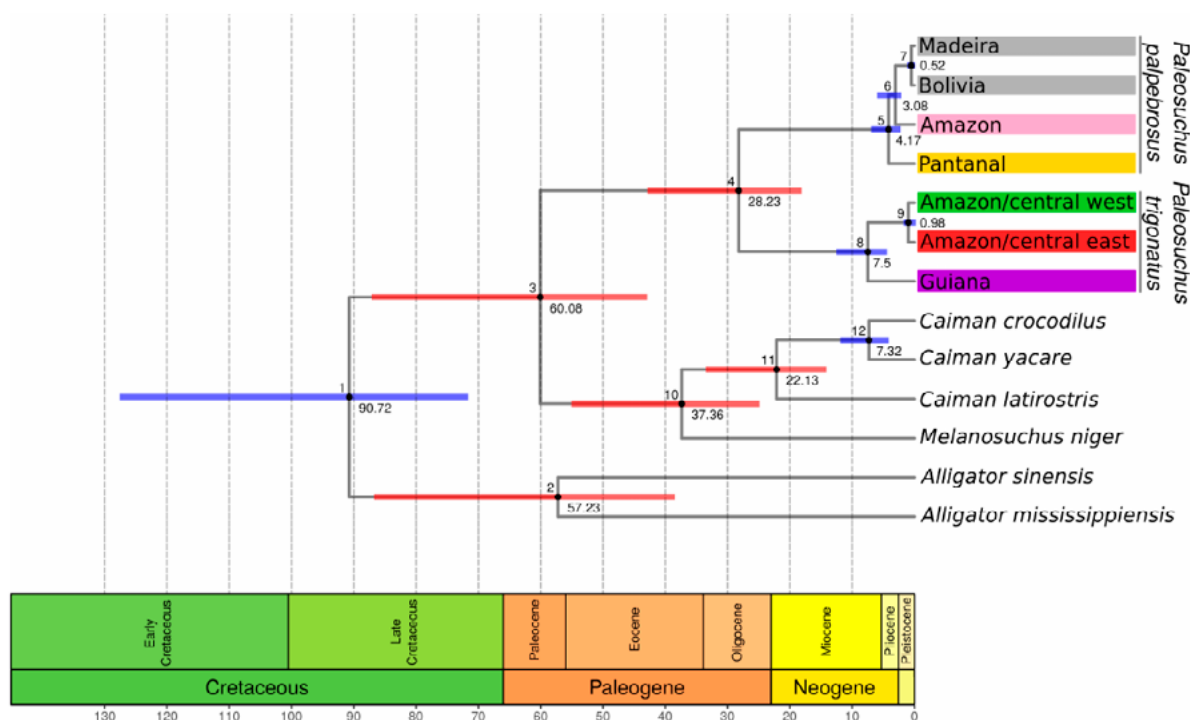


Figura 4: Filogenia das espécies de crocodilianos neotropicais baseada em sequências do gene *Cytb*.  
Fonte: Bittencourt et al. (2019).

A espécie *Caiman crocodilus* possui uma história taxonômica complexa, com várias subespécies reconhecidas: *Caiman crocodilus crocodilus* que ocorre em toda Bacia Amazônica da América do Sul, Orinoco, Araguaia-Tocantins, Parnaíba e Bacia Costeira Atlântica até o Estado do Ceará; *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868) que ocorre em Honduras, Nicarágua até as planícies costeiras do Oceano Pacífico da Colômbia e Equador, alcançando o Rio Yaracui na Venezuela; *Caiman crocodilus chiapasius* (Bocourt, 1876) com ocorrência em Oaxaca e Chiapas no México até El Salvador e *Caiman crocodilus apaporiensis* Medem, 1955 que se distribui na Região do Alto Rio Apaporis, Colômbia.

A outra espécie do complexo é *Caiman yacare* (Daudin, 1802) (Figura 3b), conhecido como jacaré-do-Pantanal. Possui duas subespécies: *Caiman yacare yacare* (Daudin, 1802) que ocorre nas bacias do Paraguai-Paraná e *Caiman yacare medemi* (Donoso-Barros, 1974) Região

do Rio Beni, Guaporé, Mamoré na Bolívia e Brasil (GODSHALK, 2008; FARIAS et al., 2013b). Dentro das espécies de *Caiman* uma das questões que tem gerado discussões e é um tema que ainda merece vários estudos para se chegar a um consenso, é o complexo *Caiman crocodilus-yacare*. A provável ocorrência de zonas de hibridização entre *C. crocodilus* e *C. yacare* no alto e médio Rio Madre de Dios (Peru e Bolívia), no Alto Rio Acre, Rio Abunã, Alto Madeira, e Rio Mamoré entre Guajará-Mirim e Abunã, também dificulta uma delimitação taxonômica mais precisa, devido a uma maior variação nos caracteres diagnósticos entre as duas espécies (BRAZAITIS et al., 1998); isso levou alguns autores a acreditarem que *C. yacare* seria na realidade uma subespécie de *Caiman crocodilus* (MAGNUSSON, 2001). Pesquisas genéticas utilizando o gene mitocondrial *Cytb* evidenciam a separação de duas linhagens genéticas dentro de *C. yacare* (GODSHALK, 2008; ROBERTO et al., 2020), as quais seriam duas unidades evolutivas significantes, estruturadas geneticamente, e que deveriam ser manejadas e conservadas de forma diferenciada. Entretanto, Hrbek et al. (2008), utilizando marcadores mitocondriais e nucleares, não encontraram monofilia recíproca entre *C. crocodilus* e *C. yacare* nas populações do Amazonas e do Alto Rio Madeira, o que poderia ser o indicativo de uma zona de transição ou de contato secundário entre as duas espécies e possivelmente de hibridização.

Venegas-Anaya et al. (2008) realizaram um estudo mais abrangente da filogeografia do complexo *Caiman crocodilus*, incluindo amostras das subespécies *C. c. crocodilus*, *C. c. fuscus* e *C. c. chiapasius*. Tais autores encontraram uma correlação entre diferentes unidades evolutivamente significantes de *C. crocodilus* com a taxonomia atual das subespécies reconhecidas, evidenciando a necessidade de estratégias de conservação e manejo diferenciado nas diferentes unidades evolutivas. Os autores verificaram duas linhagens evolutivas de *C. c. crocodilus* na Bacia Amazônica, originadas no final do Mioceno (5,7-6,7 milhões de anos atrás), sendo uma delas representada pelas populações da Bacia Amazônica no Brasil (analisadas por VASCONCELOS et al., 2006) e uma população críptica de *C. c. crocodilus* no Rio Ucayali, no Peru, podendo representar outra subespécie. Porém, os autores não incluíram *Caiman yacare*, que faz parte do complexo de espécies de *Caiman crocodilus*. Além disso, não foi feito um teste de delimitação do número de linhagens e/ou espécies utilizando uma abordagem integrada com análises moleculares e morfológicas (VENEGAS-ANAYA et al., 2008).

Roberto et al. (2020) realizaram uma ampla amostragem de indivíduos do complexo *Caiman crocodilus/yacare*, incorporando todos os táxons presentes, com exceção de *C. c. apaporiensis*, ao longo de toda sua distribuição. Os autores realizaram diferentes métodos moleculares de descobrimento de espécies e encontraram entre 7-10 linhagens evolutivas dentro do complexo. *Caiman crocodilus lato senso* incorporaria três grandes linhagens (Orinoco + Alto Rio Negro, Amazonas e Escudo Brasileiro), *Caiman yacare* seria composto por uma linhagem na Bacia do Rio Paraguai e outra com indivíduos do Madeira + Bolívia, incluindo potenciais híbridos entre as duas linhagens (ROBERTO et al., 2020). Além de encontrar as linhagens previamente identificadas por Venegas-Anaya et al. (2008) de *C. c. fuscus*, *C. c. chiapasius*,

também ampliando a distribuição da linhagem críptica de *C. crocodilus* do Peru, para a Bacia do Rio Madre de Dios no Peru até o Alto Rio Purus no Brasil, os autores também descobriram uma nova linhagem para o Alto Rio Branco, padrão similar ao encontrado em *Paleosuchus trigonatus* (BITTENCOURT et al., 2019).

A diversificação dessas linhagens teria iniciado durante o Oligoceno - Mioceno, com posterior surgimento das linhagens mais recentes no Pleistoceno, com grande influência de eventos geomorfológicos como a elevação dos Andes e eventos de captura de cabeceira (ROBERTO et al., 2020). O descobrimento dessas linhagens é extremamente importante para a conservação pois muitas delas encontram-se em regiões altamente impactadas pela criação de usinas hidroelétricas, mineração e caça, demonstrando a necessidade de estratégias de conservação que incorporem linhagens evolutivas nas agendas públicas (ROBERTO et al., 2020). Todas essas evidências da existência de diversas linhagens crípticas nesse complexo sugerem que uma pesquisa focando na taxonomia integrativa (ver DAYRAT, 2005; PADIAL et al., 2010), a nível molecular e morfológico, contemplando a amostragem de várias linhagens ao longo da distribuição do complexo *C. crocodilus*-*C. yacare* é fundamental para elucidar a taxonomia, delimitar as espécies de forma mais acurada e replicável. Quanto aos níveis de diversidade genética, as publicações referentes a *C. crocodilus* no Brasil apresentam dados exclusivos para a Bacia Amazônica. Farias et al. (2004) analisaram indivíduos dos Rios Solimões, Rio Purus e Guiana Francesa (n = 32) e encontraram alto índice de diversidade genética. Os resultados dos testes de neutralidade demonstraram que as populações estão passando por um processo de expansão demográfica. *Caiman crocodilus* também apresentou uma maior diversidade gênica (Tabela 1) em comparação com *Alligator mississippiensis*, apresentando uma média de diversidade gênica de 0,53, enquanto que o último possui apenas 0,15 (GLENN et al., 2002).

Tabela 1: Parâmetros de diversidade genética em espécies crocodilianos da Amazônia obtidos pelo sequenciamento do gene *Cytb*. N = número de indivíduos; Hp = número de haplótipos; S = número de sítios polimórficos; pb = pares de bases;  $\hat{H}$  = diversidade gênica.

Espécie	N	Hp	S	Cytb(pb)	$\hat{H}$	Referência
<i>Caiman yacare</i>	82	18	21	1200	0,836 ± 0,025	Roberto et al., 2018
<i>Caiman crocodilus</i>	125	38	41	1085	0,733 ± 0,042	Vasconcelos et al., 2006
<i>Caiman latirostris</i>	59	12	43	1200	0,819 ± 0,038	Presente estudo
<i>Melanosuchus niger</i>	245	51	58	1140	0,848 ± 0,014	Hernández-Rangel, 2015
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	206	22	35	1102	0,791 ± 0,021	Muniz et al., 2018
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	230	36	57	1020	0,856 ± 0,015	Bittencourt et al., 2019



Vasconcelos et al. (2006) aumentaram a amostragem de *C. crocodilus* (n= 125 indivíduos), incorporando dados dos Rios Japurá, Uaçá, Negro e indivíduos de Pacaya-Saimiria, no Peru. Os resultados corroboram com o trabalho de Farias et al. (2004), demonstrando uma alta diversidade genética nas populações de *Caiman crocodilus crocodilus* da Bacia Amazônica e norte da costa Atlântica (Amapá e Guiana Francesa), apesar dos históricos eventos de declínio populacional que essa espécie tinha sofrido devido a caça (ver DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Os autores sugerem que ocorreu uma expansão territorial contínua da espécie ou colonização a longa distância como fatores determinantes na dinâmica populacional da espécie na Bacia Amazônica. As populações desta espécie na Guiana Francesa e do Amapá, Bacia Costeira Atlântica, demonstraram serem significativamente diferenciadas das populações da Bacia Amazônica. Desta maneira, as populações nestas duas grandes áreas geográficas devem ser vistas como duas unidades de manejo diferenciadas.

Os trabalhos relacionados ao sistema de acasalamento sugerem um comportamento poligâmico neste complexo, com uma alta frequência de poliandria em 99% das ninhadas de *C. crocodilus* (OLIVEIRA et al., 2014) e aproximadamente 67% em *C. yacare* (OJEDA et al., 2017). Apesar de esses achados terem sido feitos em poucas populações, provavelmente a poliandria seja o padrão mais frequente para estas espécies.

Os estudos da genética da conservação em *C. crocodilus* apontam a necessidade de novas pesquisas sobre a taxonomia das unidades evolutivas e linhagens previamente delimitadas (VENEGAS-ANAYA et al., 2008; ROBERTO et al., 2020) para que novas estratégias de manejo e conservação incorporem toda a diversidade de linhagens evolutivas no complexo (ver ROBERTO et al., 2020).

## Jacaré-do-papo-amarelo – *Caiman latirostris*

*Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Figura 5) é a espécie irmã do complexo *Caiman crocodilus*-*C. yacare*, que se diversificou há cerca de 22,13 milhões de anos (Figura 4) (BITTENCOURT et al., 2019). É uma espécie amplamente distribuída na Bolívia, Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, a espécie ocorre nas bacias do Rio São Francisco, Paraguai, Paraná e nas bacias costeiras desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul (COUTINHO et al., 2013).

Os principais trabalhos publicados sobre a genética populacional em *Caiman latirostris* no Brasil foram os de Verdade et al. (2002), em uma escala microgeográfica no Estado de São Paulo, enquanto que Villela et al. (2008) e Borges et al. (2018) analisaram mais populações ao longo da distribuição da espécie. Verdade et al. (2002) analisaram populações de *C. latirostris* do Rio Piracicaba e seus tributários, utilizando marcadores microsatélites. Os autores verificaram um certo isolamento entre as populações estudadas, com diferenças na diversidade gênica e heterozigosidade, e também, constataram um baixo fluxo gênico entre as diferentes populações, o que poderia representar um padrão de metapopulação na espécie.



Figura 5: Indivíduo de *Caiman latirostris*. Foto: Leonardo Merçon, Instituto Últimos Refúgios (2017).

Villela et al. (2008) utilizaram análises com microssatélites de 142 indivíduos provenientes de 10 localidades, nos estados de Alagoas, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e São Paulo. Os autores encontraram níveis moderados de polimorfismo e baixa heterozigosidade, sugerindo que as populações sofreram maior efeito da deriva gênica e da endogamia, possivelmente por causa da fragmentação dos seus habitats (VILLELA et al., 2008). Comparando os valores de  $H_e$  obtidos dos dados de microssatélites para as diferentes espécies de *Caiman* (Tabela 2), *C. latirostris* apresenta valores medianos de diversidade genética.

Segundo os mesmos autores, as populações do jacaré-do-papo-amarelo que ocorrem na costa brasileira, Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Sul estão mais relacionadas, enquanto que as populações da Ilha do Cardoso, São Paulo, estão isoladas das populações continentais de São Paulo; ao mesmo tempo as populações de *C. latirostris* do Mato Grosso do Sul, na Bacia do Rio Paraguai, formam um grupo bem estruturado e mais diferenciado das populações da costa do país, pelo que merecem um esforço de conservação diferenciado (VILLELA et al., 2008). O sistema de acasalamento para esta espécie foi estudado por Amavet et al. (2012), que sugeriram a presença de poligamia, entretanto em uma frequência baixa (17%).

Tabela 2: Parâmetros de diversidade genética de crocodilianos baseados em marcadores microsatélites compilados da literatura. N = número de indivíduos; *Nlocus* = número de *loci* analisados; Nalelos = número de alelos; *Ho* = heterozigosidade observada; *He* = heterozigosidade esperada.

Espécie	País	Nind	Nlocus	Nalelos	<i>Ho</i>	<i>He</i>	Referência
<i>Caiman yacare</i>	Brasil	21	10	74	0,370	0,545	Oliveira et al., 2010
	Argentina	146	10	72	0,339	0,401	Odeja et al., 2016
	Bolívia	145	11	241	0,813	0,889	Godshalk, 2006
	Paraguai, Argentina	51	11	163	0,713	0,846	
<i>Caiman crocodilus</i>	Brasil	38	12	116	0,615	0,702	Oliveira et al., 2010
		6	9	34	0,537	0,623	Muniz et al., 2019
<i>Caiman latirostris</i>	Brasil	142	11	184	0,559	0,630	Villela et al., 2008
	Argentina	150	4	24	0,441	0,745	Amavet et al., 2012
		57	10	-	0,370	0,730	Amavet et al., 2017
<i>Melanosuchus niger</i>	Brasil, Equador, Guiana Francesa	169	8	220	0,610	0,538	De Thoisy et al., 2006
	Brasil	6	9	21	0,639	0,522	Muniz et al., 2019
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	Brasil	5	9	32	0,666	0,658	Muniz et al., 2019
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Brasil	32	10	47	0,477	0,469	Muniz et al., 2019

Borges et al. (2018) sequenciaram 37 indivíduos de *C. latirostris* das Bacias do Rio São Francisco, Rio Jequitinhonha, Rio Doce e Rio Paraná, utilizando análises *multilocus*, dois genes mitocondriais (16SrRNA e COI) e um nuclear (*RAG1*). Os autores encontraram forte estruturação genética entre as bacias hidrográficas e delimitaram três unidades evolutivas significantes (*ESU*) na espécie: Rio Doce, Rio São Francisco + Jequitinhonha e Rio Paraná. Os autores alertam que o alto número de hidroelétricas que estão sendo construídas e a alta fragmentação do hábitat causada por atividades antrópicas, podem acarretar na perda da

diversidade genética da espécie ao longo de toda sua distribuição. Além disso, mencionam a necessidade de medidas de conservação para cada *ESU* delimitada, especialmente para a do Rio Doce que precisa ser monitorada devido ao grande desastre ambiental que ocorreu nesta bacia hidrográfica, no ano de 2015, devido ao derramamento de toneladas de minério de ferro, o que pode ter acarretado declínio populacional ao longo da região.

Roberto et al. (2020) utilizando o marcador mitocondrial *Cytb* e métodos moleculares de descobrimentos de espécies, encontraram as mesmas linhagens de Borges et al. (2018). Uma linhagem mais basal dos indivíduos que ocorrem na Bacia do Rio Paraná, sendo irmã de um clado composto pelas linhagens do Rio São Francisco + Rio Doce. Além disso, ampliaram a distribuição da linhagem do Rio São Francisco para a costa atlântica do Nordeste, a linhagem do Rio Doce foi ampliada para a costa de Santa Catarina e a linhagem do Rio Paraná teve a ocorrência ampliada desde o Rio Pilcomayo na Bolívia até a Bacia Costeira Atlântica no Rio Grande do Sul (ROBERTO et al., 2020). Os autores sugerem uma diversificação inicial durante o Mioceno na região da Bacia do Paraná com posterior diversificação e separação das linhagens do Rio Doce e São Francisco devido a formação da Serra do Espinhaço.

De acordo com nossa compilação, as populações de *C. latirostris* no Brasil apresentam diversidade genética moderada, estão estruturadas geneticamente em uma escala microgeográfica, ocorrem em habitats altamente fragmentados e conseqüentemente necessitam de medidas de conservação efetivas, especialmente nas diferentes *ESU* recentemente delimitadas (ver BORGES et al., 2018; ROBERTO et al., 2020).

### Jacaré-açu - *Melanosuchus niger*

*Melanosuchus niger* (Spix, 1825) (Figura 6) é a única espécie conhecida deste gênero, grupo irmão do gênero *Caiman* e que divergiu há aproximadamente 37,36 milhões de anos (BITTENCOURT et al., 2019). A espécie é conhecida popularmente como jacaré-açu, devido ao seu grande tamanho, sendo a maior de todas as espécies da Família Alligatoridae (THORBJARNARSON, 2010). A espécie encontra-se amplamente distribuída na Bacia Amazônica, com algumas populações localizadas nos rios que drenam para o Atlântico, sendo que a maior área de distribuição é no Brasil (mais de 70% da área), nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Goiás e Mato Grosso (THORBJARNARSON, 2010). Os 30% restante da sua distribuição ocorre na Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa e Peru (THORBJARNARSON, 2010; MARIONI et al., 2013).

A caça comercial do século XX afetou drasticamente as populações de *M. niger*, devido à grande demanda de peles na Europa e nos Estados Unidos (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Este fato agravado com a perda de habitat, levou a espécie para um estado de ameaça crítico chegando quase à extinção, resultando em um alto nível de fragmentação das suas populações. No entanto, como consequência da proteção da fauna

silvestre (Lei N° 5.197/1967), junto com a diminuição do comércio de peles e as medidas de conservação e manejo, o jacaré-açu tem se recuperado substancialmente ao longo da sua distribuição original, sendo representada por populações locais abundantes (DA SILVEIRA e THORBJARNARSON, 1999). Esta recuperação levou a espécie a ser classificada como baixo risco/dependente de conservação na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da *IUCN* (*International Union for Conservation of Nature*) e no Apêndice II da CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) no Brasil e Equador, e no Apêndice I nos outros países (THORBJARNARSON, 2010).



Figura 6: Indivíduo juvenil de jacaré-açu (*Melanosuchus niger*). Foto: Sandra M. Hernandez-Rangel.

Para o manejo e a recuperação de espécies ameaçadas é fundamental preservar a diversidade adaptativa e os processos evolutivos das populações na sua área de distribuição, levando em consideração uma amostragem adequada e a realização de análises apropriadas que permitam estabelecer recomendações de conservação dependendo do grau e natureza das perturbações sofridas pela espécie em questão (CRANDALL et al., 2000). Com essa abordagem, os primeiros estudos genéticos com jacaré-açu foram realizados por Farias et al. (2004), com o objetivo de avaliar a existência de estrutura genética na espécie, observar se houve perda de diversidade genética devido à sobre-exploração do século XX e detectar sinais atuais de recuperação. Os autores estudaram indivíduos de quatro localidades: três da Amazônia Central (Arquipélago de Anavilhanas, Lago Janauacá e Rio Purus) e uma da Guiana Francesa (Reserva *Kaw Swamps*), usando o marcador mitocondrial *Cytb*, dada a sua capacidade de resolver

questões de estrutura populacional em outras espécies de crocodilianos (VASCONCELOS et al., 2006). Os resultados mostraram que existe estrutura populacional, determinada por isolamento por distância entre as populações da costa atlântica (Guiana Francesa) e aquelas da Bacia Amazônica, e sugeriram que possivelmente o tipo de água nas populações da Amazônia central pode ser um fator importante na sua diferenciação. Da mesma forma, as análises revelaram uma alta diversidade genética do *Cytb* para *M. niger*, quando comparada com a diversidade encontrada em *Alligator mississippiensis* (GLENN et al., 2002) (Tabela 1); e dentre as populações estudadas, a da Guiana Francesa mostrou níveis menores de diversidade, possivelmente por não estar conectada com a Bacia Amazônica, tendo uma menor capacidade de resiliência. Finalmente, a expansão demográfica encontrada pelos autores, foi vista como uma parte importante da dinâmica populacional em algumas áreas, concordante com informações dos censos populacionais, evidenciando recuperações locais da espécie. Apesar disso, os autores concluíram que o jacaré-açu precisará de tempo para se recuperar completamente, mas com o manejo contínuo, suas populações poderão apresentar uma recuperação real (FARIAS et al., 2004).

Dado que entender os padrões de variação genética das espécies é fundamental para a sua conservação, De Thoisy et al. (2006) fizeram um estudo complementar para avaliar a diversidade genética de *M. niger* usando marcadores microssatélites. Estes marcadores permitem ver a estrutura populacional em fina escala e identificar as forças evolutivas atuais, sendo muito importantes para o conhecimento da dinâmica das populações, podendo ser usado como ferramenta para planos de conservação (CRANDALL et al., 2000). Os autores estudaram sete localidades: três no Brasil (Anavilhanas, Janauacá e Rio Uaçá), uma no Equador (Reserva de Fauna Cuyabeno) e três na Guiana Francesa (*Kaw Swamps*, Rio Kaw e Estuário Approuague) (DE THOISY et al., 2006). Os resultados mostraram isolamento por distância, mas com um coeficiente de correlação baixo devido, possivelmente, a estruturação populacional a uma escala geográfica fina, sendo que os microssatélites evidenciaram estruturação entre populações geograficamente próximas, mas ecologicamente distintas tanto na Guiana Francesa, quanto no Brasil, assim como sugerido por Farias et al. (2004). Ainda, foi reportada uma alta diversidade genética em todas as populações estudadas, tal como foi visto no DNA mitocondrial, em contraste ao esperado para populações que sofreram declínio populacional devido à caça, talvez por causa da migração que mantém o fluxo gênico entre populações ou aos grandes tamanhos efetivos das populações, ajudando-as na sua manutenção e recuperação (DE THOISY et al., 2006). O estudo sugere que os esforços de conservação devem ser implementados em nível regional, incluindo locais chave, como áreas de nidificação, uso sustentável e manutenção do habitat, e funcionamento ecológico da região, gerando possibilidades de manter o fluxo gênico entre as populações (DE THOISY et al., 2006).

Posteriormente, o estudo realizado por Vasconcelos et al. (2008) avaliou os padrões de diversidade genética e a diferenciação genética entre várias populações da Bacia Amazônica,

ampliando a amostragem para 11 localidades: oito na Bacia do Rio Amazonas (Brasil: Anavilhanas, Janauacá, Rio Tapajós, Rio Madeira, Rio Purus e Reserva Mamirauá; Equador: Rio Napo; Peru: Rio Pacaya) e três em drenagens da costa Atlântica (Brasil: Rio Uaçá e Lago Txipok; Guiana Francesa: Rio Approuague). Os resultados foram concordantes com os estudos anteriores (FARIAS et al., 2004; DE THOISY et al., 2006), rejeitando a hipótese de panmixia, de modo que foram encontradas diferenças entre as populações do Amapá e da Guiana Francesa em relação às da Bacia Amazônica, provavelmente porque essas duas bacias estão separadas hidrologicamente. Considerando unicamente a Bacia Amazônica, não foi encontrada correlação entre as distâncias genéticas e geográficas, possivelmente porque o Rio Amazonas, seus tributários e a várzea associada, são condutos que permitem o intercâmbio de indivíduos na região. Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas relacionadas com o tipo de água, embora a diferenciação genética, entre as populações do mesmo tipo de água, seja menor que a encontrada entre populações que ocupam diferentes tipos de água.

Uma alta diversidade genética do marcador *Cytb*, inclusive maior que a observada por Farias et al. (2004), foi revelada, mas os altos valores de diversidade haplotípica junto com os baixos valores de diversidade nucleotídica observados, são característicos de populações que estão sofrendo expansão depois de um período de baixo tamanho efetivo populacional. O estudo sugere que o jacaré-açu encontra-se em processo de recuperação em algumas áreas da sua distribuição, e tendo em vista que é um elemento social, cultural e econômico importante da região, existe potencial para o uso sustentável e manejo controlado da espécie em algumas áreas específicas (VASCONCELOS et al., 2008).

Uma avaliação ainda mais abrangente foi realizada por Hernández-Rangel (2015), que estudou 17 localidades de *M. niger* ao longo da sua distribuição usando o marcador mitocondrial *Cytb* e marcadores *SNPs* (em inglês, *Single Nucleotide Polymorphism*), para avaliar os padrões de distribuição da variabilidade genética e a estrutura das populações. Os resultados evidenciaram uma forte estruturação genética das populações determinada por dois fatores: isolamento por distância e barreiras geográficas, nesses casos, corredeiras nos rios (HERNÁNDEZ-RANGEL, 2015). O primeiro elemento determina um padrão de distribuição da variabilidade genética que se estende do oeste para o leste, ao longo de um gradiente, representado principalmente por dois haplótipos mais frequentes. Por outro lado, as corredeiras de vários rios da Bacia Amazônica constituem barreiras para a dispersão dos indivíduos de jacaré-açu, restringindo o fluxo gênico entre populações e gerando diferentes grupos biológicos. Essas informações são importantes porque evidenciam a dinâmica da espécie através de processos demográficos e evolutivos. Também são relevantes para a conservação de *M. niger*, porque permitem definir unidades de conservação, que evoluem como entidades biologicamente significativas, e merecem ações de manejo específicas.

Neste trabalho, foram propostas sete unidades de conservação ao longo da distribuição da espécie (Figura 7), constituídas por três unidades operacionais para as populações não

discretas e quatro unidades de manejo (*MUs*) para as populações discretas (HERNÁNDEZ-RANGEL, 2015).

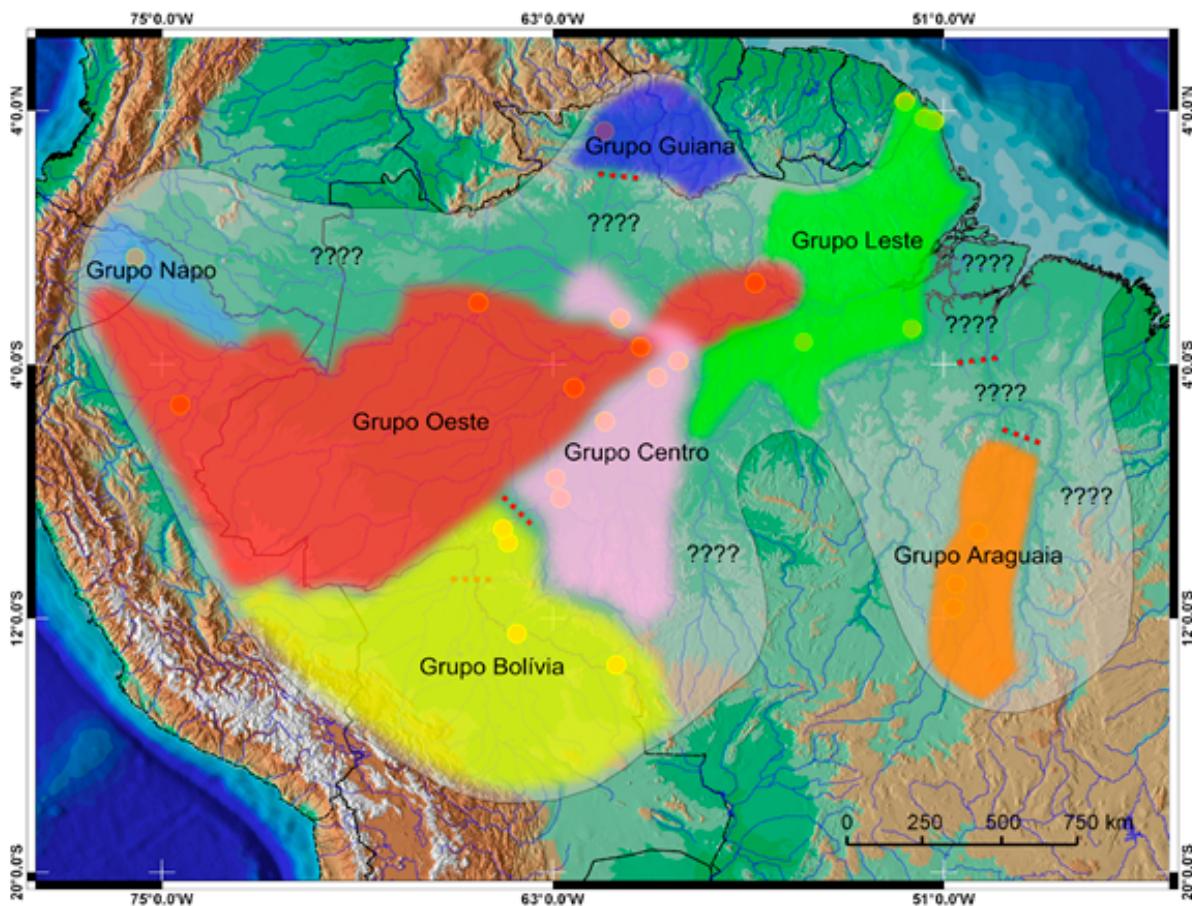


Figura 7: Mapa das sete áreas definidas para conservação do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) ao longo da sua distribuição, sugeridas por Hernández-Rangel (2015). Interrogações (????) = ausência de dados. Área branca delimitada = distribuição da espécie. Camada da distribuição tomada de IUCN (2000).

Finalmente, em 2018 foram desenvolvidos marcadores genômicos (*SNPs*) para a espécie, os quais podem ser usados em análises forenses, pois a presença de alelos privados permite identificar a origem geográfica de indivíduos de diferentes localidades, de partes de animais apreendidos ou mesmo de produtos derivados comercializados ilegalmente, tudo de uma forma rápida e econômica (HERNÁNDEZ-RANGEL et al., 2018). Isto constitui um elemento importante para o controle e regulação do aproveitamento do jacaré-açu, dado que no Brasil a espécie pode ser comercializada, segundo o Apêndice II da CITES.

Outra contribuição importante foi feita por Muniz et al. (2011). Os autores realizaram um estudo genético com microssatélites para desvendar padrões de acasalamento de *M. niger*, o qual é importante para a manutenção de populações viáveis e encontraram paternidade múltipla em ninhadas do jacaré-açu como resultado do comportamento poliândrico das fêmeas,



estabelecendo o sistema de acasalamento da espécie (MUNIZ et al., 2011). Esse tipo de sistema contribui com aumento do tamanho efetivo populacional, com o aumento e manutenção da variabilidade genética, e conseqüentemente com o aumento do potencial evolutivo da espécie. Tais elementos são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação.

De acordo com as informações expostas, é possível concluir que as populações de *M. niger* no Brasil possuem uma alta diversidade genética, estão estruturadas geneticamente ao longo da sua distribuição em uma escala regional, ocorrem em habitats relativamente bem conservados, com populações localmente abundantes, principalmente em áreas protegidas, sendo importante manter medidas de conservação para a espécie considerando as diferentes unidades de conservação previamente definidas.

### Jacaré-paguá - Complexo *Paleosuchus palpebrosus*

O jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) (Figura 8), está entre os menores crocodilianos vivos (CAMPOS et al., 2010) e possui ampla distribuição em 11 países da América do Sul: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela e Trinidad e Tobago (MAGNUSSON et al., 2019).



Figura 8: Indivíduo de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*). Foto: Zilca Campos.

Um estudo recente indica que a espécie está entre os crocodilianos mais abundantes do mundo (CAMPOS e MAGNUSSON, 2016), uma vez que os autores encontraram densidade de 28,4 indivíduos (não filhotes) por km<sup>2</sup> em uma área sob efeito da UHE Santo Antônio, Rondônia, Brasil. Até pouco tempo, acreditava-se que a espécie somente ocorria em baixas densidades ao longo de sua distribuição (CAMPOS et al., 1995; BOTERO-ARIAS, 2007; MUNIZ et al., 2015), porém, isso pode ser consequência do comportamento críptico da espécie (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010a) e sua ocorrência em habitats de difícil acesso a pesquisadores, fatores que podem explicar as baixas taxas de encontro obtidas por métodos de procura tradicionais. Essas características também dificultam a realização de estudos de biologia básica e só recentemente aspectos ecológicos importantes da espécie foram desvendados (CAMPOS et al., 2012a; CAMPOS e MAGNUSSON, 2013; CAMPOS et al., 2013a; CAMPOS et al., 2015b; VILLAMARÍN et al., 2017).

A espécie é classificada pela IUCN e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) Brasileira como de Menor Preocupação para a conservação (*Least Concern*), principalmente por apresentar distribuição geográfica ampla e ser localmente abundante em algumas áreas (CAMPOS et al., 2013a; MAGNUSSON et al., 2019). Embora, tais autoridades reconheçam que os dados populacionais disponíveis são insuficientes para uma avaliação conclusiva. Estudos pontuais identificaram ameaças a populações locais de *P. palpebrosus* nas bacias do Alto Rio Paraguai, Alto Rio Madeira, rios Araguaia e Tocantins e Rio Branco. As principais ameaças são perda e modificação de habitats, caça, urbanização, atropelamentos, poluição e construção de barragens (CAMPOS e MAGNUSSON, 2010; CAMPOS et al., 2012b; CAMPOS et al., 2013a; MAGNUSSON et al., 2019).

Dependendo da região de ocorrência, a espécie é susceptível a diferentes ameaças antropogênicas. Na Bacia do Alto Rio Paraguai, por exemplo, além da intensa urbanização existem 178 usinas hidrelétricas instaladas ou em fase de planejamento pelo governo brasileiro (ver em <http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>), justamente na área de ocorrência da espécie, o que pode resultar em significativa perda de habitat (MUNIZ et al., 2018). As bacias dos rios Araguaia e Tocantins estão localizadas em uma região de intensa atividade agrícola, onde boa parte da vegetação nativa foi transformada em monocultura, inclusive as matas ciliares, que são essenciais para a reprodução da espécie. Atropelamentos foram registrados tanto na Bacia do Alto Rio Madeira, Rondônia, Brasil, quanto na Bacia do Rio Branco, Roraima, Brasil, indicando que a urbanização está limitando a conectividade entre habitats e aumentando a fragmentação dessas populações (CAMPOS et al., 2012b; MUNIZ et al., 2015). Sem contar na pressão de caça intencional e ocasional que ocorre, com certa frequência, em toda a distribuição da espécie (CAMPOS e MUNIZ, 2019).

*Paleosuchus palpebrosus* ocupa uma grande variedade de habitats. Na bacia Amazônica ocorre preferencialmente em florestas alagadas (várzea e igapó) de rios e lagos, e também em nascentes e buritizais (CAMPOS e MAGNUSSON, 2010). A espécie também foi encontrada em

rios de grande porte e próximo a corredeiras nos rios Abunã, Guaporé, Mamoré e Alto Madeira e em poças na beira de estradas no interflúvio Madeira-Purus. Na Bacia do Alto Paraguai, a espécie ocupa rios de água corrente e pequenos riachos com substrato rochoso (ambientes que, na Amazônia, seriam ocupados preferencialmente por *P. trigonatus*), não ocorrendo na planície alagada, somente no entorno do Pantanal (CAMPOS et al., 2013a).

Hrbek et al. (2008) estudando as relações filogenéticas entre os jacarés sul-americanos, detectaram sinais de forte estruturação genética em *P. palpebrosus*, ainda que somente três indivíduos tenham sido analisados. Por ser amplamente distribuído na região tropical, ocorrer em uma grande variabilidade de habitats e ser pouco estudado do ponto de vista genético, somado aos indícios de estruturação genética acima expostos, *P. palpebrosus* foi considerada por Muniz (2012), como uma espécie candidata a conter diversidade críptica. Então, ele investigou a estruturação genética de *P. palpebrosus* usando o gene mitocondrial *Cytb*, numa abordagem filogeográfica, que abrangeu boa parte da Bacia Amazônica e a Bacia do Alto Paraguai. Nesse estudo, foi detectada a existência de quatro linhagens geneticamente estruturadas que os autores denominaram “Amazônia”, “Madeira”, “Bolívia” e “Pantanal” (Figura 9) (MUNIZ et al., 2018).

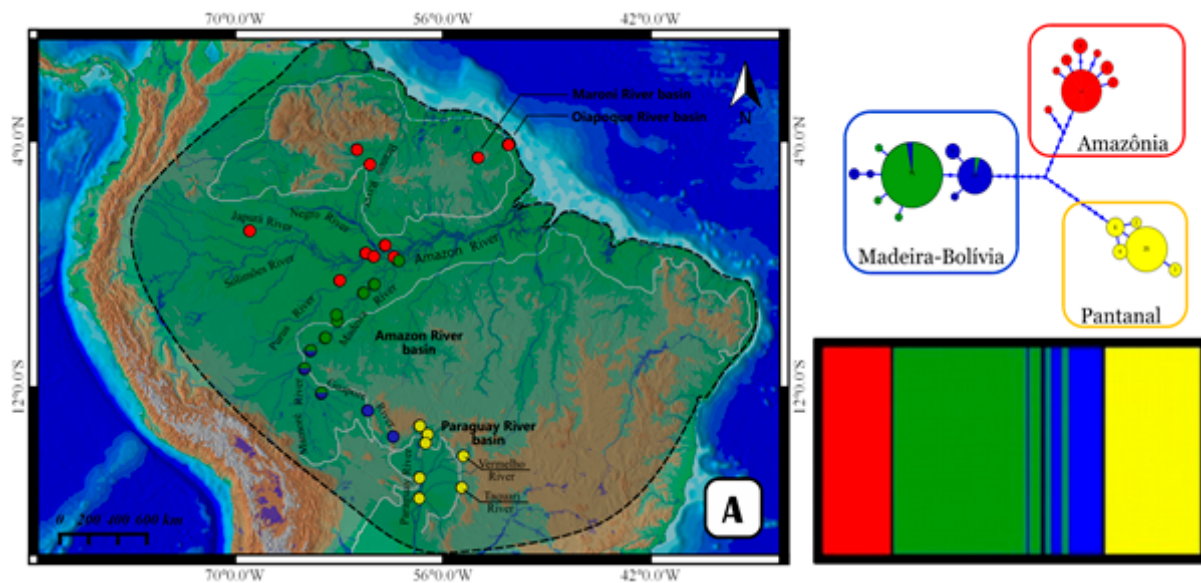


Figura 9: Distribuição espacial dos grupos biológicos detectados no complexo *Paleosuchus palpebrosus*, utilizando o gene mitocondrial Citocromo *b*. Os resultados da rede de haplótipos e da análise no programa BAPS suportam quatro grupos. Fonte: Figura adaptada de Muniz et al. (2018).

Ainda, Muniz et al. (2018) investigaram mais a fundo a estruturação genética previamente detectada e realizaram um estudo filogenômico em *P. palpebrosus*. Além do gene mitocondrial *Cytb* (Figura 9), o estudo baseou-se em uma representação reduzida do genoma de 20 indivíduos, obtida por meio da técnica *ddRADseq*, otimizada para o sequenciador *Ion Torrent*. E utilizando

os critérios estabelecidos no *AEC (Adaptive Evolutionary Conservation) framework* (FRASER e BERNATCHEZ, 2001), os autores delimitaram três *ESUs* em *P. palpebrosus*: “Amazônia”, “Pantanal” e “Madeira-Bolívia”, sendo esta última subdividida em duas *MUs* (Unidades de Manejo): “Madeira” e “Bolívia” (Figura 9). Assim, *P. palpebrosus* foi sugerida como um complexo de espécies e as *ESUs* foram consideradas como espécies candidatas que deveriam ser submetidas a estudos integrativos, para que seus *status* taxonômicos sejam definidos (Figura 10).

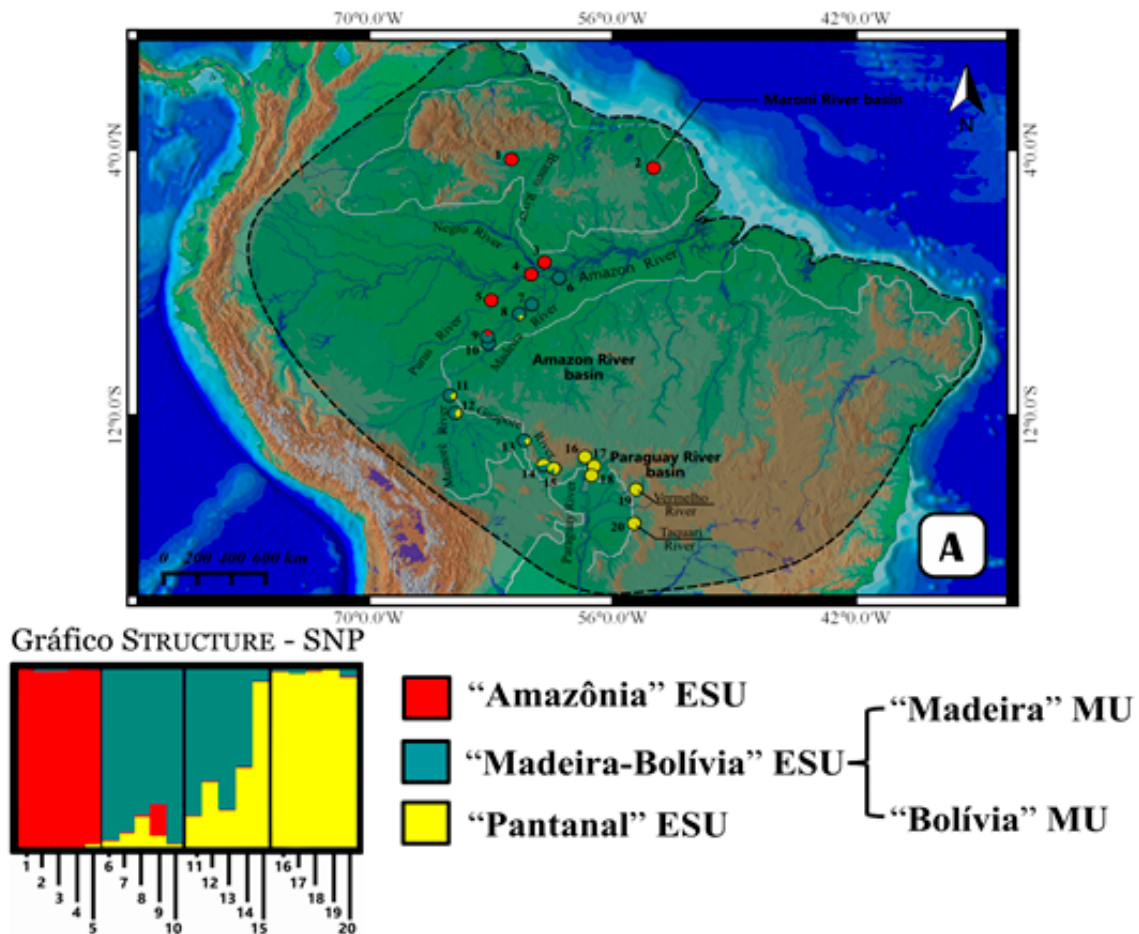


Figura 10: Distribuição espacial dos grupos biológicos detectados no complexo *Paleosuchus palpebrosus*, utilizando 532 *SNPs* não ligados. Os resultados da análise no programa *STRUCTURE* suportam a existência de três grupos biológicos e não quatro como o indicado pelo gene *Cytb*. A combinação dos resultados de ambos marcadores (*Cytb* e *SNPs*) permitiu concluir que existem pelo menos três *ESUs* (Unidades Evolutivas Significantes) e que uma delas é subestruturada em duas *MUs* (Unidades de Manejo). Fonte: Figura adaptada de Muniz et al. (2018).

As *ESUs* recém-delimitadas possuem trajetórias evolutivas independentes, e por isso merecem ser conservadas como entidades distintas, ainda que não venham a ser reconhecidas taxonomicamente. Muniz et al. (2018) fizeram uma avaliação preliminar do *status* de conservação de cada *ESU* e *MU* detectada. Eles destacam que a *MU* “Madeira”, embora tenha sido a linhagem melhor amostrada, apresentou baixa diversidade genética, cinco vezes menor que a estimada para as demais linhagens. As *MUs* “Madeira” e “Bolívia” mantinham fluxo gênico bidirecional na região das corredeiras no Alto Rio Madeira, justamente onde foram construídas duas grandes usinas hidrelétricas (UHEs Jirau e Santo Antônio). Além da perda de hábitat e do consequente aumento no impacto antropogênico causado direta e indiretamente pelo empreendimento, tais populações encontram-se efetivamente isoladas e fragmentadas, fatores que aumentam o risco de extinções locais. Ademais, a *ESU* “Pantanal” está sujeita a uma combinação de ameaças, tais como: remoção da mata ciliar de rios e riachos, e até mesmo a eliminação de nascentes, principalmente em decorrência da pecuária e da agricultura; crescente urbanização e intensa ocupação humana; aumento na pressão de caça acidental e intencional; além do planejamento e instalação de um grande número de usinas hidrelétricas (n= 178) justamente nas regiões de ocorrência dessa *ESU* (CAMPOS et al., 2013a) (Figura 10).

Reconhecer linhagens que mantêm trajetórias evolutivas independentes é o primeiro passo no processo de estabelecer prioridades para a conservação do complexo *P. palpebrosus*, uma vez que entidades evolutivas podem estar sob maior ou menor risco de extinção e serem negligenciadas do ponto de vista da conservação. Portanto, futuros estudos genéticos com objetivo de identificar linhagens evolutivas ainda desconhecidas são bem-vindos. Além disso, é importante estabelecer os limites de distribuição e avaliar o *status* de conservação de cada uma das *ESUs* de *P. palpebrosus* detectadas, bem como testar explicitamente se essas linhagens devem ser reconhecidas taxonomicamente como espécies.

### **Jacaré-coroa – Complexo *Paleosuchus trigonatus***

O jacaré-coroa, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Figura 11), bem como a sua espécie irmã *P. palpebrosus*, figuram entre os menores crocodilianos vivos (MAGNUSSON, 1989). Possui ampla distribuição nas bacias Amazônica, do Orinoco e nas drenagens costeiras (MAGNUSSON, 1992), com ocorrência registrada em nove países na América do Sul (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela) (MEDEM, 1983). A espécie habita riachos, igarapés e rios de áreas densamente florestadas (MAGNUSSON, 1992), mas também pode ser encontrada em florestas de igapó – florestas sazonalmente inundadas e geralmente em solos arenosos – na Amazônia Central (SOUZA-MAZUREK, 2001), águas abertas ou áreas de corredeiras e cachoeiras, e nas savanas dos rios Branco-Rupununi (MUNIZ et al., 2015), e em área de transição entre os biomas da Amazônia e do Cerrado (CAMPOS et al., 2017a).

A União Internacional para a Conservação da Natureza – *IUCN* e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) classificam *P. trigonatus* como em baixo risco de extinção/de menor preocupação para conservação, apesar de reconhecer que os dados sobre a espécie ainda são escassos (MAGNUSSON e CAMPOS, 2010; CAMPOS et al., 2013b). As principais ameaças para a espécie incluem a destruição de habitats, desmatamento, garimpo, abertura de estradas e rodovias, que trazem consigo a urbanização, poluição e caça local (CAMPOS et al., 2012).



Figura 11: Indivíduo juvenil de jacaré-coroa (*Paleosuchus trigonatus*). Foto: Igor J. Roberto.

Além disso, a construção de hidrelétricas e o estabelecimento de seus reservatórios também levam à destruição de habitats e sítios de nidificação, forçando o deslocamento de indivíduos para áreas com maior risco de mortalidade ou com menor disponibilidade de sítios de nidificação (CAMPOS et al., 2017a).

Devido a sua ampla distribuição, comportamento críptico, no qual a espécie passa grande parte do tempo em buracos, troncos ocos ou debaixo de troncos caídos, sua ocorrência em baixas densidades (2,7 indivíduos/km<sup>2</sup> na Amazônia Central), ao sedentarismo dos adultos, onde os machos da espécie são territorialistas (MAGNUSSON e LIMA, 1991), e a sua pequena

área de vida (CAMPOS et al., 2017b), a hipótese de que exista algum grau de estrutura entre populações da espécie dentro da sua área de ocorrência, ou até mesmo a existência de *ESUs* de interesse para a genética da conservação, é bastante plausível. Considerando ainda que em vários gêneros de crocodylianos investigados já foi observado a presença de diferentes *ESUs*: *Osteolaemus* (EATON et al., 2009), *Crocodylus* (HEKKALA et al., 2011) *Mecistops* (SHIRLEY et al., 2014), *Caiman* (ROBERTO et al., 2020) e *P. palpebrosus* (MUNIZ et al., 2018), não é difícil hipotetizar que *P. trigonatus* também seja um complexo composto por diferentes unidades evolutivas. De fato, BITTENCOURT et al. (2019) ao sequenciarem o gene mitocondrial *Cytb* de 230 indivíduos de 42 localidades da Amazônia brasileira, peruana e a Guiana Francesa, encontraram evidências de duas linhagens divergentes em *P. trigonatus* – Guiana e Amazônia, cujos tempo o de divergência têm um valor mediano de 7,5 milhões de anos, situado no Mioceno Superior. Os autores também demonstraram a existência de uma zona de transição entre essas linhagens em localidades do Médio Rio Branco, principal afluente do Rio Negro, que possivelmente estaria relacionada com eventos de reordenamento e captura das cabeceiras do Alto Rio Branco, que no passado fluíam para o mar do Caribe (CREMON et al., 2016). Além disso, populações da linhagem Amazônia apresentam estrutura populacional no sentido Leste-Oeste, algo já reportado para anfíbios (SIMULA et al., 2003), jacarés (VASCONCELOS et al., 2006; 2008) e outros táxons de répteis (GLOR et al., 2001; KRONAUER et al., 2005; GAMBLE et al., 2008).

Apesar destas evidências, a história da espécie foi, neste estudo, acessada a partir da história de um único gene mitocondrial (*Cytb*), que possui herança materna. Muniz et al. (2019), através do desenvolvimento de 10 marcadores microssatélites por *Next Generation Sequencing*, encontraram, em duas populações dos rios Madeira e Xingu, o mesmo tipo de estrutura genética relatada por Bittencourt et al. (2019) nas mesmas populações, evidenciando que as histórias dos genomas mitocondrial e nuclear são importantes e relevantes para entender a história evolutiva de uma espécie (BITTENCOURT et al., 2019).

A adição de informações provenientes do genoma nuclear é necessária para validar as hipóteses aqui apresentadas, bem como podem ser aplicadas para uma série de perguntas, como em estudos de diversidade genética comparativa, estrutura genética populacional, sistema de acasalamento, análises forenses, entre outros (MUNIZ, et al., 2019). Do ponto de vista evolutivo, seriam as linhagens Amazônia e Guiana um complexo de espécies crípticas? Existem híbridos entre estas linhagens que divergiram há 7,5 milhões de anos? As populações atuais encontram-se geneticamente estruturadas dentro do *continuum* da floresta Amazônica? Esta estrutura poderia estar relacionada a diferentes bacias de drenagem? Que tipos de fatores poderiam explicar a manutenção dessa estrutura dentro de um sistema interligado de bacias de drenagem? Schmidt (1928) apontou que muito pouco se conhecia sobre os hábitos e a distribuição das espécies de *Paleosuchus* e que estes seriam um dos mais interessantes problemas da Zoologia Sul-americana, algo que foi reforçado por Magnusson (1989). Noventa anos depois de Schmidt (1928) ainda sabemos muito pouco sobre essas espécies, porém, um pouco mais do que antes.

## Considerações Finais

Através dos dados apresentados neste capítulo, fica evidente o aumento do número de pesquisas relacionadas com a genética das espécies de crocodilianos no Brasil.

A utilização de novas ferramentas moleculares como o *Next Generation Sequence* e análises de delimitação de espécies vêm demonstrando um elevado número de linhagens genéticas estruturadas em todas as espécies que ocorrem no país, chamando a atenção para diferentes unidades evolutivas e crípticas existentes nos gêneros *Caiman* e *Paleosuchus*, e unidades de manejo em *Melanosuchus niger*.

Apesar das evidências genéticas, a falta de pesquisas integradas com a morfologia e ecologia ainda impossibilitam a determinação precisa do número real de espécies que podem ocorrer, o que traz impactos diretos na conservação dessas diferentes unidades.

Somente através de análises integradas será possível desvendar os complexos de espécies que estão sendo descobertos, e conseqüentemente conservar a diversidade real de espécies de crocodilianos, como foi evidenciado nos últimos anos com as espécies que ocorrem na África.

## Agradecimentos

Aos organizadores pelo convite para a participação deste capítulo, bem como as revisões e sugestões propostas. Izeni P. Farias e Tomas Hrbek agradecem a CNPq/PPG7557090/2005-9], CNPq/CT-Amazonia [575603/2008-9], CNPq/SISBIOTA [563348/2010-0]; CNPq/UNIVERSAL [482662/2013-1], CNPq [303622/2015-6; 305988/2018-2; 440511/2015-1] pelo apoio financeiro. Igor J. Roberto agradece ao CAPES (88882.156872/2016-01) e ao CNPq (SWE 22/2018) pelas bolsas de doutorado, e ao Grupo de especialistas em crocodilianos da *IUCN* pelo apoio financeiro. Fábio Muniz agradece ao INPA pelo suporte acadêmico, à FAPEAM (bolsa DR/I 007/2014) pelo apoio financeiro e à EMBRAPA Pantanal (Macroprograma 3) pelo apoio logístico e financeiro que viabilizaram o desenvolvimento de sua pesquisa de doutorado. Zilca Campos agradece o apoio do CNPq, da Fundação O Boticário, da Fundação Pantanal com Ciência e das Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Santo Antônio e Belo Monte, para a coleta das amostras de tecidos dos crocodilianos. Em especial, Z.C. agradece aos colegas Denis Tilcara e José A. Silva, além de inúmeros pescadores e ajudantes de campo que possibilitaram a realização dos principais trabalhos que embasaram este capítulo. Pedro S. Bittencourt agradece ao INPA/PPG-GCBEV pelo suporte acadêmico, à FAPEAM pelo apoio financeiro, ao ICMBio pela concessão das autorizações de coleta, ao Parque Nacional Viruá pelo apoio logístico durante o campo. P.S.B. e I.J.R. agradecem aos colegas Alexandre Almeida, Cícero R. Oliveira, Herivelto F. Oliveira, Priscila Azarak e Rommel R. Rojas pelos auxílios durante as expedições e coletas de campo.



## Referências

- BALAGUERA-REINA, S. A.; VELASCO, A. *Caiman crocodilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T46584A3009688. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46584A3009688.en>. Acesso em 27 Maio 2019.
- BORGES, V. S.; SANTIAGO, P. C.; LIMA, N. G. S.; COUTINHO, M. E.; ETEROVICK, P. C.; CARVALHO, D. C. Evolutionary significant Units within populations of Neotropical Broad-Snouted Caimans (*Caiman latirostris*, Daudin, 1802). *Journal of Herpetology*, v. 52, n. 3, p. 382-388, 2018.
- BITTENCOURT, P. S.; CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. L.; MARIONI, B.; SOUZA, B. C.; DA SILVEIRA, R.; DE THOISY, B.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Evidence of cryptic lineages within a small South American crocodylian: the Schneider's Dwarf caiman *Paleosuchus trigonatus* (Alligatoridae: Caimaninae). *PeerJ*, v. 7, e6580, 2019.
- BOTERO-ARIAS, R. Padrões de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Crocodylia: Alligatoridae), em uma Floresta de Paleovárzea ao sul do Rio Solimões, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado. PPG em Ecologia. Manaus: INPA/UFAM. 2007.
- BRAZAITIS, P.; RÊBELO, G. H.; YAMASHITA, C. The distribution of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman yacare* populations in Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 19, p. 193-201, 1998.
- BARLOW, J. et al. The future of hyperdiverse tropical ecosystems. 2018. *Nature*, v. 559, p. 517-526, 2018.
- CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. Size structure and sex ratio of Dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. *Herpetological Journal*, v. 5, p. 321-322, 1995.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Thermal relations of Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in a hillside stream: Evidence for an unusual thermal niche among crocodylians. *Journal of Thermal Biology*. v. 38, n. 1, p. 20-23, 2013.
- CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E. Density and Biomass Estimates by Removal for an Amazonian Crocodylian, *Paleosuchus palpebrosus*. *PLoS One*, v. 5, n. 11, p. 1-7, 2016.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I. et al. Avaliação do risco de extinção do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2013a.
- CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; DE MENDONÇA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 48-53, 2013b.

- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. 2012. Dead *Paleosuchus* on roads in Brazil. Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 31, n. 4, p. 12-14, 2012.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. 2017a. Extension of the geographical distribution of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Crocodylia: Alligatoridae), in the Amazon-Cerrado transition, Brazil. Check List, v. 13, n. 4, p. 91-94, 2017a.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; MAGNUSSON, W. E. 2017b. The effect of dam construction on the movement of dwarf caimans, *Paleosuchus trigonatus* and *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazilian Amazonia. PLoS ONE, v. 12, n. 11, e0188508, 2017b.
- CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. Conservation status of the dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in the region surrounding Pantanal. Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 25, n. 4, p. 9-10, 2006.
- CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. L.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T. Conservation status of the dwarf caiman *Paleosuchus palpebrosus* in the region of the Araguaia-Tocantins basin, Brazil. Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 34, n. 3, p. 4-8, 2015.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. Maximum size of dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), in the Amazon and habitats surrounding the Pantanal, Brazil. Amphibia-Reptilia, v. 31, n. 3, p. 439-442, 2010.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MUNIZ, F. L.; FARIAS, I. P.; MAGNUSSON, W. E. Parental care in the Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). Journal of Natural History, v. 46, p. 47-48, 2012.
- CAMPOS, Z.; SANAIOTTI, T.; MARQUES, V.; MAGNUSSON, W. E. Geographic Variation in Clutch Size and Reproductive Season of the Dwarf Caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. Journal of Herpetology, v. 49, n. 1, p. 95-98, 2015.
- CINCOTTA, R. P.; WISNEWSKI, J.; ENGELMAN, R. Human population in the biodiversity hotspots. Nature, v. 404, p. 990-992, 2000.
- COUTINHO, M. E.; FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; MENDONCA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 13-20, 2013.
- CRANDALL, K. A. et al. Considering evolutionary processes in conservation biology. Trends in Ecology and Evolution, v. 15, n. 7, p. 290-295, 2000.
- CREMON, É. H.; ROSSETTI, D. F.; SAWAKUCHI, A. O.; COHEN, M. C. L. The role of tectonics and climate in the late Quaternary evolution of a northern Amazonian River. Geomorphology, v. 271, p. 22-39, 2016

- DE THOISY, B. et al. Genetic structure, population dynamics, and conservation of Black caiman (*Melanosuchus niger*). *Biological Conservation*, v. 133, n. 4, p. 474-482, 2006.
- DA SILVEIRA, R.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazon, Brazil. *Journal of Herpetology*, v. 31, n. 4, p. 514-520, 1997.
- DA SILVEIRA, R.; THORBJARNARSON, J. Conservation implications of commercial hunting of Black and Spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. *Conservation Biology*. v. 88, p. 103-109, 1999.
- DAYRAT, B. Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of Linnean Society*, v. 85, p. 407-415. 2005.
- ESCOBEDO-GALVÁN, A. H.; CUPUL-MAGAÑA, F. G.; VELASCO, J. A. Misconceptions about the taxonomy and distribution of *Caiman crocodilus chiapasius* and *C. crocodilus fuscus*. (Reptilia: Crocodylia: Alligatoridae). *Zootaxa*, v. 3015, p. 66-68, 2011.
- FARIAS, I. P.; DA SILVEIRA, R.; DE THOISY, B.; MONJELÓ, L. A.; THORBJARNARSON, J.; HRBEK, T. Genetic diversity and population structure of Amazonian crocodylians. *Animal Conservation*, v. 7, p. 265-272, 2004.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 4-12, 2013a.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; VIEIRA, T. Q.; MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 21-30, 2013b.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge, London, UK. p. 644. 2010.
- FRASER, D. J.; BERNATCHEZ, L. Adaptive evolutionary conservation: towards a unified concept for defining conservation units. *Molecular Ecology*, v. 10, n. 12, p. 2741-2752, 2001.
- GAMBLE, T.; BAUER, A. M.; GREENBAUM, E.; JACKMAN, T. R. Evidence of Gondwanan vicariance in an ancient clade of geckos. *Journal of Biogeography*, v. 35, p. 88-104, 2008.
- GLENN, T. C. et al. Low mitochondrial DNA variation among American alligators and a novel non-coding region in crocodylians. *Journal of Experimental Zoology*, v. 294, n. 4, p. 312-324, 2002.
- GLOR, R. E.; VITT, L. J.; LARSON, A. A molecular phylogenetic analysis of diversification in

Amazonian Anolis lizards. *Molecular Ecology*, v. 10, p. 2661-2668, 2001.

GODSHALK, R. The phylogeography of the yacare caiman, *Caiman yacare*, of Central South America. **Proceedings of the 19th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group**, IUNC - The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK. p. 137-152, 2008.

GOLDSTEIN, D. B.; ROEMER, G. W.; SMITH, D. A.; REICH, D. E.; BERGMAN, A.; WAYNE, R. K. The use of microsatellite variation to infer population structure and demographic history in a natural model system. *Genetics*, v. 151, p. 797-801, 1999.

HEKKALA, E.; SHIRLEY, M. H.; AMATO, G.; AUSTIN, J. D.; CHARTER, S.; THORBJARNARSON, J.; VLIET, K. A.; HOUCK, M. L.; DESALLE, R.; BLUM, M. J. An ancient icon reveals new mysteries: mummy DNA resurrects a cryptic species within the Nile crocodile. *Molecular Ecology*, v. 20, p. 4199-4215, 2011.

HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M. Dinâmica e estrutura populacional do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) na Amazônia. Dissertação de Mestrado. PPG em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva. Manaus: INPA. 2015.

HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M. et al. A genomic toolbox for population assignment and monitoring of a conservation dependent Amazonian crocodylian (*Melanosuchus niger*: Alligatoridae: Crocodylia). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 13, p. 179-187, 2018.

HRBEK, T.; VASCONCELOS, W. R.; REBÊLO, G. H.; FARIAS, I. P. Phylogenetic relationships of South American alligatorids and the Caiman of Madeira River. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, v. 309A, n. 10, p. 588-599, 2008.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2019.1. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)). Acesso em: 29 de junho de 2019.

JANKE, A.; ERPENBECK, D.; NILSSON, M.; ARNASON, U. The mitochondrial genomes of the iguana (*Iguana iguana*) and the caiman (*Caiman crocodylus*): implications for amniote phylogeny. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 268, n. 1467, p. 623-631, 2001.

KRONAUER, D. J. C.; BERGMANN, P. J.; MERCER, J. M.; RUSSELL, A. P. A phylogeographically distinct and deep divergence in the widespread Neotropical turnip-tailed gecko, *Thecadactylus rapicauda*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 34, n. 2, p. 431-437, 2005.

LEES, A. C.; PERES, C. A.; FEARNSIDE, P. M.; SCHNEIDER, M.; ZUANON, J. A. S. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity Conservation*, v. 25, p. 451-466, 2016.

MAGNUSSON W. E. *Paleosuchus trigonatus*. *Catalogue of American Amphibians and*

Reptiles, p. 5551-5553, 1992.

MAGNUSSON, W. E. Science or politics: the case of *Caiman yacare*. Crocodile Specialist Group Newsletter, Gainesville, v. 20, n.4, p. 72-75, 2001.

MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus*. In: HALL, P; BRYANT, R (Eds.). **Crocodiles: Their Ecology, Management and Conservation**. A Special Publication of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/5873>. Gland: Switzerland, 101-109. 1989.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. Cuvier's Smooth-fronted Caiman *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Orgs.). **Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan**. Third ed., p.40-42. Darwin, NWT, Australia: Crocodile Specialist Group, 2010.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z.; MUNIZ, F. *Paleosuchus palpebrosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T46587A3009946. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46587A3009946.en>, 2019a.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. Journal of Herpetology, v. 25, n. 1, p. 41-48, 1991.

MARIONI, B. et al. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 1, p. 31-39, 2013.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América**. Universidad Nacional de Colombia, Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", Colciencias, Bogotá. 261 p. 1983.

MUNIZ, F. Filogeografia e genética de populações de jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) ao longo do rio Madeira e bacia do rio Paraguai (Pantanal). Dissertação de Mestrado. Manaus: INPA. 2012.

MUNIZ, F. L. et al. Multiple paternity in the Black caiman (*Melanosuchus niger*) population in the Anavilhanas National Park, Brazilian Amazonia. Amphibia Reptilia, v. 32, n. 3, p. 428-434, 2011.

MUNIZ, F.; BITTENCOURT, P. S.; FARIAS, I. P.; HRBEK, T.; CAMPOS, Z. New records on occurrence of *Paleosuchus* in the Branco River basin, Roraima state, Brazil. Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 4, p. 8-11, 2015.

MUNIZ, F. L.; CAMPOS, Z.; HERNÁNDEZ RANGEL; S. M.; MARTÍNEZ, J. G.; SOUZA, B. C.; DE THOISY, B.; BOTERO-ARIAS, R.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Delimitation of evolutionary units in Cuvier's Dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807): insights from conservation of a broadly distributed species. Conservation Genetics, v. 19, n. 3, p. 599-610, 2018.

- MUNIZ, F. L.; XIMENES, A. M.; BITTENCOURT, P. S.; HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M.; CAMPOS, Z.; HRBEK, T.; FARIAS, I. P. Detecting population structure of *Paleosuchus trigonatus* (Alligatoridae: Caimaninae) through microsatellites markers developed by next generation sequencing. *Molecular Biology Reports*, v. 46, p. 2473-2484, 2019.
- MURRAY, C. M.; RUSSO, P.; ZORILLA, A.; McMAHAN, C. D. Divergent Morphology among Populations of the New Guinea Crocodile, *Crocodylus novaeguineae* (Schmidt, 1928): Diagnosis of an Independent Lineage and Description of a New Species. *Copeia*, v. 3, p. 517-523, 2019.
- OAKS, J. R. A time-calibrated species tree of crocodylia reveals a recent radiation of the true crocodiles. *Evolution*, v. 65, n. 11, p. 3285-3297, 2011.
- PADIAL, J. M.; MIRALLES, A.; DE LA RIVA, I.; VENCES, M. The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology*, v. 7, p. 1-16, 2010.
- REBÊLO, G. H.; BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; SOUZA, B. C. Similaridade entre localidades e associações entre três espécies de jacarés em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Orgs.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. 1a ed., 613 p. Manaus: INPA. 1997.
- ROBERTO, I. J.; BITTENCOURT, P. S.; MUNIZ, F. L.; HERNÁNDEZ-RANGEL, S. M.; NÓBREGA, Y. C.; ÁVILA, R. W.; SOUZA, B. C.; ALVAREZ, G.; MIRANDA-CHUMACERO, G.; CAMPOS, Z.; FARIAS, I. P.; HRBEK T. Unexpected but unsurprising lineage diversity within the most widespread Neotropical crocodylian genus *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Systematics and Biodiversity*, v. 18, n. 4, p. 377-395, 2020.
- SCHMIDT, K. P. Notes on South American caimans. *Field Museum of Natural History, Publication 252, Zoological Series*, v. 12, n. 17, p. 205-231, 1928.
- SHIRLEY, M. H.; CARR, A. N.; NESTLER, J. H.; VLIET, K. A.; BROCHU, C. A. Systematic revision of the living African Slender-Snouted Crocodiles (*Mecistops* Gray, 1844). *Zootaxa*, v. 4504, p. 151-193, 2018.
- SHIRLEY, M. H.; VLIET, K. A.; CARR, A. N.; AUSTIN, J. D. Rigorous approaches to species delimitation have significant implications for African crocodylian systematics and conservation. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 281, p. 20132483, 2014.
- SIMULA, R.; SCHULTE, R.; SUMMERS, K. Molecular systematics and phylogeography of Amazonian poison frogs of the genus *Dendrobates*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 26, p. 452-475, 2003.
- SINGH, J. S. The biodiversity crisis: A multifaceted review. *Current Science*, v. 82, n. 6, p. 638-647, 2002.
- SOUZA-MAZUREK, R. R. Habitat. *Paleosuchus trigonatus*. *Herpetological Review*, v. 32, n.

4, p. 252, 2001.

THORBJARNARSON, J. B. Black caiman (*Melanosuchus niger*). In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan**. Third ed., Crocodile Specialist Group: Darwin, p. 29-39, 2010.

VASCONCELOS, W. R. et al. Phylogeographic and conservation genetic analysis of the Black caiman (*Melanosuchus niger*). *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, v. 309A, n. 10, p. 600-613, 2008.

VASCONCELOS, W. R.; HRBEK, T.; DA SILVEIRA, R.; DE THOISY, B.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P. Population genetic analysis of *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) from South America. *Genetics and Molecular Biology*, v. 29, n. 2, p. 220-220, 2006.

VENEGAS-AYANA, M.; CRAWFORD, A. J.; GALVAN, A. H. E.; SANJUR, O. I.; DENSMORE III, L. D.; BERMINGHAM, E. Mitochondrial DNA Phylogeography of *Caiman crocodilus* in Mesoamerica and South America. *Journal of Experimental Zoology*, v. 309A, p. 614-627, 2008.

VERDADE, L. M.; ZUCOLOTO, R. B.; COUTINHO, L. L. Microgeographic variation in *Caiman latirostris*. *Journal of Experimental Zoology*, v. 294, p. 387-396, 2002.

VILLAMARÍN, F.; JARDINE, T. D.; BUNN, S. E.; MARIONI, B.; MAGNUSSON, W. E. Opportunistic top predators partition food resources in a tropical freshwater ecosystem. *Freshwater Biology*, v. 62, n. 8, p. 1389-1400, 2017.

VILLELA, P. M. S.; COUTINHO, L. L.; PIÑA, C. I.; VERDADE, L. M. Macrogeographic variation in Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Journal of Experimental Zoology*, v. 309, p. 628-636, 2008.



Foto: Marcos E. Coutinho

## CONSERVAÇÃO DE CROCODILIANOS NO BRASIL: PERSPECTIVAS E POSSIBILIDADES

Marcos Eduardo Coutinho, Marcelo Renan de Deus Santos, André Felipe Barreto-Lima,  
Yhuri Cardoso Nóbrega



## Introdução

### *Crocodylianos brasileiros: uma história biológica que merece ser preservada*

O Brasil é reconhecido mundialmente pela sua enorme riqueza biológica, sendo considerado um país megadiverso, abrigando atualmente 25% das espécies mundiais de crocodylianos. Trata-se de um grupo zoológico peculiar por seus atributos biológicos e que, dada a sua importância ecológico-evolutiva, socioeconômica e cultural, deve ser conservado e bem manejado.

O grupo dos Crocodylomorpha teve sua origem há cerca de 225 milhões de anos, entre o Triássico Médio e o Triássico Tardio (RIFF et al., 2012), e compõem uma linhagem de arcossauros que sobreviveu às extinções maciças observadas no planeta, mantendo formas relativamente inalteradas nos últimos 200 milhões de anos (MURRAY et al., 2019). Ao longo do processo evolutivo, o grupo exibiu uma extraordinária convergência evolutiva que seguramente foi acompanhada por alterações ecológicas e convergência fisiológica (MORRIZ et al., 2019). O rico acervo fóssil, com mais de 600 espécies extintas já identificadas, indica que o grupo era muito mais diversificado e apresentava uma distribuição muito mais ampla do que a distribuição das espécies atuais (GROHET al., 2020). Segundo Brochu (2013), os picos nas temperaturas máximas globais estão fortemente associados à alta diversidade de espécies, observada em tempos geológicos pretéritos da Terra. As formas extintas incluem espécies marinhas e de águas continentais, pequenos herbívoros terrestres, além dos grandes predadores, evidenciando a variedade de nichos ocupados pelos Crocodylomorpha (WILBERG et al., 2018).

Por outro lado, no lugar de dezenas de espécies, como observado no passado e em outros grupos de vertebrados incluindo os répteis, atualmente, são reconhecidas apenas 24 espécies viventes de crocodylianos no planeta, podendo alcançar 29, dependendo das novas descobertas que têm sido realizadas na África (CSG/IUCN, 2020). Neste sentido, é evidente que os mecanismos seletivos que promoveram a especiação em outros grupos zoológicos, atuaram de forma diferenciada nos crocodylianos. A combinação da baixa riqueza de espécies remanescentes, o grande número de registros fósseis e a amplitude do tempo de divergência entre as espécies vivas, faz dos Crocodylomorpha um grupo de especial relevância para o estudo de questões evolutivas, filogenéticas e sua relação com as mudanças climáticas globais (BROCHU, 2003).

No Brasil, até o momento, são conhecidas seis espécies de crocodilianos da Família Alligatoridae. No bioma da Amazônia ocorrem cinco espécies: *Caiman crocodilus*, *Caiman yacare*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus* e *Paleosuchus trigonatus* (MENDEM, 1983; FARIAS et al., 2013a; MARIONI et al., 2013a; COSTA e BÉRNILS, 2018). No Pantanal, a espécie mais comum é o *Caiman yacare*, enquanto *Caiman latirostris* é tipicamente encontrada na Mata Atlântica (COUTINHO et al., 2013), como também no Cerrado, áreas da Caatinga (FILOGÔNIO et al., 2010) e nos Pampas sulinos (MÜLLER, 1971; DIEFENBACH, 1979, 1988; MORATO, 1991; FUSCO-COSTA et al., 2008).

Vale destacar que no bioma do Cerrado, incluindo suas áreas de transição (ex.: Amazônia-Cerrado), ocorrem as seis espécies de crocodilianos (ver COLLI et al., 2002): *C. crocodilus*, *C. latirostris*, *C. yacare*, *M. niger*, *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* (FILOGÔNIO et al., 2010; PEREIRA e MALVASIO, 2014; CAMPOS et al., 2015, 2017a; COSTA e BÉRNILS, 2018; BARRETO-LIMA e SIMONCINI, 2019). Contudo, mesmo em baixas ou em altas densidades, os crocodilianos estão distribuídos nos mais diferentes tipos de ecossistemas, em todos os grandes biomas brasileiros (Figura 1). Nestes ambientes, os crocodilianos ocupam o topo da cadeia alimentar e, a partir das interações com suas presas, que incluem invertebrados e vertebrados, exercem papel fundamental na estrutura e função dos ecossistemas (CRAIGHEAD, 1968; FITTKAU, 1970; NIFONG e SILLIMAN, 2013).

O valor ecológico dos crocodilianos tem sido avaliado segundo vários critérios no contexto de conceitos ecológicos modernos, entre eles como: indicadores de saúde ecossistêmica, modificadores ou “engenheiros” ecossistêmicos, predadores de topo de cadeia alimentar, espécies-chave, contribuindo com o fluxo de energia e ciclo de nutrientes nos ecossistemas aquáticos e terrestres (SOMAWEERA et al., 2020). Portanto, os estudos da biologia e comportamento das espécies, nos seus respectivos ambientes, são de alta relevância científica, devendo trazer contribuições importantes para o avanço de teorias ecológico-evolutiva.

# BIOMAS DA AMÉRICA DO SUL



Figura 1: Biomas da América do Sul, incluindo as zonas de transição dos biomas brasileiros. Fontes: Dados adaptados (WWF e IBGE). Autora (mapa): Viviane T. Fassarella/IMD (2021).

## Saúde Única (*One Health*) e a conservação de crocodilianos

Uma nova perspectiva relacionada à conservação da biodiversidade tem ganhado terreno nas últimas duas últimas décadas. O conceito de saúde única (*One World – One Health*), criado pela *Wildlife Conservation Society* em 2004, no documento “Princípios de Manhattan” (<http://www.oneworldonehealth.org/>), define a saúde como a inter-relação indissociável entre as saúdes humana, animal e saúde ambiental (ZINSSTAG, SCHELLING e TANNER, 2011). Na prática, a saúde única implica na adoção de abordagens interdisciplinares na análise, planejamento e execução de ações relacionadas à saúde pública, saúde animal, vegetal e ambiental. Essa abordagem vem sendo adotada pelos organismos internacionais como a Organização Mundial de Saúde (OMS), Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) e no Brasil, vem sendo impulsionada pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV) entre outras.

O início do Século XXI vem sendo marcado por pandemias zoonóticas, como é o caso da atual doença mortal COVID-19, causada pelo novo coronavírus (SARS COV-2), com claras evidências que indicam terem surgido ou sido amplificadas por ações antrópicas como o mal uso da terra, consumo e comércio irregular e irresponsável da fauna silvestre, poluição de patógenos e o acelerado e constante trânsito global de pessoas e de produtos de origem animal. Para vencer esses desafios à saúde, garantindo a integridade biológica da Terra para as gerações futuras, são necessárias abordagens interdisciplinares e intersetoriais para educação, prevenção, vigilância sanitária e fiscalização efetiva, monitoramento, controle e mitigação de doenças, bem como para a conservação ambiental de modo amplo (FAO, 2008).

No contexto da Saúde Única, a compreensão do papel ecológico das espécies traz informações importantes sobre a dinâmica das doenças no ambiente e como cada espécie participa do ciclo biológico dos patógenos, como hospedeiro, facilitador, reservatório ou como diluidor dos riscos de surgimento de surtos zoonóticos. Os crocodilianos, devido a sua história natural, assumem importância como reservatório de doenças como a salmonelose, comum em répteis (SAKAGUCHI, NEVAREZ e DEL PIERO, 2017), ou como indicadores biológicos de contaminações diversas por contaminantes orgânicos (POLETTA et al., 2008), metais pesados (RAINWATER et al., 2007) e antibióticos (NÓBREGA et al., 2019). Estudos com *C. latirostris* tem demonstrado a utilidade da espécie como bioindicadora de poluição ambiental, através da avaliação dos níveis de contaminantes e como espécie sentinela, através da avaliação dos efeitos destes sobre a saúde das populações (POLETTA, SIMONIELLO e MUDRY, 2016).

Cabe aqui uma distinção de conceitos sobre espécies sentinelas e bioindicadoras. O conceito de espécie sentinela, conforme utilizado no contexto da medicina da conservação e da Saúde Única, está relacionado principalmente aos animais que apresentam doenças como manifestações do desequilíbrio ambiental, provocados pelo ser humano e que por isso sinalizam distúrbios ambientais (TABOR e AGUIRRE, 2004). Assim, a definição de uma espécie como

sentinela, leva em consideração os seguintes aspectos, segundo o *Committee on Animals as Monitors of Environmental Hazards, Board on Environmental Studies and Toxicology* (1991), dos EUA:

- “• *Um sentinela deve ter uma resposta mensurável (idealmente incluindo acúmulo de resíduos nos tecidos) ao agente ou classe de agentes em questão.*
- *Um sentinela deve ter um território ou área de vida que se sobreponha à área a ser monitorada.*
- *Uma espécie sentinela deve ser facilmente contada e capturada.*
- *Uma espécie sentinela deve ter tamanho e densidade populacional suficientes para permitir a quantificação.”*

(NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1991)

A maioria das espécies de crocodilianos brasileiras enquadra-se nestes critérios, sendo possível a sua inclusão em programas de monitoramento ambiental. Certamente, cada uma refletirá características dependentes dos seus respectivos ambientes. *Caiman latirostris*, por exemplo, devido sua característica sinantrópica, de ocupação de ambientes urbanos e periurbanos (FREITAS-FILHO, 2013; NEVES, 2019), sinalizará problemas distintos daqueles observados em *M. niger* na Amazônia central. Já *C. yacare*, por ocorrer em densidades populacionais altíssimas no Pantanal, permitiria a obtenção de amostragens muito superiores do que espécies solitárias e mais crípticas.

O jacaré, como sentinela, está sujeito a diversos estressores ambientais antrópicos ou naturais, o que torna a avaliação de parâmetros isolados pouco esclarecedora da complexidade dos fenômenos, nos quais as espécies estão submetidas (Figura 2). Dessa forma, um programa de monitoramento dos jacarés, como sentinelas, deverá lançar mão de um conjunto de parâmetros de saúde dos indivíduos que possam ser extrapolados para a população e, conseqüentemente, refletir o papel ecológico da espécie no seu ecossistema.

Um programa de monitoramento relacionado a contaminantes, como exemplo, pode se basear em parâmetros clínico-biométricos e reprodutivos, quantificação de contaminantes nos tecidos e ovos, e testes ecotoxicológicos, assim, perpassando diferentes níveis de organização biológica (molecular, bioquímico, fisiológico e populacional). Essa complexidade reflete a necessidade de atuação multidisciplinar em equipes multiprofissionais, capazes de colaborar para desvendar as correlações entre os diversos fatores que definem a saúde populacional. Dessa forma, a transdisciplinaridade é uma característica das iniciativas que têm como base conceitos amplos de saúde como a Medicina da Conservação (AGUIRRE et al., 2002) e a Saúde Única.

Por outro lado, um bioindicador, no contexto do monitoramento ambiental, é uma espécie, organismo ou parte de um organismo ou comunidade que contém informação qualitativa sobre a qualidade do ambiente ou parte deste. Outro termo comum é biomonitor, que se refere a uma espécie, organismo ou parte de um organismo ou comunidade que contém informações quantitativas sobre a qualidade ambiental (MARKERT, BREURE e ZECHMEISTER, 2003). Por exemplo, pode-se usar os jacarés como bioindicadores da contaminação por metais pesados no ambiente ao se identificar a qualidade (bioindicador) e/ou quantificar (biomonitor) metais nos tecidos, órgãos ou no organismo como um todo.

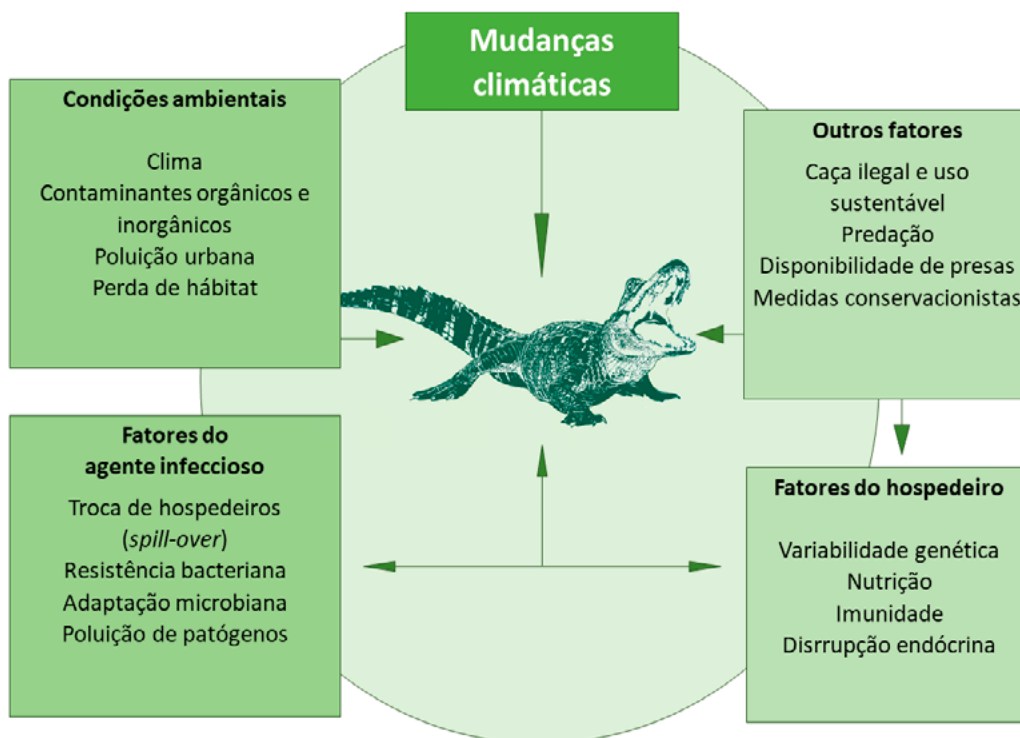


Figura 2: Crocodilianos como espécies sentinelas. Uma espécie sentinela fornece informações que permitem desvendar os diversos fatores que influenciam positiva e negativamente na saúde ecossistêmica, sejam eles inerentes ao ambiente, aos agentes infecciosos ou ao hospedeiro e suas relações. Fonte: Adaptado de Tabor e Aguirre (2004).

Desde 1980, estudos utilizam os crocodilianos como bioindicadores da qualidade ambiental em relação aos metais pesados dispersos nos ambientes (MANOLIS, WEBB e BRITTON, 2002). Na Amazônia brasileira foram realizados estudos sobre a concentração de mercúrio (Hg) em populações de *C. crocodilus* e *M. niger* (BRAZAITIS et al., 1996; CORREIA et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2012, 2015). Além disso, há alguns poucos trabalhos em outras regiões, como no Pantanal com *C. yacare* (VIEIRA et al., 2011). Um grande problema, é o da contaminação humana nativa (índios e ribeirinhos), devido ao consumo tradicional e

frequente da carne de jacarés (BRAZAITIS et al., 1996; SCHNEIDER et al., 2012). Aliado a isso, não existem parâmetros estabelecidos de toxicidade neste grupo animal para consumo da carne, muito menos específicos para espécies, o que dificulta as avaliações clínicas da saúde das populações de crocodilianos.

Ademais, dentro da realidade brasileira, os rompimentos das barragens de rejeitos de minérios, nos últimos cinco anos, em Mariana (bacia do Rio Doce) e Brumadinho (bacia do Rio Paraopeba), em Minas Gerais, são exemplos claros em que o monitoramento ambiental é fundamental, utilizando-se, entre vários grupos animais, estudos com populações de jacarés, visando-se identificar os impactos ambientais nas bacias atingidas. Por exemplo, populações de *C. latirostris* vinham sendo monitoradas ao longo da bacia do Rio Doce desde 2018 até março de 2020, contudo, faz um ano que as atividades foram paralisadas devido a pandemia do novo coronavírus (Barreto-Lima, A.F., comunicação pessoal).

Existe uma certa sobreposição de conceitos entre espécie sentinela e bioindicadora. Porém, estes não são excludentes, mas sim, complementares. Para distinguir os conceitos, podemos considerar o conceito de espécie sentinela mais abrangente do que o de bioindicadora, na medida que os parâmetros avaliados em um bioindicador podem ser parte de uma avaliação da espécie como sentinela, uma vez que esta última envolve não apenas os parâmetros de contaminação nesse caso, mas também as interrelações ecológicas da espécie e o seu papel ecossistêmico.

Os crocodilianos são adequados como espécies sentinelas e bioindicadoras. Portanto, além dos argumentos tradicionais para a conservação dessas espécies como seu valor ecológico e de existência intrínseca, há a questão cultural e socioeconômica, além do valor que legitima a importância dos crocodilianos no contexto de crise de saúde ecossistêmica. Contudo, há uma carência de dados científicos que impedem uma avaliação da saúde ambiental a partir de crocodilianos, que produza resultados significativos e conclusivos. Outrossim, descortina um longo caminho a ser percorrido e que reserva muitas descobertas que contribuirão para a compreensão dos impactos ambientais e de como as ações de mitigação ambiental e a resiliência natural se comportarão dentro do em um cenário atual de perspectivas ruins para a conservação da biodiversidade.

## **Estado atual de conservação dos crocodilianos brasileiros**

A avaliação do estado de conservação da biodiversidade brasileira tem sido objeto de esforços consideráveis, realizados pela comunidade científica nacional e conduzidos sob a coordenação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Entre 2010 e 2014 foram avaliados 12.256 táxons da fauna, incluindo os crocodilianos e todos os demais vertebrados descritos para o Brasil (<http://www.icmbio.gov.br>). O processo de avaliação inclui as etapas de compilação das informações sobre a história natural, o hábitat, a descrição das principais

ameaças e o mapeamento da distribuição das espécies, seguida por um período de consulta ampla à comunidade científica e aos especialistas de cada espécie ou do grupo taxonômico. Finalmente, em uma oficina de avaliação, os especialistas determinam a categoria de risco de extinção das espécies, que posteriormente, é validada quanto à aplicação dos critérios de avaliação da IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) (BATAUS et al., 2013).

As seis espécies brasileiras estão classificadas como “Menos Preocupantes” (*LC - Least Concern*) em nível mundial, indicando que não existem riscos ou evidências de impactos significativos imediatos que possam colocar as espécies em processo de extinção (CAMPOS et al., 2013a, b; COUTINHO et al., 2013; FARIAS et al., 2013a, b; MARIONI et al., 2013b). Contudo, nenhuma das espécies está isenta dos efeitos de ações antrópicas que se traduzem sobre as populações de jacarés, em termos de redução e modificação dos seus respectivos habitats. A ocupação urbana, o desmatamento, as atividades agropecuárias e industriais, a poluição dos ambientes, as usinas hidrelétricas e o uso indiscriminado, em alguns casos como fonte de proteína animal para subsistência das comunidades locais, compõem os principais impactos comuns às seis espécies, em maior ou em menor grau, dependendo do bioma ou da área de distribuição geográfica das espécies pelo território nacional.

Neste contexto, o jacaré-de-papo-amarelo (*C. latirostris*) é o crocodiliano que apresenta a situação mais complexa em termos de conservação no Brasil. Suas populações naturais são as mais fortemente impactadas por atividades antrópicas, uma vez que sua área de distribuição geográfica coincide com as áreas mais densamente ocupadas nas regiões brasileiras do Nordeste, Sudeste e Sul, onde a maior parte do ambiente natural já foi profundamente alterado (COUTINHO et al., 2013), sobretudo, em grande áreas da Mata Atlântica. A espécie foi listada como em perigo de extinção na lista oficial do estado do Espírito Santo (BÉRNILS et al., 2019).

Por outro lado, *C. latirostris* parece ter se adaptado aos ambientes alterados pelo ser humano, a ponto de ser considerada como espécie sinantrópica. Ainda, a partir de análises demográficas e de crescimento de *C. latirostris*, foi sugerido que a espécie é resiliente aos impactos ecológicos decorrentes da implantação de represas (PASSOS et al., 2014) sendo esta uma importante conclusão em termos de conservação da espécie, considerando o grande número de usinas hidrelétricas distribuídas por toda área de sua ocorrência natural.

Da mesma forma, observações ao longo de toda a bacia do Rio São Francisco relatam que apesar da pressão de caça e da modificação dos habitats naturais, as populações de *C. latirostris* não estão fragmentadas, ocorrendo em pequenas represas, lagoas marginais e áreas alagáveis, passando pela Caatinga, Mata Atlântica e do Cerrado (FILOGÔNIO et al., 2010). Já Borges et al. (2018) propõem a existência de três linhagens filogenéticas de *C. latirostris* ocupando as bacias dos rios (i) São Francisco e Jequitinhonha, (ii) Doce e (iii) Paraná, cujas populações estão isoladas desde a elevação do nível do mar durante o Pleistoceno, não apresentando fluxo



gênico recente entre suas populações. Tais linhagens têm monofilia recíproca de mtDNA (DNA mitocondrial) e, portanto, apresentam evidências suficientes para serem consideradas como unidades evolutivas significativas (*Evolutionary Significant Units*). Desse modo, os autores recomendam que os esforços de conservação sejam direcionados a cada unidade de forma independente, tendo em vista tal descoberta da diversidade genética na espécie.

Frente ao cenário de crescentes impactos das mais diversas origens que, em última instância, resultam na redução e modificação dos ambientes naturais, fica a dúvida sobre quais os principais mecanismos e estratégias que devem ser adotados ou que vêm sendo aplicados à conservação e ao manejo dos crocodilianos no Brasil. Nos tópicos seguintes, discutiremos o embasamento legal e o sistema de áreas protegidas vigente no país que tem efeito direto sobre as espécies de crocodilianos.

## **Mecanismos de proteção e manejo para conservação dos crocodilianos brasileiros:**

### ***Sistema legal e normativo***

O Brasil possui um complexo sistema de leis e normas elaboradas com a finalidade de proteger e orientar a conservação, o manejo e o uso da biodiversidade. Dentre elas, estão as regulamentações promulgadas pela federação, estados e municípios que, de alguma forma, estão relacionadas à conservação e ao manejo dos crocodilianos brasileiros.

O objetivo aqui não é detalhar o sistema legal e infralegal brasileiro diretamente à biodiversidade nacional, contudo, vale listar algumas das principais leis e regulamentações federais que devem ser observadas ao tratar questões relativas à proteção, conservação e ao manejo dos crocodilianos:

- i) Constituição Federal, capítulo sobre o Meio Ambiente;
- ii) Política Nacional de Meio Ambiente, Lei Federal nº 6.938 de 1981;
- iii) Lei Brasileira de Proteção à Fauna, Lei nº 5.197 de 1967;
- iv) Lei Federal de Crimes Ambientais, nº 9.605 de 1998;
- v) Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei Federal nº 9.985 de 2000;
- vi) Convenção Internacional do Comércio de Espécies Exóticas da Flora e da Fauna - CITES, Portaria Federal nº 76.623 de 1975 e nº 3.607 de 2000;
- vii) Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, Portaria Federal nº 2.519 de 1998.

Especificamente, em relação aos crocodilianos, estão vigentes duas normativas federais, a saber: i) Instrução Normativa Federal, ICMBio IN nº 028 de 2012, que trata do manejo de crocodilianos amazônicos das espécies *C. crocodilus* e *M. niger* em unidades de conservação

federais de uso sustentável (FLONA, RESEX e RDS<sup>1</sup>), e ii) Instrução Normativa Federal IBAMA, IN nº 07 de 2015, que trata das categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, sendo que o Anexo II trata especificamente dos crocodilianos.

No âmbito da Convenção sobre o Comércio Internacional Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES), todas as espécies de crocodilianos brasileiros estão incluídas no Apêndice II (comércio restrito), exceto *C. latirostris* que ainda está incluída no Apêndice I, que restringe o comércio nos âmbitos nacional e internacional a animais de geração F2 advindos de criadouros devidamente registrados .

Apartir da publicação da Lei Complementar nº 140 de 2011, os estados, o Distrito Federal e os municípios passaram a ditar suas próprias normas e ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição e à preservação das florestas, da fauna e flora. Neste sentido, alguns estados da federação têm publicado normas e listas de espécies ameaçadas de extinção que contemplam espécies de crocodilianos, fato que lhes confere proteção diferenciada. No Espírito Santo, por exemplo, *C. latirostris* estava listada como “Dados Deficientes” – DD, até 2019, quando na revisão da lista estadual de espécies ameaçadas de extinção, a partir de dados populacionais do Projeto Caiman, em um estudo de modelagem potencial, a espécie foi recategorizada como “Em Perigo (*EN*) de Extinção” (BÉRNILS et al., 2019). Vale lembrar que esta categoria de risco à espécie, foi estabelecida no Estado do Rio de Janeiro há cerca de duas décadas, devido principalmente às ameaças da caça (BERGALLO et al., 2000) e avanço do meio urbano sobre as áreas naturais, causando a perda de hábitat (FREITAS-FILHO et al., 2009; FREITAS-FILHO, 2013).

No contexto legal, cabe ainda mencionar a importância dos Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) que são executados para a implantação de empreendimentos. Em sua maioria, esses documentos não fazem qualquer menção aos crocodilianos pois as metodologias utilizadas geralmente são deficientes ou não se aplicam ao grupo. Em decorrência disto, não se define e não se torna possível prever os reais impactos que diversos empreendimentos podem causar sobre as populações naturais de crocodilianos em dada área. Diante de tais fatos, torna-se fundamental que sejam criados mecanismos formalizados legalmente que exijam a inclusão de metodologias adequadas às espécies de crocodilianos nos estudos, bem como nos relatórios de impacto ambiental (EIA/RIMA).

---

1 Categorias de unidades de conservação de uso sustentável de acordo com a lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). FLONA: Floresta Nacional, RESEX: Reserva Extrativista, RDS: Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

### ***Áreas protegidas - Unidades de Proteção Integral***

Na Amazônia Legal, no Cerrado e no Pantanal há muitas Unidades de Conservação (UC) de proteção integral sob jurisdição federal, estadual e municipal, além das reservas privadas que contribuem para a preservação das espécies de crocodilianos. Por outro lado, na Mata Atlântica, apesar do grande número de áreas protegidas (1437), o tamanho das áreas destinadas à proteção integral dos habitats naturais remanescentes é relativamente menor, cobrindo menos de 2% do bioma e apenas 24% dos remanescentes florestais (TABARELLI et al. 2005). A maior parte dessas unidades consistem em fragmentos pequenos e isolados, frequentemente não incluindo áreas suficientes para proteger os crocodilianos. Ademais, é necessário definir os protocolos de monitoramento, visando estabelecer adequadamente, os tamanhos populacionais e atestando a efetividade das unidades na proteção das diferentes espécies de crocodilianos.

### ***Conservação pelo uso sustentável***

A utilização sustentável da vida silvestre tem sido reconhecida como uma importante ferramenta para promover a conservação de ambientes naturais, bem como para a preservação da diversidade biológica. Contudo, a exploração e a conservação não estão relacionadas de forma simples e direta, sendo também uma questão polêmica (GRIGG et al., 1995), há décadas.

- i) Aqueles que advogam o uso da vida silvestre a serviço da conservação, argumentam que:
- ii) o sistema oferece oportunidades para aumentar a produtividade da terra através da diversificação dos meios de produção;
- iii) é consistente com a cultura tradicional;
- iv) ajuda a conservar o patrimônio genético;
- v) cria novos mercados agrícolas;
- vi) ajuda na estabilização dos mercados dos produtos da fauna;

representa uma oportunidade para redirecionar o uso da terra, principalmente em áreas consideradas inapropriadas para os sistemas agrícolas tradicionais, trazendo benefícios para os proprietários e moradores locais, promovendo o desenvolvimento rural (HUDSON et al., 1989).

Por outro lado, aqueles contrários à ideia argumentam que, baseado em experiências históricas, os recursos naturais são sempre superexplorados e os propósitos conservacionistas são difíceis de serem alcançados devido a impedimentos biológicos, socioeconômicos e filosóficos (GEIST, 1985; THORBJARNARSON, 1999). Apesar dos prós e contras, é necessário para que o uso sustentável seja de fato alcançado. As UCs de uso sustentável são áreas públicas, criadas pela federação, estado ou município, visando conciliar a conservação dos ambientes naturais com

o uso sustentável dos recursos, em atendimento à demanda das populações tradicionais, que dependem da exploração desses recursos para sua própria sobrevivência, e representam uma oportunidade de conciliação entre uso e conservação de recursos naturais de forma controlada.

Em termos geográficos e biológicos, o Brasil encontra-se numa posição privilegiada para promover a conservação, a partir da utilização sustentável de populações de crocodilianos. As grandes extensões de áreas úmidas tropicais, o vigor das populações de espécies de valor econômico reconhecido, como é o caso de *M. niger* e das espécies de *Caiman*, e o cenário socioeconômico, favorecendo os produtos orgânicos e ambientalmente inteligentes, são alguns dos principais fatores que contribuem para o sucesso do manejo para o uso sustentável, como ferramenta à conservação. Este cenário é especialmente válido para espécies da região Amazônica, do Pantanal e em parte do Cerrado, onde os ambientes naturais estão sendo excessivamente transformados. Por outro lado, na Mata Atlântica os ambientes remanescentes são relativamente pequenos e fragmentados e, muito embora *C. latirostris* seja reconhecida como espécie de alto valor econômico, as iniciativas de conservação pelo uso sustentável devem ser precedidas por ações de recuperação dos estoques populacionais e seus respectivos habitats naturais.

A utilização de crocodilianos para obtenção de peles, teve início em meados do século XVIII, com o desenvolvimento de técnicas de curtimento na França e Itália (ROTH e MERZ, 1997). Acredita-se que o maior número de peles já comercializados mundialmente, foi registrado nas décadas de 50 e 60, quando cerca de cinco a 10 milhões de peles de caimans e meio milhão de peles de aligátors e crocodilos verdadeiros eram comercializadas por ano (HEMLEY e CADWELL, 1986). As populações naturais não sustentaram a intensidade de exploração e no final da década de 60, a maioria das espécies utilizadas estava ameaçada de extinção. No início da década de 70, com o advento da CITES, 18 espécies no mundo passaram a receber proteção total por meio da convenção. Ou seja, o comércio internacional foi proibido e com isso, o objetivo do manejo foi redirecionado para recuperar as populações. Cerca de 10 a 15 anos depois, do início a meados da década de 80, observou-se a recomposição dos estoques naturais e o objetivo do manejo pôde ser novamente redirecionado para utilização, desta vez, considerando a sustentabilidade dos programas de manejo.

A estratégia de conservação pelo uso sustentável (*market-driven conservation*) ainda é considerada um exemplo de sucesso de política conservacionista de crocodilianos no mundo. Em grande parte da área de distribuição dos crocodilianos, o uso comercial está associado à conservação das espécies propriamente ditas, bem como à valoração e manutenção de seus respectivos habitats naturais. No entanto, atualmente no Brasil, maior valor tem sido atribuído às espécies como fonte de proteína animal de alta qualidade (FERNANDES et al., 2015), enquanto as oscilações nos preços das peles no mercado internacional tendem a comprometer a viabilidade dos programas de manejo.

Apesar das dificuldades inerentes à estratégia de conservação pelo uso sustentável, que envolve os aspectos biológico, social, logístico e comercial, no Brasil existem exemplos de sucesso em andamento na Amazônia e no Pantanal. Em Rondônia, a comunidade da Reserva Extrativista do Lago do Cuniã (RO), vem realizando o manejo tipo “*harvesting*” a partir da aplicação da IN ICMBio nº 28 de 2012 (Figura 3).



Figura 3: Programa de Conservação e Manejo de Jacarés da Amazônia, RESEX do Lago do Cuniã, RO (Coordenação - Marcos E. Coutinho). Foto: Marcos E. Coutinho (2011).

No Pantanal Sul, o manejo tipo “*ranching*” vem sendo praticado pelos ribeirinhos na região de Corumbá (MS), a partir da aplicação da IN IBAMA nº 07 de 2015. Vale mencionar que tais normativas foram concebidas segundo a lógica de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), onde a prática do manejo contribui para o avanço no conhecimento dos estoques genéticos manejados.

## Considerações Finais

A definição do objetivo do manejo é uma decisão essencialmente política, que pode variar dependendo de situação específica da região. No que concerne aos objetivos do manejo de fauna, quando expressos em termos de tamanho populacional, podem ser sintetizados três alternativas básicas:

- i) aumentar a população (no caso de espécies ameaçadas ou em risco de extinção);
- ii) controlar a população (i.e., espécies indesejáveis ou consideradas pragas);
- iii) obter cotas sustentáveis (para espécies de valor econômico);
- iv) e monitorar a população, sem interferir na sua dinâmica (CAUGHLEY e SINCLAIR, 1994).

O caso dos crocodilianos é um exemplo interessante que ilustra como as ações de manejo podem ser reorientadas para alcançar um dos objetivos acima citados, em resposta a vários fatores, em especial, aos fatores biológicos e de conservação, culturais, políticos e socioeconômicos. Contudo, independente do objetivo do manejo a ser alcançado, o grupo dos crocodilianos deve ser preservado pelo seu valor intrínseco e biológico das espécies, bem como os seus habitats naturais.

Diante do exposto, observamos que ainda há possibilidades pouco exploradas na conservação de crocodilianos no Brasil, como o uso sustentável por meio de programas de manejo, com o devido rigor técnico-científico e indissociável contribuição para as populações naturais e também, como a aplicação dos conceitos de Saúde Única nos programas de conservação das espécies, estudos de impactos ambientais, bem como nos programas de monitoramento da saúde ecossistêmica.

## Referências

- AGUIRRE, A. A. **Conservation Medicine Ecological Health in Practice**. New York: Oxford University Press, 1a. ed., 2002. 432 p.
- ALVES, R. R. N. A review on human attitudes towards reptiles in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 184, n. 11, p. 6877-6901, 2012.
- BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. A. **Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Ed. UERJ, Rio de Janeiro, 2000. 166 p.
- BÉRNILS, R. S.; CASTRO, T. M.; ALMEIDA, P. A.; ARGOLO, J. A. S.; OLIVEIRA, J.; SILVA-SOARES, T.; NÓBREGA, Y. C. **Répteis ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito**. 1a. ed. Santa Teresa: Instituto Nacional da Mata Atlântica, 2019. p. 270-293.

BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais.** Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte, v. 2, 2007. 40 p. Disponível em <<http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg>>.

BORGES, VITOR S.; SANTIAGO, PAMELA C.; LIMA, NATHÁLIA G. S.; COUTINHO, MARCOS E.; ETEROVICK, P. C.; CARVALHO, DANIEL C. Evolutionary significant units within populations of Neotropical Broad-snouted caimans (*Caiman latirostris*, Daudin, 1802). *Journal of Herpetology*, v. 52, p. 282-288, 2018.

BRAZAITIS, P.; REBÊLO, G. H.; YAMASHITA, C. The status of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* populations regions of Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 17, p. 377-385, 1996.

BROCHU, C. Phylogenetic approaches toward crocodylian history. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 31, p. 357-97, 2003.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. Avaliação do risco de extinção do jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 1, p. 48-53, 2013a.

CAMPOS, Z.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; T. SANAIOTTI; MAGNUSSON, W. Avaliação do risco de extinção do jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Schneider, 1807) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, p. 40-47, 2013b.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; PIRES FARIAS, I.; HRBEK, T. Conservation status of the Dwarf caiman *Paleosuchus palpebrosus* in the region of the Araguaia-Tocantins basin, Brazil. In: **Regional Reports Latin America and the Caribbean, Brazil.** Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 34, n. 3, 2015. p. 6-7.

CAMPOS, Z.; MUNIZ, F.; MAGNUSSON, W. E. Extension of the geographical distribution of Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider, 1801) (Crocodylia: Alligatoridae), in the Amazon-Cerrado transition, Brazil. *Check List*, v. 13, n. 4. p. 91-94, 2017a.

CAUGHLEY, G.; SINCLAIR, A. R. **Wildlife Ecology and Management.** Wiley, 1994. 334 p.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAÚJO, A. F. B. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna.** Columbia University Press, New York, 2002. p. 223-241.

COUTINHO, M. E.; MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; MENDONCA, S. H. S. T.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, p. 13-20, 2013.

- CRAIGHEAD, F. The role of the alligator in shaping plant communities and maintaining wildlife in the southern Everglades. *The Florida Naturalist*, v. 41, n. 3-7, p. 69-74, 1968.
- CORREIA, J. M. S.; CESAR, R.; MARSICO, E.; DINIZ, G.; CAMARGO, M.; CASTILHOS, Z. Mercury contamination in alligators (*Melanosuchus niger*) from Mamirauá Reservoir (Brazilian Amazon) and human health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 21, n. 23, p. 13522-13527, 2014.
- DIEFENBACH, C. O. Ampullarid gastropods: staple food of *Caiman latirostris*? *Copeia*, n. 1, p. 162-163, 1979.
- DIEFENBACH, C. O. Thermal and feeding relations of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Reptilia). *Comparative Biochemistry & Physiology*, v. 89A, n. 2, p. 149-155, 1988.
- FAO, UNISIC, WHO, UNICEF, WB. **A Strategic Framework for Reducing Risks of Infectious Diseases at the Animal–Human–Ecosystems Interface**, 2008. 67 p. Disponível em: <https://www.oie.int/doc/ged/D5720.PDF>.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W. Avaliação do risco de extinção do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, p. 21-30, 2013a.
- FARIAS, I. P.; MARIONI, B.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONCA, S. H. S. T.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, p. 4-12, 2013b.
- FERNANDES, T. V. R.; RODRIGUES DE SOUZA, M. L.; GASPARINO, E.; COUTINHO, M. E.; VISENTAINER, J. V.; SPINOLA BÉRGAMO, A.; GOES, E. S. R. Commercial cuts of Pantanal caiman meat according to sex. *Ciência Rural*, v. 47, n. 2, e20160195, 2017.
- FILOGÔNIO, R.; ASSIS, V. B.; PASSOS, L. F.; COUTINHO, M. E. Distribution of populations of Broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*, Daudin 1802, Alligatoridae) in the São Francisco River basin, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, p. 961-968, 2010.
- FITTKAU, E. J. Role of caimans in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon affluents (an hypothesis). *Biotropica*, v.2, 138, 1970.
- FREITAS-FILHO, R. F. Ecologia do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, Daudin 1802, em ambiente urbano no município do Rio de Janeiro. (Tese). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 123 p., 2013.
- FREITAS-FILHO, R. F.; PIÑA, C. I.; MOULTON, T. P. “Our hidden enemy” and the irrational fear of Crocodylians. *Crocodile Specialist Newsletter*, v. 28, n. 1, janeiro-março, p. 8-9, 2009.
- FUSCO-COSTA, R.; CASTELLANI, T. T.; TOMÁS, W. M. Abundância e locais de ocorrência



do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Alligatoridae) no noroeste da Ilha de Santa Catarina, SC. Biotemas, v. 21, n. 4, p. 183-187, 2008.

GEIST, V. Game ranching: threat to wildlife conservation in North America. Wildlife Society Bulletin, v. 13, n. 4, p. 594-598, 1985.

GRIGG, G.; HALE, P.; LUNNEY, D. **Conservation through Sustainable use of wildlife.** Centre for Conservation Biology. The University of Queensland: Brisbane, 1995. 362 p.

GROH, S. S.; UPCHURCH, P.; BARRETT, P. M.; DAY, J. J. 2020. The phylogenetic relationships of neosuchian crocodiles and their implications for the convergent evolution of the longirostrine condition. Zoological Journal of the Linnean Society, v. 188, p. 473-506.

HEMLEY, G.; CALDWELL, J. The crocodile skin trade since 1979.. In: **Crocodiles. Proc. 7th Working Meet.** Crocodile Specialist Group. IUCN Report, Gland, 1986. p. 398- 412.

HUDSON, R. J.; K. R. DREW; BASKIN, L. M. **Wildlife Production Systems.** Cambridge University Press, Cambridge 1989. 639 p.

IUCN - SSC SPECIES CONSERVATION PLANNING SUB-COMMITTEE. **Guidelines for Species Conservation Planning.** Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. xiv + 114 p.

MANOLIS, S. C.; WEBB, G. J. W.; BRITTON, A. R. C. 2002. Crocodylian and other reptiles: Bioindicators of pollution. In: **The Finniss River: a natural laboratory of mining impacts: past, present and future.** ANSTO: Sydney, 2002. p. 65-69.

MARIONI, B.; ÁRAUJO, D. D.; VILLAMARIN, F.; DA SILVEIRA, R. Amazonian encounters with four crocodylian species in one single night! Crocodile Specialist Group Newsletter, v. 32, n. 4, p. 10-13, 2013a.

MARIONI, B.; FARIAS, I. P.; VERDADE, L. M.; BASSETTI, L.; COUTINHO, M. E.; MENDONÇA, S. H. S. T.; SANAIOTTI, T.; MAGNUSSON, W.; CAMPOS, Z. Avaliação do risco de extinção do jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Daudin, 1802) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, p. 31-39, 2013b.

MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G. Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. Trace Metals and other Contaminants in the Environment, v. 6, p. 3-39, 2003. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0927521503801315>>.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América: Venezuela - Trinidad Tobago - Guyana - Suriname - Guayana Francesa - Ecuador - Perú - Bolivia - Brasil - Paraguay - Argentina -Uruguay.** Editorial Carrera: Bogotá, v. 2, 1983. 270 p.

MORATO, S. A. A. Localidades de registro e distribuição geográfica de *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae) no Estado do Paraná, Brasil. Acta Biologica Leopoldensia, v. 13, n. 2, 93-104, 1991.

- MORRIS, Z. S.; VLIET, K. A.; ABZHANOV, A.; PIERCE, S. E. 2019. Heterochronic shifts and conserved embryonic shape underlie crocodylian craniofacial disparity and convergence. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 286, n. 1897, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.2389>.
- MÜLLER, P. Zum Vorkommen von *Caiman latirostris* auf der Insel von Santa Catarina (Brasilien). *AquaTerra*, v. 8, n. 5, 59-60, 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Animals as Sentinels of Environmental Health Hazards**. Washington, D. C.: National Academies Press, 1991. 176 p. <https://doi.org/10.17226/1351>. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/1351>>.
- NEVES, D. N. S. Distribuição potencial do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris* daudin 1802) no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. (Dissertação). Vila Velha: Universidade Vila Velha, 36 p., 2019.
- NÓBREGA, Y. C.; PAZ, J.; NOSSA, D. N.; SILVA, T. T. DA; MENEZES, P. Q. DE, CURBANI, F.; SILVA-SOARES, T.; TOBIAS, F. L.; TADOKORO, C. E.; SANTOS, M. R. DE D. Biological hazard associated with bacteria from nests and eggs of *Caiman latirostris* (Daudin, 1802). *Herpetol Notes*, 12: 905-908, 2019.
- NIFONG, J.; SILLIMAN, B. Impacts of a large-bodied, apex predator (*Alligator mississippiensis* Daudin 1801) on salt marsh food webs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 440, p. 185-191, 2013.
- PASSOS, L.; COUTINHO, M. E.; YOUNG, R. J. Demographic and growth analysis of broad snouted caiman (*Caiman latirostris*) in a disturbed environment in southeastern Brazil. *Herpetological Journal*, v. 24, p. 223-228, 2014.
- PEREIRA, A. C.; MALVASIO, A. Síntese das características da Ordem Crocodylia, fatores de influência em estudos populacionais e aspectos de seleção e uso de habitat para *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger* no Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Amazônia Open Journal System*, v. 4, p. 111-118, 2014, doi: <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v4n1p111-118>.
- POLETTA, G. L.; LARRIERA, A.; KLEINSORGE, E.; MUDRY, M. D. *Caiman latirostris* (Broad-snouted caiman) as a sentinel organism for genotoxic monitoring: Basal values determination of micronucleus and comet assay. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, v. 650, n. 2, p. 202-209, fev. de 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383571807003580>>.
- POLETTA, G. L.; SIMONIELLO, M. F.; MUDRY, M. D. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defense capacity in *Caiman latirostris* blood. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*, v. 179, p. 29-36, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpc.2015.08.003>>.

- RAINWATER, T. R.; WU, T. H.; FINGER, A. G.; CAÑAS, J. E.; YU, L.; REYNOLDS, K. D.; COIMBATORE, G.; BARR, B.; PLATT, S. G.; COBB, G. P.; ANDERSON, T. A.; MCMURRY, S. T. Metals and organochlorine pesticides in caudal scutes of crocodiles from Belize and Costa Rica. *Science of The Total Environment*, v. 373, n. 1, p. 146-156, fev. 2007. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969706008850>>.
- RIFF, D.; SOUZA, R. G.; CIDADE, G. M.; MARTINELLI, A. G.; SOUZA FILHO, J. P. Crocodilomorfos: a maior diversidade de répteis fósseis do Brasil. *TERRÆ*, 9, p. 12-40, 2012.
- ROTH, H.; MERZ, G. **Wildlife Resources: A Global Account of Economic Use**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin. 1997. 403 p.
- SAKAGUCHI, K.; NEVAREZ, J. G.; DEL PIERO, F. Salmonella enterica serovar pomona infection in farmed juvenile American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Veterinary Pathology*, v. 54, n. 2, p. 316-319, 2017.
- SCHNEIDER, L.; PELEJA, J.; KLUCZKOVSKI, A.; FREIRE, G.; MARIONI, B.; VOGT, R.; DA SILVEIRA, R. Mercury concentration in the Spectacled caiman and Black caiman (Alligatoridae) of the Amazon: Implications for human health. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 63, n. 2, p. 270-279, 2012. doi: 10.1007/s00244-012-9768-1.
- SCHNEIDER, L.; EGGINS, S.; MAHER, W.; VOGT, R. C.; KRIKOWA, F.; KINSLEY, L.; EGGINS, S. M.; DA SILVEIRA, R. An evaluation of the use of reptile dermal scutes as a non-invasive method to monitor mercury concentrations in the environment. *Chemosphere*, v. 119, p. 163-170, jan. de 2015. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.05.065.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1):132-138, 2005.
- TABOR, G.; AGUIRRE, A. A. Ecosystem Health and Sentinel Species: Adding an Ecological Element to the Proverbial “Canary in the Mineshaft”. *EcoHealth*, v. 1, n. 3, v. 1, p. 226-228, 2004.
- THORBJAMARSON, J. Crocodile tears and skins: International trade, economic constraints, and the limits to the sustainable use of crocodilians. *Biological Conservation*, v. 13, p. 465-470, 1999.
- VIEIRA, L. M.; NUNES, V. S.; AMARAL, M. C.; OLIVEIRA, A. C.; HAUSER-DAVIS, R. A.; CAMPOS, R. C. Mercury and methyl mercury ratios in caimans (*Caiman crocodilus yacare*) from the Pantanal area, Brazil. *Journal of Environmental Monitoring*, v. 13, n. 2, p. 280-287, 2011. doi: 10.1039/c0em00561d.
- ZINSSTAG, J.; SCHELLING, E.; TANNER, M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 101, p. 148-156, 2011. 101. 148-56. 10.1016/j.prevetmed.2010.07.003.



Esta relevante obra acadêmica – *Tratado de Crocodilianos do Brasil* – representa uma grande ação colaborativa com a participação significativa de 69 pesquisadores(as) de diferentes gerações, formações acadêmicas e técnicas, reunindo informações básicas e especializadas de diversas áreas de interesse. A obra está estruturada em seções temáticas, apresentando 24 capítulos científicos originais. Pioneiramente, este livro apresenta os aspectos fundamentais, históricos, bem como os mais atualizados sobre estudos com populações de espécies de jacarés do Brasil. Estudos estes aos quais os(as) pesquisadores(as) dedicaram anos ou mesmo décadas de esforços pessoais e profissionais em pesquisas com os crocodilianos em seus respectivos ambientes naturais ou em cativeiros. O livro está organizado em eixos sequenciais, contemplando na primeira parte a evolução e a história de vida dos crocodilianos fósseis (paleontologia), a riqueza de espécies e as linhagens crípticas entre as espécies brasileiras (sistemática e taxonomia). A segunda parte aborda os métodos de campo voltados aos estudos ecológicos e comportamentais com populações, além do uso de ferramentas de modelagem de distribuição potencial direcionados à conservação. Na terceira parte, é abordado o uso comercial sustentável, os diferentes manejos de criação de jacarés aplicados à conservação de espécies de valor comercial, enfocando também uma discussão importante e atualizada sobre tais assuntos e as suas consequências de uso. A quarta parte foi exaustivamente dedicada à medicina veterinária e à saúde dos crocodilianos, abordando o manejo e a conservação das espécies em temas clínicos, sob diferentes pontos de vista: farmacologia aplicada, histologia, necropsia, parasitologia e semiologia. A quinta parte apresentou e valorizou elegantemente os estudos de conhecimentos culturais e tradicionais, por meio da difusão científica, educação ambiental e pesquisas etnozoológicas, todas aplicadas à conservação dos jacarés. E na sexta parte, a obra encerra-se estrategicamente revelando o cenário atual das pesquisas e perspectivas relacionadas à conservação das seis espécies de crocodilianos do Brasil, de acordo com as regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e os seus diferentes biomas associados. Este livro deixa a mensagem de que o conhecimento e a ciência devem ser divulgados da forma mais ampla, gratuita e democrática possível, gerando reais ganhos à nossa sociedade, à biodiversidade, ao ambiente em que vivemos e aos inúmeros profissionais que trabalham heroicamente nas diferentes áreas de atuação.



9786589669067