

U F *m* G

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida

Silvestre

**Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos
(Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto,
Amazônia**

KAREN CAROLINA DA SILVA

Belo Horizonte – MG

Mai, 2020

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida

Silvestre

**Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos
(Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto,
Amazônia**

KAREN CAROLINA DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pereira Leitão

Co-orientador: Dr. Marcos Eduardo Coutinho

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requerimentos para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre

Belo Horizonte – MG

Maiο, 2020

- 043 Silva, Karen Carolina da.
Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos (Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Amazônia [manuscrito] / Karen Carolina da Silva. – 2020.
71 f. : il. ; 29,5 cm.
- Orientador: Prof. Dr. Rafael Pereira Leitão. Coorientador: Dr. Marcos Eduardo Coutinho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.
1. Ecologia. 2. Ecossistema. 3. Jacarés e Crocodilos. 4. Ecossistema Amazônico. I. Leitão, Rafael Pereira. II. Coutinho, Marcos Eduardo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.
- CDU: 502.7

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Rosilene Moreira Coelho de Sá - CRB 6 - 2726

Ata da Defesa de Dissertação

Nº 411
Entrada: 2018/1

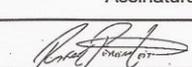
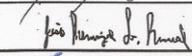
Karen Carolina da Silva

No dia 29 de maio de 2020, às 14:00 horas, por videoconferência, no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, teve lugar a defesa de dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, de autoria da mestranda Karen Carolina da Silva, intitulada: "USO DO HABITAT POR TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE CROCODILIANOS (CROCODYLIA, ALLIGATORIDAE) NA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO OURO PRETO, AMAZÔNIA". Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Doutor Rafael Pereira Leitão, após dar a conhecer aos presentes o teor das normas regulamentares do trabalho final, passou a palavra para a candidata para apresentação de seu trabalho. Estiveram presentes a Banca Examinadora composta pelos Doutores: João Henrique Fernandes Amaral (INPA), Renato Filogonio (UFSCAR) e demais convidados. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Após a arguição, apenas os senhores examinadores permaneceram no recinto para avaliação e deliberação acerca do resultado final, sendo a decisão da banca pela:

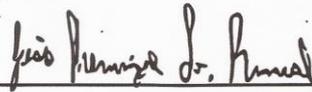
- Aprovação da dissertação, com eventuais correções mínimas e entrega de versão final pelo orientador diretamente à Secretaria do Programa, no prazo máximo de 30 dias;
- Reavaliação da dissertação com avaliação pelos membros da banca do documento revisado, sem nova defesa, no prazo máximo de 30 dias, sob possibilidade de reprovação;
- Reformulação da dissertação com indicação de nova defesa em data estabelecida a critério do Colegiado em observância às Normas Gerais da Pós-graduação na UFMG e ao Regimento do PPG-ECMVS;
- Reprovação

Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

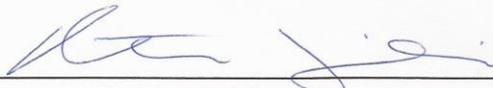
Belo Horizonte, 29 de maio de 2020.

Comissão Examinadora	Assinatura
Dr. Rafael Pereira Leitão	
Dr. João Henrique Fernandes Amaral	
Dr. Renato Filogonio	

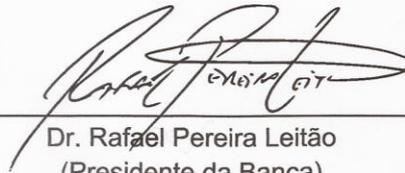
**Dissertação defendida em 29 de maio de 2020 e aprovada pela banca
examinadora constituída pelos membros:**



Dr. João Henrique Fernandes Amaral



Dr. Renato Filogonio



Dr. Rafael Pereira Leitão
(Presidente da Banca)

AGRADECIMENTOS

Agradeço às instituições que me possibilitaram realizar este trabalho até aqui. Agradeço à UFMG que me preparou desde o início dessa jornada. Gostaria de agradecer principalmente ao Colegiado pela preocupação em atender as necessidades dos alunos, dar amparo e assistência psicológica nessa fase tão intensa de início da vida de um pesquisador. À Capes, agradeço pela bolsa concedida. Agradeço ao ICMBio pelo apoio financeiro nos campos, na concessão da licença de coleta e na logística do trabalho de campo.

Agradeço ao Albino, gestor da REROP, por todo carinho e apoio a mim e a comunidade extrativista. Aos meus companheiros de campo, Birro, Paulinho, Seu Carlinhos, Sebastião, e todos os moradores da REROP, agradeço por me ajudarem a encontrar os jacarés e os ninhos e por serem pessoas dignas e empenhadas na conservação da REROP. Aos professores da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Mônica e Gabriel agradeço pelo apoio na logística do campo, por me receberem nas suas casas e pela dedicação à ciência e a pesquisa. Ao meu co-orientador Marcos Coutinho agradeço primeiramente pelo convite, por todo ensinamento, conversas e apoio durante a realização desse trabalho.

Agradeço aos meus melhores amigos, Jéssica, Nat, Nivaldo, Jaqueline, Natinha, Jád e Jheyce por me lembrarem de quem eu sou e por todas as vezes que me apoiarem e me darem força para concluir mais essa etapa. Agradeço a minha primeira família em BH, da república, Aline Paixão, Bárbara, Thamiris, Thay e Elany (minha irmã de coração), por terem feito o início dessa caminhada ser mais leve e pelos momentos divertidos. À Elany e Mari, agradeço pelo acolhimento, pelo apoio e pela amizade.

Agradeço aos amigos de turma, Aline Lopes, Amanda, Ana Luíza, Gabriel, Laís, Lucas, Ludmilla. E Também aos amigos da UFMG, Paulinho, Thiago. Agradeço aos funcionários, em especial Seu Jeferson, trabalhador da limpeza, por todos os “bom dia”. Agradeço aos professores do PPG ECMVS, em especial ao Paulo Enrique, que além de ensinar muito bem análises quantitativas, é uma pessoa maravilhosa e um excelente orientador. Também agradeço ao André, pelas conversas, trilhas na Serra Negra, por me apoiar, me ouvir e me visitar em BH. Agradeço aos meus amigos Henrique, Diego e Carol pelo apoio, mesmo à distância.

Agradeço à minha família, por todo o apoio durante essa fase e por sempre estarmos juntos em todos os momento. Ao meu irmão e meu pai, obrigada por todo ensinamento de valores e construção de caráter, principalmente ao meu pai por sempre se dar por inteiro à família. À minha mãe, agradeço a tudo o que fez por mim e pela marca profunda que deixou no meu coração a cada gargalhada que demos, cada conversa e cada palavra de conforto, ao seu jeito doido e ao mesmo tempo doce e aos vários momentos de felicidade que compartilhamos!

Aos meus amigos do Lab Eco Peixes, Lud, Dennys, Lorena, Gabi, Aline, Matheus, Lucas, Renata, Giba e Bilbo e Júlia, agradeço todo apoio e momentos felizes nas coletas e no lab. Agradeço especialmente uma das melhores pessoas que já conheci, meu orientador, Rafael. A ele agradeço por ter me acolhido no lab, com toda sua simpatia, seu coração maravilhoso e sua humanidade. Obrigada pela paciência e por ser o melhor orientador do mundo.

Ao Carlos, que já agradeço todos os dias, mas que não poderia deixar de citá-lo aqui, agradeço primeiramente pela amizade, por ter se tornado mais do que meu colega de lab, por ser meu companheiro, me acolher nos momentos mais difíceis e pelas infinitas correções, discussões e aprendizados profissionais e de vida. Obrigada pelo carinho, amor e por dividir a sua vida comigo!

*A luz da minha vida, Rosana de Cássia
Rufino da Silva, dedico esse trabalho, assim
como o propósito da minha vida todinha.
Te amarei eternamente.*

RESUMO

O uso do habitat por espécies simpátricas está relacionado à divisão efetiva do habitat de acordo com o comportamento e preferência de cada uma das espécies. Para jacarés, características hidrodinâmicas, variação de temperatura, e a paisagem do entorno dos ecossistemas aquáticos podem influenciar a diferença na distribuição espacial. Além disso, características particulares de cada espécie, como tamanho do corpo e estágio da história de vida, estão relacionados à utilização de habitats específicos. Nesse contexto, investigamos como características do habitat influenciam a distribuição espacial de três espécies de crocodilianos: *Caiman crocodilus*, *Melanosuchus niger* e *Paleosuchus palpebrosus*, na Amazônia ocidental, e se há diferença na distribuição espacial de diferentes estágios de vida dessas espécies. Além disso, analisamos fatores que afetam a detectabilidade de crocodilianos e propomos um índice de monitoramento da densidade de crocodilianos a partir das características ambientais. Para isso, relacionamos características hidrodinâmicas do corpo d'água (lótico e lântico), da paisagem (floresta, gramíneas e banco de areia), variação de temperatura, período e nível de água, com as densidades das espécies e de suas classes de tamanho. Encontramos que as espécies respondem de maneira diferente às variações no ambiente, sendo essas diferenças determinadas por comportamentos e morfologias diferentes entre as espécies. Também observamos diferenças intraespecíficas que podem estar relacionadas ao tipo de ambiente aquático. Com resultados de ecologia de ninho de *P. palpebrosus* e da biometria de animais capturados, ressaltamos a importância do conhecimento de informações básicas sobre as espécies, como áreas de nidificação, tamanho da ninhada, biometria e a

coexistência das espécies. Essas informações são importantes para subsidiar ações de conservação e manejo de crocodilianos a curto e longo prazo em Unidades de Conservação.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação e manejo; Áreas alagáveis; Ecologia da paisagem; Variação ontogenética; Jacarés

ABSTRACT

The habitat use by sympatric species depends of the different utilization of specific habitat according to the behavior and preference of each species. For caimans, hydrodynamic characteristics, temperature variation, and the landscape around aquatic ecosystems can influence the difference in spatial distribution. In addition, particular characteristics of each species, such as body size and life stage are related to the use of specific habitats. In this context, we investigate how habitat characteristics influence the spatial distribution of three species of caiman: *Caiman crocodilus*, *Melanosuchus niger* and *Paleosuchus palpebrosus*, in the western Amazon, and whether there is a difference in the spatial distribution of different life stages of these species. In addition, we analyzed factors that affect the detectability of crocodylians and propose an index for monitoring the density of crocodylians based on environmental characteristics. For this, we related hydrodynamic characteristics of the water body (lotic and lentic), the landscape (forest, grasses and sandbar), temperature variation, period and water level, with the densities of the species and their size classes. We found that species respond differently to variations in the environment, which are being determined by different behaviors and morphologies between species. We also observed intraspecific differences that may be related to the type of aquatic environment. In addition, ours findings about *P. palpebrosus* nest ecology and the biometry of captured animals, emphasize the importance of knowledge of basic information about species, such as nesting areas, hatching size, biometrics and species coexistence. This information is important to support short-term and long-term conservation and management of caiman in Conservation Units.

KEY WORDS: Conservation and management; Landscape ecology; Ontogenetic variation; Caimans.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
CAPÍTULO I. - Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos (Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Amazônia.....	16
RESUMO	18
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	24
Área de estudo	24
Amostragem e coleta de variáveis	26
Análise da paisagem	29
Análise de dados	31
RESULTADOS	33
Fatores que afetam a detectabilidade de crocodilianos na REROP.....	37
Distribuição espacial de crocodilianos na REROP	39
Variação ontogenética no uso do habitat	41
DISCUSSÃO	42
Influência da variação da temperatura e nível da água nas estimativas de densidade de crocodilianos.....	43
Utilização diferencial de habitat por crocodilianos na REROP.....	45
Ontogenia e simpatria no uso do habitat por crocodilianos.....	47
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO I	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICE I – Nidificação de <i>Paleosuchus palpebrosus</i> (Cuvier, 1807) (Crocodylia: Alligatoridae) em uma Unidade de Conservação na Amazônia brasileira.....	59
REFERÊNCIAS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

APRESENTAÇÃO

A distribuição espacial das espécies depende de inúmeros fatores, como presença de predadores e competidores, disponibilidade de alimentos (Livingston et al. 2017), e condições abióticas locais (Vellend 2016). Tais fatores e sua complexidade geram um mosaico de distribuição de espécies que está intimamente relacionado com suas afinidades por diferentes tipos de habitat (Robinson et al. 2002). Por exemplo, características particulares de cada espécie como tamanho do corpo e estágio da história de vida, estão relacionados à utilização de habitats específicos (Delaney e Warner 2017). Para crocodilianos amazônicos, acredita-se que os diferentes estágios de vida são relacionados com a utilização diferencial do habitat, embora poucos estudos tenham testado empiricamente essa relação (Villamarín et al, 2017). Tais estágios podem ser estabelecidos por marcadas variações ontogenéticas e de alometria de crescimento (Platt e Thorbjarnarson 2000).

Crocodilianos são ectotérmicos, semiaquáticos e dependem da água para termorregulação. Entender como as características do meio influenciam a distribuição espacial de crocodilianos é fundamental, visto que são considerados os maiores predadores de ecossistemas aquáticos amazônicos e exercem importante papel na dinâmica desses sistemas, promovendo efeitos críticos na estrutura das teias tróficas e na ciclagem de nutrientes (Ross, 1998). Além disso, os crocodilianos tem grande importância para comunidades ribeirinhas, que utilizam a carne para complemento de sua alimentação (Ranzi et al. 2018).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo principal gerar um primeiro conjunto de informações básicas sobre os jacarés na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), Rondônia, Brasil. A necessidade dessas informações surgiu da demanda da comunidade extrativista da REROP por uma nova fonte de renda para os moradores, que atualmente vivem da extração da castanha e da pecuária de subsistência. Por meio de reuniões entre a associação dos extrativistas (AEROP) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), a comunidade solicitou um levantamento das populações de jacarés que ocorrem na REROP, manifestando o interesse no manejo das espécies, tal qual já ocorre em outras unidades de conservação em Rondônia, como a Reserva Extrativista Lago do Cuniã.

Para isso, esse trabalho está estruturado em: i) um capítulo, intitulado “Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos (Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Amazônia”, a ser submetido à Revista Acta Amazônica; ii) um anexo a esse capítulo com informações biométricas de jacarés capturados; iii) um apêndice, intitulado “Nidificação de *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) (Crocodylia: Alligatoridae) em uma Unidade de Conservação na Amazônia brasileira”, com dados biométricos de ninhos da espécie, a ser submetido como nota científica à Revista Herpetology Notes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

(1) Dar subsídio para o monitoramento e conservação das espécies de jacarés na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP);

(2) Investigar como a composição da paisagem, a temperatura e características hidrodinâmicas dos corpos d'água influenciam a distribuição espacial das espécies de crocodilianos na REROP;

(3) Investigar se há diferença na distribuição espacial de diferentes estágios de vida de crocodilianos;

(4) Ampliar o conhecimento da história de vida de jacarés amazônicos.

Capítulo I.

Da Silva, K. C.; Coutinho, M. E; Leitão, R. P.

Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos (Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Amazônia.

Manuscrito em preparação - Acta Amazônica

ARTIGO

Uso do habitat por três espécies simpátricas de crocodilianos (Crocodylia, Alligatoridae) na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Amazônia

Karen Carolina da Silva^{1,*}, Marcos Eduardo Coutinho², Rafael Pereira Leitão¹

¹ Laboratório de Ecologia de Peixes, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901.

² Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, Al. Vima Eldweiss Santos, 115 - Centro, Lagoa Santa – MG, 33400000.

*e-mail da autora correspondente

karen.c.silva@hotmail.com

RESUMO

Entender como fatores ambientais influenciam a distribuição de espécies, bem como sua variação ontogenética, é fundamental para delinear melhores estratégias de manejo e conservação da biodiversidade. Entretanto, este conhecimento básico ainda é escasso para diversos grupos biológicos, sobretudo em regiões altamente diversas, como a Amazônia. Nesse estudo, investigamos como características do habitat influenciam a distribuição espacial de três espécies de crocodilianos: o jacaretinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758), o jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) e o jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) na RESEX Rio Ouro Preto. Relacionamos características hidrodinâmicas do corpo d'água, temperatura e atributos da paisagem com as densidades das espécies. Utilizamos análise de correspondência canônica (CCA) e modelo linear generalizado misto (GLMM) para responder, respectivamente, se existe diferença na distribuição espacial entre as espécies de crocodilianos, e entre os diferentes estágios de vida dos crocodilianos. Em locais com maior cobertura de floresta, observamos altas densidades de *M. niger*. Por outro lado, *P. palpebrosus* e *C. crocodilus* ocorreram principalmente em locais com menor proporção de floresta e maior diferença entre temperatura do ar e da água. No entanto, *C. crocodilus* difere de *P. palpebrosus* na utilização do tipo de corpo d'água, ocorrendo predominantemente em ambientes lóticos. A principal diferença ontogenética foi observada entre indivíduos filhotes em relação às demais classes de tamanho para *M. niger* e *P. palpebrosus*. Indivíduos jovens e adultos não apresentaram diferenciação ontogenética no uso do habitat. Diferenças interespecíficas podem ser determinadas por comportamentos e morfologias diferentes

entre as espécies e podem ser analisadas através de uma escala mais ampla, como a composição da paisagem. Também podem ocorrer diferenças intraespecíficas que podem ser analisadas de uma escala mais local, como o tipo de ambiente aquático. Tais informações são importantes para subsidiar ações de conservação e manejo dessas espécies localmente.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia da paisagem; Variação ontogênica; Jacarés; Conservação.

INTRODUÇÃO

Ambientes aquáticos possuem uma ampla variedade de tipos de habitat que diferem em relação às variáveis bióticas e abióticas, como produtividade, pressão de predação, velocidade da água e profundidade (Ryder e Pesendorfer 1989). Embora algumas espécies possam ser encontradas ao longo de extensos gradientes ambientais, indivíduos em diferentes estágios de vida podem ter um padrão de distribuição espacial diferente de acordo com o tipo de habitat (Comita et al. 2007, Carriere et al. 2009). Essas associações entre estágio de vida e tipo de habitat podem resultar em mudança ontogenética de nicho, com indivíduos de uma mesma espécie diferindo no uso de recursos de acordo com seu tamanho (Werner e Gilliam 1984). Apesar das variações ontogenéticas serem amplamente descritas, mudanças de uso do habitat ao longo da vida ainda são pouco investigadas para diversos grupos aquáticos.

Os tipos de corpos d'água e a temperatura do ar e da água, influenciam diretamente a distribuição espacial de crocodilianos (Da Silveira et al. 1997). Esses répteis são amplamente distribuídos em lagos, rios e pântanos e tem importante papel ecológico, econômico e social (Smith 1981). Atuam na manutenção da estrutura e função de ecossistemas aquáticos, por promoverem ciclagem de nutrientes e controle de populações de peixes (Ross 1998; Somaweera et al. 2020). Em termos socioeconômicos, jacarés da Amazônia, por exemplo, são importantes para a economia local de comunidades tradicionais, pois são utilizados, através de manejo adequado, como fonte de renda e alimento (Ranzi et al. 2018). Portanto, entender como as espécies de crocodilianos se distribuem no ambiente é importante para delimitar estratégias de monitoramento, manejo

e conservação das espécies em áreas naturais. Frequentemente, essas estratégias devem considerar que algumas espécies de crocodilianos são simpátricas, utilizando o mesmo local para obterem recursos e se reproduzirem.

Além de características internas, a paisagem do entorno dos ecossistemas aquáticos também pode influenciar a distribuição espacial das espécies (Arantes et al. 2017; Villamarín et al. 2017). Por exemplo, diferentes tipos de solos possuem diferentes concentrações de nutrientes que são carregados para os rios, conseqüentemente afetando a produtividade e modificando a dinâmica do ambiente aquático (Junk et al. 2015). Além disso, a paisagem pode ser caracterizada por diferentes fitofisionomias, acarretando em aporte diferencial de alimento ou abrigo para a fauna aquática (Arantes et al. 2019). Para crocodilianos, a estrutura da vegetação adjacente ao ambiente aquático é importante para aquisição de presas (e.g. mamíferos, aves) e para reprodução, uma vez que constroem seus ninhos às margens de corpos d'água utilizando matéria vegetal (Villamarín et al. 2011) (ver Apêndice I). O ambiente terrestre também é utilizado na termorregulação de jacarés em situações em que o animal precisa se resfriar para baixar o metabolismo em períodos noturnos (Lang 1987).

Na tentativa de entender como os crocodilianos partilham os mesmos recursos, diversos estudos investigaram a utilização e potencial segregação do habitat por espécies simpátricas (Herron 1994; Da Silveira et al. 1997; Pereira e Malvasio 2014). Tucker et al. (1997) identificaram que aspectos como territorialidade, tipo de forrageamento e fuga de predadores predizem o uso diferenciado de habitat por espécies simpátricas de crocodilianos. Algumas espécies de jacarés amazônicos que vivem em simpatria

apresentam como principais fatores de segregação espacial a profundidade do corpo d'água e a densidade de vegetação. Por exemplo, Da Silveira et al. (1997) encontraram que, em um mesmo corpo d'água, *Melanosuchus niger* teve preferência por locais mais profundos e com mais vegetação do que *Caiman crocodilus*. Além disso, crocodilianos são descritos como animais generalistas oportunistas (Pooley 1989) devido à sua dieta diversa, composta por itens desde insetos e moluscos, até peixes, mamíferos e aves (Marioni et al. 2008). Entretanto, Villamarín et al. (2017) apontam diferenças interespecíficas na proporção de itens de presas dos crocodilianos amazônicos que vivem em simpatria. Os autores relacionaram o tamanho da espécie com o valor nutricional das presas, observando que as espécies maiores capturam as presas de maior valor nutricional.

Variações intraespecíficas na distribuição espacial de crocodilianos também já foram registradas (Villamarín et al. 2017). Os crocodilianos são animais semiaquáticos comumente classificados em três ou mais estágios de vida, definidos por marcadas variações ontogenéticas e de alometria de crescimento (Platt e Thorbjarnarson 2000). Assim, mudanças no uso do habitat estariam relacionadas às mudanças ontogenéticas no uso de recursos alimentares, influenciando a maneira como os indivíduos de diferentes tamanhos da mesma espécie se distribuem no espaço (Villamarín et al. 2017). Essas variações no uso do habitat pela mesma espécie podem ser explicadas pelos diferentes recursos que os indivíduos são capazes de utilizar de acordo com seu estágio de vida. Por exemplo, há uma relação entre a alometria negativa nos comprimentos dos membros de crocodilianos ao longo de seu crescimento com a propensão para locomoção terrestre

(Dodson 1975). Portanto, é esperado que maiores densidades de crocodilianos adultos sejam encontradas em corpos d'água circundados por gramíneas ou bancos de areia, pois são locais de fácil locomoção quando comparados às áreas de florestas. Além disso, nos corpos d'água lóticos há maior quantidade de peixes de maior porte (Minns 1995; Arantes et al. 2019), que são as principais presas de crocodilianos adultos (Randall et al. 1995). Por outro lado, os juvenis e subadultos estariam em maiores densidades em ambientes lênticos e próximos à vegetação de floresta.

Nesse estudo, investigamos como características do habitat influenciam a distribuição espacial de três espécies de crocodilianos: o jacaretinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus 1758), o jacaré-açu *Melanosuchus niger* (Spix 1825) e o jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier 1807) na Amazônia ocidental. Analisamos fatores que afetam a detectabilidade de crocodilianos e propomos um índice de monitoramento da densidade de crocodilianos a partir das características ambientais, para auxiliar estratégias de monitoramento das populações de crocodilianos em uma Unidade de Conservação. Posteriormente, relacionamos características hidrodinâmicas do corpo d'água (lótico e lêntico), da paisagem (floresta, gramíneas e banco de areia), variação de temperatura, período e nível de água, com as densidades das espécies e de suas classes de tamanho, para testar, respectivamente, as seguintes hipóteses: (1) Características do habitat influenciam a distribuição espacial das espécies de crocodilianos e (2) há diferença na distribuição espacial de diferentes estágios de vida de crocodilianos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Realizamos o estudo na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), localizada no extremo oeste do estado de Rondônia, Brasil. A REROP está inserida entre os municípios de Guajará-Mirim e Nova Mamoré e abrange uma área de 204.631,55 hectares (ICMBio 2014). Faz divisa em seu limite norte com a Terra Indígena Lage e Parque Estadual de Guajará-Mirim, ao sul com a Reserva Biológica Estadual do Rio Ouro Preto, ao oeste com a Reserva Extrativista Estadual do Pacaás Novos e, ao leste, com a Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau (Figura 1). A área é drenada pela bacia hidrográfica do Rio Ouro Preto, tributário da margem esquerda do Rio Mamoré, bacia do Rio Madeira.

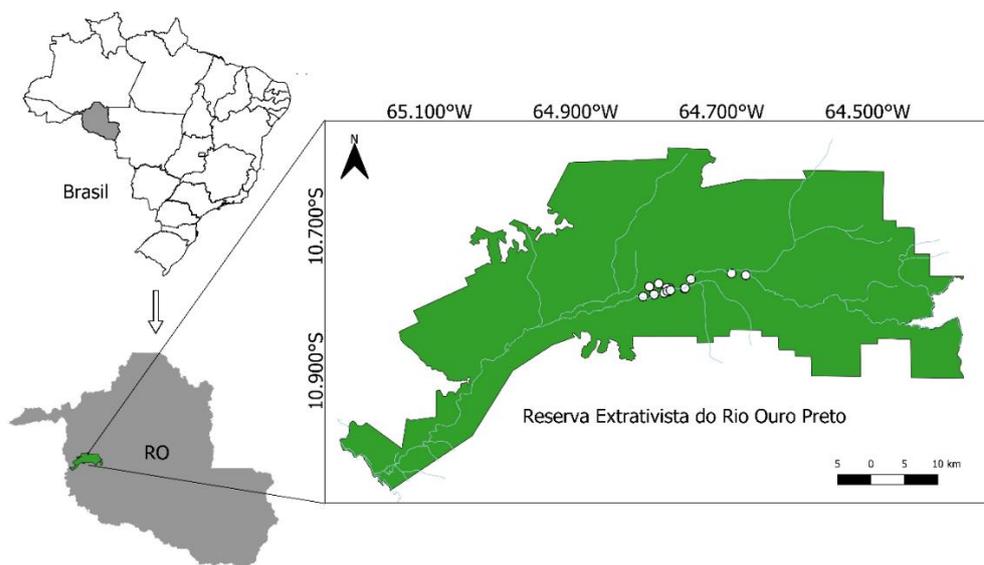


Figura 1. Localização da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (RO), indicando os locais onde foram realizadas as amostragens de crocodilianos (pontos brancos).

O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual de 25°C, precipitação média anual de 2.200 mm, variando entre 80 mm na estação seca ou “verão” (junho a outubro) e 300 mm na estação chuvosa ou “inverno” (novembro a maio). O principal tipo vegetacional é a Floresta Ombrófila, ocorrendo também Savana Arbórea e Campina de areia branca (ICMBIO, 2014). A REROP tem um padrão sazonal bem estabelecido de nível de água, com aumento do nível a partir do mês de novembro, quando começam as enchentes, e início da vazante no mês de maio (Figura 2). Observa-se que há acentuada variação nos valores das cotas do mesmo mês em diferentes anos (300 cm de diferença). Entretanto, é possível observar um padrão anual com valores de cota mais altos a partir de novembro e mais baixos a partir de maio.

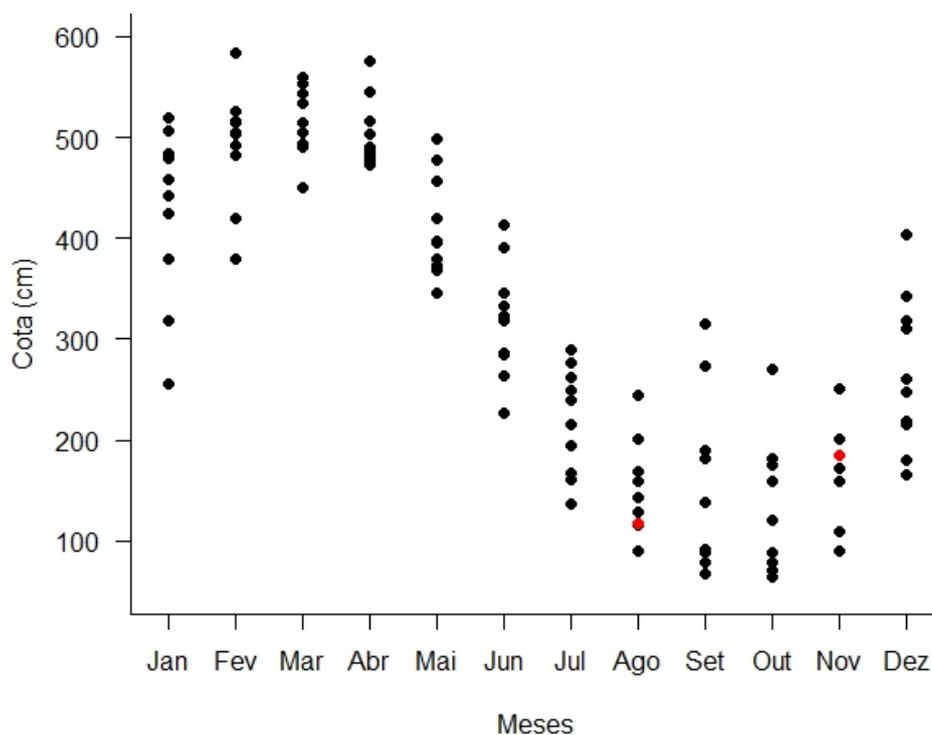


Figura 2. Cota mensal do Rio Ouro Preto entre 2008 e 2018, com destaque para os meses de realização deste estudo (agosto e novembro de 2018; pontos vermelhos). Dados fluviométricos obtidos em: <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>; acesso em: 10/12/2018.

Amostragem e coleta de variáveis

Conduzimos o presente estudo entre os dias 23 e 28 de agosto e 21 a 24 de novembro de 2018, sob a permissão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (#65050-1). Realizamos censos populacionais de crocodilianos no período noturno ao longo de 15 transectos (Figura 1), que variaram de 0,9 km a 7,32 km de extensão. Para tal, utilizamos barco a motor deslocando-se em uma velocidade média de 7,5 km/h. Obtivemos as coordenadas geográficas de início e fim, assim como a distância total percorrida em cada transecto, com o uso de GPS (Figura 3). Utilizando lanterna com feixe de luz alta, contabilizamos e identificamos os animais no nível de espécie, quando possível, após uma aproximação de 5 m. A partir da observação do tamanho da cabeça do animal, estimamos o comprimento total (CT) e, em seguida, classificamos cada indivíduo em diferentes classes de tamanhos (I, II, III e IV). As medidas de classe de tamanho variam para cada espécie, por isso utilizamos dados da literatura (Rebêlo e Magnusson 1983; Ayarzagüena 1983) para a classificação de cada indivíduo (Tabela 1). Esse método de estimativa de tamanho corporal a partir da observação é utilizado para estudos populacionais quando não é possível capturar o

animal. As contagens e estimativas de tamanho foram realizadas sempre pelo mesmo observador, evitando que os dados fossem enviesados. Validamos as estimativas visuais de tamanho a partir da captura de 18 indivíduos das diferentes espécies presentes no local, obtendo razão entre valores estimados e observados igual a um (veja “Anexo I”).

Em cada transecto, foram tomadas medidas de temperatura do ar e da água utilizando termômetro digital Hanna®. As medidas de nível da água foram obtidas das régua limnéticas localizadas na base Pompeu do ICMBIO, disponíveis no site da Agência Nacional das Águas (ANA).

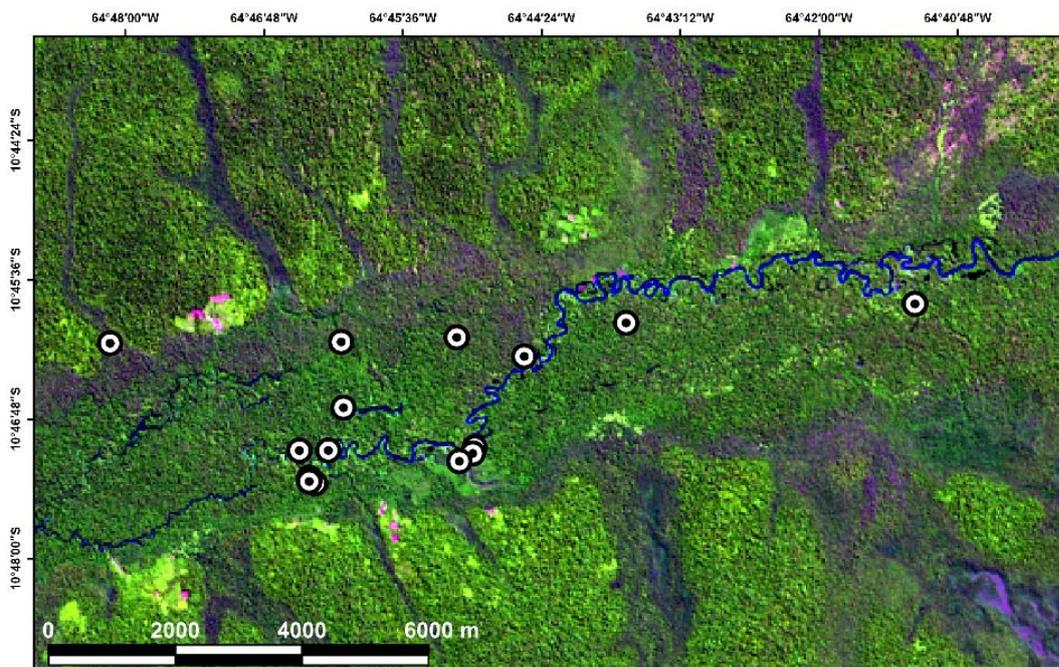


Figura 3. Pontos de amostragem de crocodilianos (15 transectos onde foram realizados censos). Na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia. Em azul é destacado o canal principal do Rio Ouro Preto.

Tabela 1. Classes de tamanho das espécies de crocodilianos de acordo com estimativas de comprimento total do corpo (cm) a partir de observações de tamanho da cabeça (cm) ao longo dos censos na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia.

Espécie	I	II	III	IV
<i>Caiman crocodilus</i>	<50	50-140	140-180	>180
<i>Melanosuchus niger</i>	<50	50-190	190-210	>210
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	<50	50-100	100-150	>150

Os censos foram realizados abrangendo os diferentes tipos de habitat da REROP, incluindo ambientes lênticos (Baia Pedro Fernandes, Lago do Socó, Baia do Socó, Baia do Rio Velho, e Baia das três bocas) e ambientes lóticos (Caminho do Céu, Estreito do Rio Ouro Preto, e Rio Velho). Os locais foram identificados previamente por imagens de satélite e, posteriormente, validados visualmente em campo. Ambientes lênticos, caracterizados por fluxo de água lento, incluem lagos (Figura 4A e B), localmente denominados baias, e leitos abandonados (corpos d'água com fluxo lento, mais estreitos do que os rios e com vegetação mais densa) (Figura 4C). Ambientes lóticos, são aqueles com fluxo de água rápido, variando a largura e a velocidade da correnteza, como o canal dos rios (Figura 4D).



Figura 4. Locais amostrados quanto à densidade de crocodilianos na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), Rondônia. Ambientes lênticos: A e B) Baía e C) Leito abandonado. Ambiente lótico: D) Rio.

Análise da paisagem

Para investigar a relação entre densidade das espécies e das suas classes de tamanho, e as características paisagísticas do entorno de cada transecto, conduzimos um conjunto de análises da paisagem. Utilizamos imagens ortorretificadas do satélite Landsat 8, sensor OLI/TIRS, obtidas em 01/09/2018 junto ao Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) para os pontos georreferenciados dos locais de coleta. Em seguida, utilizamos a árvore de classificação de regressão do Google Engine para

definir as classes de características da paisagem. Coletamos amostras de treinamento (pontos na imagem que indicavam, a partir da coloração, o tipo de característica da paisagem) de acordo com as seguintes classes de cobertura: banco de areia (i.e. praia); gramínea (ou macrófitas aquáticas); floresta (vegetação arbórea e arbustiva) (Figura 5). As amostras de treinamento foram coletadas no software QGIS, com um mínimo de 100 amostras por classe dentro do perímetro da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto. A partir da imagem classificada e vetorizada, calculamos a área ocupada por cada classe de cobertura da paisagem dentro de um buffer de 120 m ao redor de cada transecto. Por fim, calculamos a proporção de cada classe de cobertura e contrastamos com os dados de densidade dos crocodilianos. Apesar de não ser posteriormente inserida nas nossas análises da paisagem, a cobertura por corpos d'água também foi contabilizada no buffer. Portanto, os valores das proporções das três classes supracitadas não somam 100%.



Figura 5. Características da paisagem do entorno de cada transecto na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), Rondônia. A) banco de areia; B) floresta e C) gramíneas.

Análise de dados

Para validar nossa amostragem, realizamos um modelo misto generalizado (GLM) analisando a relação entre distância percorrida em cada transecto e número de indivíduos avistados. Esse teste tem a finalidade de indicar se os resultados representam a influência das características ambientais investigadas sobre as densidades dos crocodilianos, independentemente da distância percorrida nos transectos.

Para avaliar quais variáveis ambientais influenciam a densidade total de crocodilianos na REROP, primeiramente analisamos os fatores que afetam a detectabilidade de crocodilianos pelo observador. Para isso, utilizamos modelo de regressão múltipla tendo como variáveis preditoras o nível d'água, a diferença entre a temperatura da água e do ar, os períodos amostrados (agosto e novembro) e a característica hidrodinâmica (lêntico ou lótico), e a densidade total de crocodilianos como variável resposta. Por fim, construímos um modelo geral, a partir de modelos lineares generalizados (GLM) utilizando a família Poisson, para explicar a variação espacial da densidade total de crocodilianos na REROP.

Para investigar como as características ambientais (nível da água, diferença entre a temperatura da água e do ar e característica hidrodinâmica) e da paisagem de entorno do ecossistema aquático (floresta, gramíneas e banco de areia) influenciam a distribuição das diferentes espécies, realizamos uma análise de correspondência canônica (CCA). Uma análise da correlação de Pearson entre as variáveis preditoras foi realizada previamente para avaliar potenciais redundâncias. A proporção de gramínea apresentou

alta correlação negativa e positiva com, respectivamente, a proporção de floresta e de banco de areia, sendo excluída da análise. A variável resposta foi a densidade total de cada espécie (sem considerar as classes de tamanho). Para essa análise, excluímos as amostragens do período cheio (N=4). Por consequência, na análise da CCA N=11. Posteriormente, realizamos uma seleção progressiva (função ordistep do programa R) para identificar as variáveis preditoras mais importantes. A significância da CCA foi testada por um procedimento de Monte Carlo com 999 simulações. Utilizamos nível de significância de 5%.

Para investigar se existe diferença na distribuição espacial entre indivíduos de diferentes classes de tamanho para cada espécie realizamos, após inspeção da distribuição dos dados (histograma de frequência), um modelo misto linear generalizado (GLMM), com a família Gamma. Inicialmente, para reduzir o número de variáveis e obtermos um maior grau de liberdade, realizamos redução de modelo a partir do modelo geral (densidade ~ características ambientais). O objetivo dessa etapa foi identificar as características do habitat mais importantes para posteriormente relacioná-las às classes de tamanho. Em caso de mudança ontogenética do uso do habitat ($p < 0,05$), conduzimos comparações planejadas para identificar quais classes de tamanho utilizaram o habitat de forma diferente. Para todas essas etapas, a identidade do transecto foi tratada como fator aleatório. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2020).

RESULTADOS

Observamos um total de 256 animais em 49,88 km percorridos ao longo dos censos na REROP, sendo 19 *Caiman crocodilus*, 64 *Melanosuchus niger*, 85 *Paleosuchus palpebrosus* (Figura 6) e 88 indivíduos não identificados (daqui pra frente “NI”). A densidade média da assembleia (três espécies juntas) foi de 10 indivíduos/ km (0,8 – 54). A espécie com a maior densidade média foi *P. palpebrosus* (3,77 indivíduos/km), seguida de *M. niger* (3,25 indivíduos/km) e *C. crocodilus* (0,63 indivíduos/km). A maior densidade média foi no ambiente lótico com 16,21 indivíduos/km, enquanto no ambiente lêntico a densidade média foi 10,70 indivíduos/km. Registramos mais indivíduos da classe II (54% e 55% dos indivíduos de *M. niger* e *P. palpebrosus*, respectivamente) ou classe III (47% dos indivíduos de *C. crocodilus*). Não registramos indivíduos da classe I de *C. crocodilus* e classe IV de *P. palpebrosus*. Em quatro dos 15 sítios amostrados foram registradas as três espécies juntas. *M. niger* e *P. palpebrosus* ocorreram sem a presença das demais espécies em três e dois sítios, respectivamente, enquanto *C. crocodilus* não ocorreu sozinha (Tabela 2).

A densidade média observada em novembro ($1,5 \pm 0,7$ indivíduos/km) foi bastante inferior àquela observada em agosto ($14,06 \pm 15,7$ indivíduos/km). Não registramos relação entre distância percorrida e número de indivíduos avistados ($\chi^2 = 1,25$; $p = 0,7$), indicando que nossos resultados são reflexo da relação entre características do habitat e distribuição das espécies e não um artefato amostral.



Figura 6. Exemplos de crocodilianos capturados na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), Rondônia. A) *Caiman crocodilus*; B) *Melanosuchus niger* e C) *Paleosuchus palpebrosus*.

A média de temperatura da água e do ar durante as amostragens foi de 26,7° C e 23,7° C, respectivamente. As médias de temperatura entre os tipos de ambientes foram similares tanto para a água (26,7° C para ambientes lênticos e 26,5° C para ambientes lóticos) quanto para o ar (23,7° C para ambientes lênticos e 23,1° C para ambientes lóticos). Quanto aos tipos de cobertura paisagística ao redor dos transectos, os valores de floresta variaram entre 25 e 60%, gramíneas variaram de 10 a 65%, e banco de areia variaram entre 0 e 25% (Tabela 3).

Tabela 2. Caracterização dos locais de censos e densidade (Número de indivíduos/km) das três espécies de crocodilianos na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), Rondônia. NI= indivíduos não identificados.

Sítio	Local	Ecossistema	Ambiente	Densidade (N/km)				
				<i>C. crocodilus</i>	<i>M. niger</i>	<i>P. palpebrosus</i>	NI	Total
S1	Baia Pedro Fernandes	Baia	Lêntico	-	0,88	-	1,17	2,06
S2	Lago do Socó	Lago	Lêntico	-	1,11	-	5,55	6,66
S3	Rio Ouro Preto (até Baia do Socó)	Rio	Lótico	0,40	1,22	0,27	1,50	3,41
S4	Baia das Três Bocas	Baia	Lêntico	-	0,50	0,75	0,25	1,50
S5	Rio Ouro Preto (até Estreito)	Rio	Lótico	2,35	-	4,31	0,78	7,45
S6	Rio Velho	Rio	Lótico	-	6,00	2,00	-	8,00
S7	Baia do Rio Velho	Baia	Lêntico	-	27,1	1,42	-	28,5
S8	Caminho do Céu	Leito Abandonado	Lêntico	0,55	2,22	10,00	8,88	21,6
S9	Furo do Sebastião	Leito Abandonado	Lêntico	4,46	-	33,00	16,9	54,4
S10	Pascana até Estreito	Rio	Lótico	0,39	-	1,96	3,52	5,88
S11	Entrada Rio Velho	Rio	Lótico	1,00	8,00	2,00	4,00	15,00
S12	Baia do socó	Baia	Lêntico	0,28	1,41	0,28	0,56	2,54
S13	Furo do Sebastião	Leito Abandonado	Lêntico	-	-	0,13	0,83	0,97
S14	Caminho do Céu	Leito Abandonado	Lêntico	-	-	0,48	1,44	1,93
S15	Furo do Ouro Negro	Leito Abandonado	Lêntico	-	0,27	-	0,55	0,82

Tabela 3. Fatores que influenciam as densidades de jacarés na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia.

Período: S= seco e C= chuvoso. ΔT = variação de temperatura.

Sítio	Tipos de habitat	Período	ΔT (°C)	Nível da água (cm)	Paisagem (%)		
					Gramínea	Floresta	Banco de areia
S1	Lêntico	S	2,8	221,5	44,29	38,57	1,43
S2	Lêntico	S	2,9	221,5	41,67	25,00	25,00
S3	Lótico	S	3,0	221,5	56,82	33,52	0,57
S4	Lêntico	S	1,4	219,5	10,00	60,00	20,00
S5	Lótico	S	3,4	215,5	60,27	30,14	1,37
S6	Lótico	S	3,3	215,5	35,71	39,29	3,57
S7	Lêntico	S	3,6	215,5	51,28	38,46	-
S8	Lêntico	S	6,6	215,5	51,02	38,78	-
S9	Lêntico	S	4,0	215,0	62,07	27,59	-
S10	Lótico	S	1,8	215,0	65,63	28,13	-
S11	Lótico	S	3,1	215,0	54,17	41,67	-
S12	Lêntico	C	2,7	198,0	41,67	25,00	25,00
S13	Lêntico	C	2,7	206,0	62,07	27,59	-
S14	Lêntico	C	2,9	214,0	51,02	38,78	-
S15	Lêntico	C	0,5	223,5	10,00	60,00	20,00

Fatores que afetam a detectabilidade de crocodilianos na REROP

O nível da água e os tipos de habitat não apresentaram efeito significativo sobre as variações na densidade total de crocodilianos ($N=15$; $\chi^2 = 24,13$; $p=0,13$ para nível da água e $\chi^2 = 5,13$; $p=0,48$ para tipo de habitat) (Figura 7a, b). As variáveis da paisagem também não influenciaram as estimativas de densidade total ($\chi^2 = 14,014$; $p=0,25$, para banco de areia e $\chi^2 = 15,96$; $p=0,22$, para floresta) (Figura 7c, d). Por outro lado, a diferença entre a temperatura da água e do ar e período influenciaram as estimativas de densidade total de crocodilianos ($\chi^2 = 65,30$; $p=0,01$ e $\chi^2 = 49,43$; $p= 0,03$, respectivamente) (Figura 7e, f).

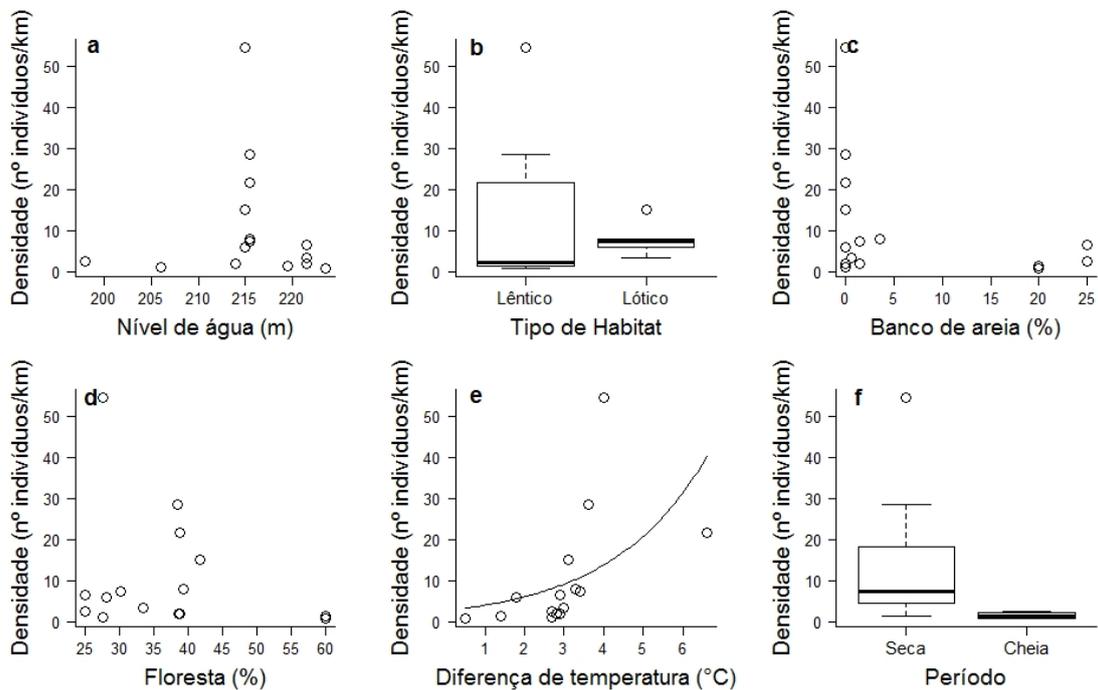


Figura 7. Principais fatores que podem afetar a detectabilidade de crocodilianos na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia.

A medida em que a água fica proporcionalmente mais quente que o ar, observou-se maior número de crocodilianos. Essa relação foi mais pronunciada para o período seco (equação 1), quando o aumento de uma unidade de diferença de temperatura promove aumento de 1,79 crocodilianos, enquanto no período chuvoso (equação 2) esse aumento é de 0,32. Dessa forma, obtivemos as seguintes equações ($\ln(y) = \text{intercepto} + \text{inclinação} * x$) para explicar a densidade de crocodilianos na REROP, onde ΔT é a diferença entre a temperatura da água e do ar no local de coleta.

$$\ln(\text{densidade}) = 0,30 + 1,79 * \Delta T \text{ (1) Período seco}$$

$$\ln(\text{densidade}) = 0,30 + 0,32 * \Delta T \text{ (2) Período chuvoso}$$

Distribuição espacial de crocodilianos na REROP

As características ambientais explicaram 63% da distribuição das três espécies de crocodilianos ($F=2,56$; $p=0,04$). Dentre todas as variáveis investigadas, a proporção de floresta foi a mais importante ($F=7,46$; $p=0,03$). Em locais lânticos com maiores proporções de floresta, foram observadas altas densidades de *Melanosuchus niger*. Por outro lado, maiores densidades de *Paleosuchus palpebrosus* e *Caiman crocodilus* ocorreram principalmente em locais com menores proporções de floresta e maior diferença de temperatura. No entanto, *C. crocodilus* difere de *P. palpebrosus* na utilização do tipo de corpo d'água, apresentando maiores densidades em ambientes lóticos (Figura 8).

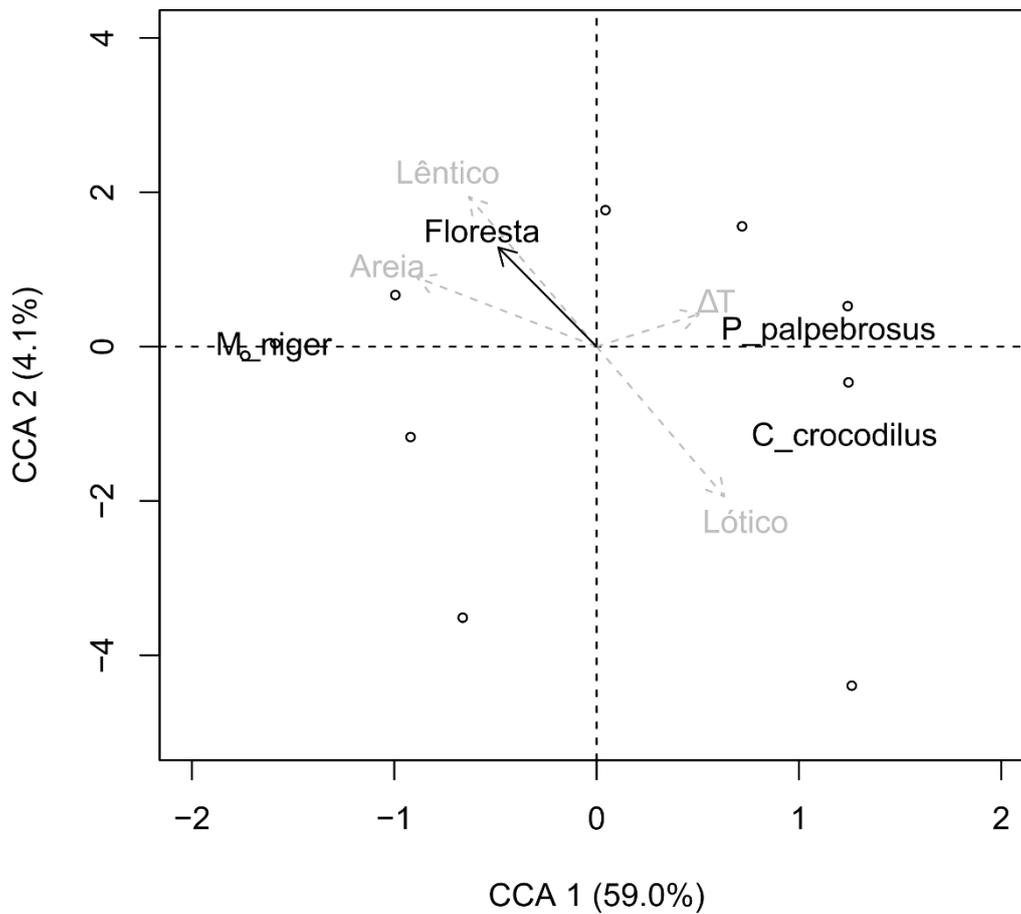


Figura 8. Análise de correspondência canônica (CCA) entre as densidades das três espécies de crocodilianos e características ambientais da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia. Lântico- ambientes sem correnteza; Lótico – ambientes com água corrente; Areia – proporção de bancos de areia; Floresta – proporção de floresta; ΔT – diferença de temperatura entre água e ar. Setas pontilhadas em cinza representam as variáveis predictoras com baixa importância ($p > 0,05$), enquanto a seta preta representa a variável preditora mais importante ($p < 0,05$).

Varição ontogenética no uso do habitat

A partir do procedimento de redução de modelos identificamos que o tipo de habitat aquático (lêntico e lótico) explica as distribuições das classes de tamanho de *Melanosuchus niger* ($\chi^2 = 34,9$; $p=0,004$) e *Paleosuchus palpebrosus* ($\chi^2 = 57,9$; $p=0,02$). A principal diferença foi observada entre indivíduos da classe I com as demais classes (Figura 9). De fato, indivíduos da classe II, III e IV não apresentaram diferenciação no uso do habitat ($\chi^2 = 1,30$; $p = 0,51$ para *M. niger* e $\chi^2 = 3,59$; $p = 0,16$ para *P. palpebrosus*).

O padrão de distribuição de indivíduos da classe I foi diferente entre as espécies. Enquanto indivíduos da classe I de *M. niger* ocorreram principalmente em ambientes lênticos, indivíduos da mesma classe para *P. palpebrosus* foram mais numerosos em ambientes lóticos (Figura 9a, b). Não observamos diferença ontogenética do uso do habitat para *C. crocodilus* ($\chi^2 = 3,99$; $p = 0,17$).

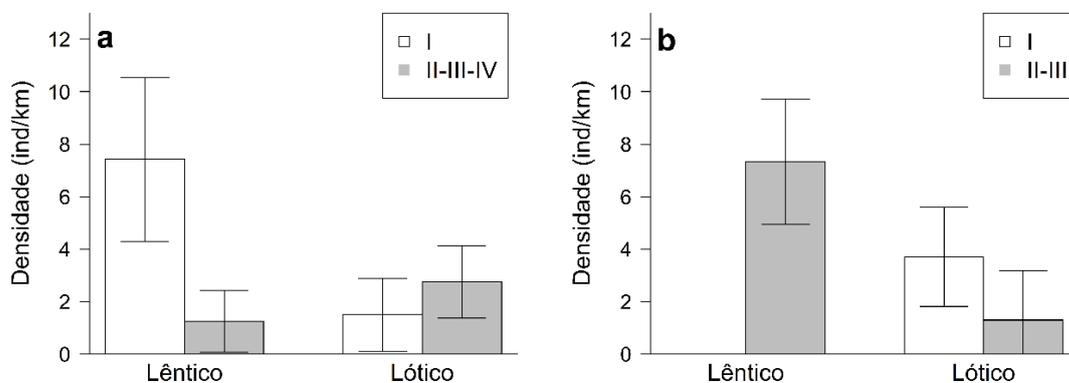


Figura 9. Densidade média de indivíduos de diferentes classes de tamanho de *Melanosuchus niger* (a) e *Paleosuchus palpebrosus* (b) em habitats aquáticos lênticos e lóticos da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia. Para cada barra apresentamos o erro padrão. Barras cinzas representam as classes de tamanho agrupadas por não diferirem no uso do habitat ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

Nesse estudo investigamos como fatores internos do ecossistema aquático e características paisagísticas influenciam a densidade de diferentes espécies e classes de tamanho de crocodilianos na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP). Nossos resultados corroboram a hipótese inicial da relação entre habitat e distribuição espacial das espécies. Maiores densidades de *Melanosuchus niger* ocorreram em locais lênticos e com maiores proporções de floresta, enquanto *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus*

palpebrosus ocorreram principalmente em ambientes lóticos e com menor cobertura florestal, além de maiores diferenças de temperatura entre o ar e a água. Ainda, das três espécies estudadas, para duas (*M. niger* e *P. palpebrosus*) encontramos evidente diferenciação na distribuição espacial de indivíduos em diferentes estágios de vida, explicada principalmente pelo tipo de ambiente aquático (lótico e lêntico).

Influência da variação da temperatura e nível da água nas estimativas de densidade de crocodilianos

Um dos fatores mais importantes para a distribuição de crocodilianos é o nível da água, devido à influência na escolha dos locais de nidificação das fêmeas (Villamarín-Jurado e Suárez 2007; Villamarín et al. 2011). Fêmeas de crocodilianos constroem ninhos em diversos tipos de ambientes, como áreas de terra firme, onde utilizam galhadas e serrapilheira, ou macrófitas aquáticas. Além disso, geralmente nidificam na estiagem sincronizando a eclosão dos ovos com o período que antecede as enchentes (Murray et al. 2020). O aumento do nível da água influencia a detectabilidade de indivíduos que podem estar escondidos na vegetação aquática ou na floresta adjacente inundada no período de enchente-cheia. Assim, para fins de monitoramento de jacarés a longo prazo, é importante considerar o nível da água como fator que afeta as estimativas de densidade. Neste caso específico, quando trabalhos feitos em um ano que não foram observadas variações marcantes entre períodos de amostragem, o nível d'água pode ser excluído do modelo. Além do nível da água e período do ano, fatores climáticos como temperatura do ar e da água, podem afetar a detectabilidade de crocodilianos e, conseqüentemente, a contagem

de indivíduos (Coutinho e Campos 1996). No presente estudo, observamos o efeito significativo da diferença de temperatura da água e do ar. Portanto, sugerimos que este fator seja considerado nos modelos de estimativas populacional ao longo dos programas de monitoramento na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto.

A densidade de crocodilianos estimada no nosso estudo (10 indivíduos/ km) contrasta com valores relatados (aproximadamente 55 indivíduos/km) em outros estudos desenvolvidos na Amazônia (Da Silveira e Thorbjarnarson 1999; Villamarín et al. 2011). A baixa concentração de nutrientes em rios de água preta, como no Rio Ouro Preto, é considerada um fator limitante para a produtividade (Junk et al. 2015), podendo limitar populações numerosas de vertebrados. Tais fatores, em conjunto com as condições da paisagem, trazem importantes implicações para a conservação e manejo. Pequenas populações são sujeitas a maior risco de extinção local decorrente da modificação das condições da paisagem e do habitat local (Orrock e Watling 2010). Assim, é necessário estudos a longo prazo e em maiores extensões para indicar se há outros locais com maiores densidades de crocodilianos e avaliar quais fatores ambientais e da paisagem são mais relacionados a cada estágio de vida dos animais. Tal conjunto de informações auxiliariam as estimativas de distribuição espacial e temporal das densidades na REROP, subsidiando um monitoramento mais eficaz.

Embora um número relativamente baixo de jacarés tenha sido registrado na REROP, a observação de filhotes e ninhos de *Paleosuchus palpebrosus* (ver apêndice I), sugere que há sucesso na reprodução da espécie mais abundante. Além disso, sem

ameaças imediatas de degradação de habitat, visto que a REROP é uma Unidade de Conservação, é possível identificar uma situação favorável à conservação dessas espécies localmente.

Utilização diferencial de habitat por crocodilianos na REROP

De acordo com o esperado, as características da paisagem influenciaram a distribuição espacial diferenciada entre as espécies de crocodilianos na REROP. Isso pode ser evidenciado pelas maiores densidades de *M. niger* em locais com alta proporção de floresta, onde *C. crocodilus* e *P. palpebrosus* são menos numerosos. Esse padrão pode ser explicado pela diferença da disponibilidade de recursos (trófico, reprodutivos e termo regulatórios) entre os locais, em conjunto com o comportamento territorialista de crocodilianos. Por exemplo, altas proporções de floresta são relacionadas com maior biomassa de peixes (Arantes et al. 2019), além de ser um importante local de nidificação para as fêmeas de crocodilianos amazônicos (Villamarín et al. 2011). Como consequência, locais com alta proporção de floresta tendem a ser ocupados principalmente por *M. niger*, por possivelmente apresentarem maior capacidade competitiva em relação a *P. palpebrosus* e *C. crocodilus*. Em riachos da Amazônia Central, onde as três espécies ocorrem em simpatria, *M. niger* seleciona as presas de maior valor energético (Villamarín et al. 2017). Isso pode ser explicado pelo maior tamanho corporal e da cabeça de *M. niger* quando comparado a indivíduos da mesma classe de tamanho de *C. crocodilus* e *P. palpebrosus* (ver Figura A1 em Anexo I). De fato, maiores

tamanhos de cabeça garantem maior eficácia na captura de presas de tamanhos variados (Erickson et al. 2003).

Como consequência da utilização diferencial do habitat, encontramos que as três espécies ocorreram juntas em apenas 20% dos locais amostrados. No entanto, altas proporções de co-ocorrência (>45%) foram registradas entre *P. palpebrosus* e *C. crocodilus*, bem como entre *P. palpebrosus* e *M. niger*; possivelmente explicado pela utilização mais frequente do ambiente terrestre por *P. palpebrosus* (Campos et al. 2015). Por outro lado, as menores proporções de co-ocorrência foram registradas entre *C. crocodilus* e *M. niger* (26%). Resultados semelhantes foram registrados para populações de *M. niger* e *C. crocodilus* em áreas de preservação do centro-oeste brasileiro (Pereira e Malvasio 2014), em que *M. niger* teve maiores densidades em ambientes aquáticos mais profundos e com maiores quantidades de vegetação de grande porte, enquanto *C. crocodilus* ocorreu em maiores densidade em locais mais rasos e com vegetação de pequeno porte. Assim, embora alguns estudos relatem a simpatria entre crocodilianos amazônicos (Villamarín et al. 2017; Rebêlo e Lugli 2001; Marioni et al. 2008), registramos baixa co-ocorrência.

Ainda, as densidades de espécie de *P. palpebrosus*, espécie de menor porte, foram relacionadas com a diferença de temperatura do ar e da água. *P. palpebrosus* é uma espécie de ocorrência em águas mais frias (Campos e Magnusson 2013). A maior densidade dessa espécie na REROP pode ser explicada pelas temperaturas da água relativamente baixas (~25 °C), especialmente para rios de água preta da Amazônia.

Ontogenia e simpatria no uso do habitat por crocodilianos

O tipo de habitat aquático (lótico e lêntico) foi responsável por explicar a diferença na distribuição espacial entre diferentes classes de tamanho em *M. niger* e *P. palpebrosus*. Filhotes (classe I), de ambas as espécies apresentaram preferência por ambientes nos quais juvenis, subadultos e adultos (classes II, III e IV) tiveram menores densidades. Possivelmente, esse padrão de utilização diferencial de uso do habitat pelos indivíduos menores pode evitar canibalismo por indivíduos maiores, comumente registrado em crocodilianos (Thorbjarnarson 1993; Dinets 2011). Adicionalmente, existe uma relação positiva entre o tamanho do corpo e a força da mordida em crocodilianos, que possibilita maior variedade e tamanho de itens alimentares (peixes, mamíferos, répteis) conforme seu crescimento (Gignac e Erickson 2015). Com isso, indivíduos maiores tendem a selecionar locais de melhor forrageamento e conseqüentemente inibir a presença de filhotes. Para *M. niger*, indivíduos maiores (II, III e IV) ocorreram em maiores densidades em ambientes lóticos, onde são mais frequentemente encontradas presas de maior valor nutritivo (Villamarín et al. 2017). Por outro lado, indivíduos maiores de *P. palpebrosus* ocorreram predominantemente em ambientes lênticos. Esse resultado, pode ser explicado pela competição por espaço com *C. crocodilus*. Por exemplo, registramos altas densidades de *P. palpebrosus* e *C. crocodilus* em locais com baixa proporção de floresta e banco de areia. No entanto, *C. crocodilus* ocorre preferencialmente em ambientes lóticos. De fato, alguns estudos relatam que quando ocorrem em simpatria com outras espécies, *P. palpebrosus* ocupa locais que seriam sub-ótimos para as outras espécies. Isso

só se torna possível porque *P. palpebrosus* possui adaptações fisiológicas para suportar baixas temperaturas em comparação às demais espécies (~ 22 °C; Campos e Magnusson 2013). Por fim, não registramos variação ontogenética no uso do habitat por *C. crocodilus*. Para essa espécie, padrões gerais de distribuição e uso do habitat não têm sido determinados com sucesso (Villamarín et al. 2011). Ademais, não registramos indivíduos da classe I para *C. crocodilus*, dificultando nossa capacidade de avançar no conhecimento do uso do habitat pela espécie.

Características da paisagem (e.g. proporção de floresta) foram importantes para explicar a distribuição das espécies. Por outro lado, variações ontogenéticas foram explicadas principalmente por condições hidrodinâmicas (lótico e lêntico). Isso acarreta importantes implicações para futuros estudos sobre ecologia e história natural de crocodilianos, bem como aspectos relacionados à conservação. Por exemplo, para delimitar estratégias de monitoramento, sugerimos utilizar imagens de satélites para mapear possíveis áreas com altas densidades de crocodilianos. Ainda, esse efeito aparentemente é dependente da espécie, como foi observado neste estudo, e varia de acordo com a classe de tamanho. Desse modo, em regiões com alta densidade de floresta esperamos encontrar principalmente *M. niger*, enquanto em regiões menos florestadas esperamos encontrar maiores densidades de *C. crocodilus* e *P. palpebrosus*. No entanto, a simpatria entre três espécies de crocodilianos registrada na Amazônia brasileira, um evento incomum em outras regiões, ainda deve ser melhor investigada, utilizando métodos complementares que incluam outras dimensões do nicho ecológico.

CONCLUSÃO

Ao investigar a influência de variáveis da paisagem em populações de crocodilianos encontramos que as espécies respondem de maneira diferente às variações no ambiente. Estas diferenças interespecíficas podem ser determinadas por comportamentos e morfologias diferentes entre as espécies. Tais diferenças podem ser analisadas através de uma escala mais ampla, como a composição da paisagem. Também podem ocorrer diferenças intraespecíficas que podem ser analisadas de uma escala mais local, como o tipo de ambiente aquático. Ainda, apesar da baixa densidade registrada de jacarés na REROP, a presença de filhotes indica que há sucesso reprodutivo das espécies localmente. Essas informações podem auxiliar o monitoramento das densidades de jacarés e no entendimento da dinâmica populacional das espécies na REROP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arantes, C.C.; Winemiller, K.O.; Petrere, M.; Castello, L.; Hess, L.L.; Freitas, C.E.C. 2017. Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. *Journal of Applied Ecology* 55: 386–395.
- Arantes, C.C.; Winemiller, K.O.; Asher, A.; Castello, L.; Hess, L.L.; Petrere, M.; et al. 2019. Floodplain land cover affects biomass distribution of fish functional diversity in the Amazon River. *Scientific Reports* 9: 1–13.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L)

en los Llanos de Apure.

- Campos, Z.; Magnusson, W.E. 2013. Thermal relations of dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in a hillside stream: Evidence for an unusual thermal niche among crocodylians. *Journal of Thermal Biology* 38: 20–23.
- Carriere, M.-A.; Bulté, G.; Blouin-Demers, G. 2009. Spatial Ecology of Northern Map Turtles (*Graptemys geographica*) in a Lotic and a Lentic Habitat. *Journal of Herpetology* 43: 597–604.
- Comita, L.S.; Condit, R.; Hubbell, S.P. 2007. Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology* 95: 482–492.
- Coutinho, M.; Campos, Z. 1996. Effect of habitat and seasonality on the densities of caiman in southern Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 12: 741–747.
- Dinets, V. 2011. Effects of aquatic habitat continuity on signal composition in crocodylians. *Animal Behaviour* 82: 191–201.
- Dodson, P. 1975. Functional and ecological significance of relative growth in Alligator. 175: 315–355.
- Erickson, G.M.; Lappin, A.K.; Vliet, K.A. 2003. The ontogeny of bite-force performance in American alligator (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Zoology* 260: 317–327.
- Gignac, P.M.; Erickson, G.M. 2015. Ontogenetic changes in dental form and tooth

- pressures facilitate developmental niche shifts in American alligators. *Journal of Zoology* 295: 132–142.
- Herron, J.C. 1994. Body Size , Spatial Distribution , and Microhabitat Use in the Caimans , *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* , in a Peruvian Lake. *Journal of Herpetology* 28: 508–513.
- ICMBio. 2014. Plano de Manejo Participativo Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto. : 1–184.
- Junk, W.J.; Wittmann, F.; Schöngart, J.; Piedade, M.T.F. 2015. A classification of the major habitats of Amazonian black-water river floodplains and a comparison with their white-water counterparts. *Wetlands Ecology and Management* 23: 677–693.
- Lang, J.W. 1987. Crocodylian behavior: Implications for management. *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*: 273–294.
- Marioni, B.; Da Silveira, R.; Magnusson, W.E.; Thorbjarnarson, J. 2008. Feeding Behavior of Two Sympatric Caiman Species, *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus*, in the Brazilian Amazon. *Journal of Herpetology* 42: 768.
- Minns, C.K. 1995. Allometry of home range size in lake and river fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52: 1499–1508.
- Murray, C.M.; Crother, B.I.; Doody, J.S. 2020. The evolution of crocodylian nesting ecology and behavior. *Ecology and Evolution* 10: 131–149.

- Orrock, J.L.; Watling, J.I. 2010. Local Community size mediates ecological drift and competition in metacommunities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277: 2185–2191.
- Pereira, A.C.; Malvasio, A. 2014. 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 nigro* Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Amazônia* 4: 111–118.
- Platt, S.G.; Thorbjarnarson, J.B. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96: 13–20.
- Pooley, A.C. 1989. Food and feeding habits. *Crocodiles and alligators*: 76–91.
- Randall, R.G.; Kelso, J.R.M.; Minns, C.K. 1995. Fish production in freshwaters: are rivers more productive than lakes? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52: 631–643.
- Ranzi, T.J.D.; Fonseca, R.; da Silveira, R. 2018. Uso e Manejo de Fauna Silvestre em Resex , RDS e Flona Federais. *Biodiversidade Brasileira* 8: 35–52.
- Rebêlo, G.H.; Magnusson, W.E. 1983. An Analysis of the Effect of Hunting on *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* Based on the Sizes of Confiscated Skins. *Biological Conservation* 26: 95–104.
- Rebêlo, G.H.; Lugli, L. 2001. Distribution and abundance of four caiman species (Crocodylia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Revista de*

Biologia Tropical 49: 1095–1109.

Ross, J.P. 1998. *Crocodiles: Status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland (Suiza). SSC Crocodile Specialist Group, .

Ryder, R.A.; Pesendorfer, J. 1989. Large rivers are more than flowing lakes: a comparative review. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences/Publication speciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques*. 1989.

Da Silveira, R.; Magnusson, W.E.; Campos, Z. 1997. Monitoring the Distribution, Abundance and Breeding Areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology* 31: 514–520.

Da Silveira, R.; Thorbjarnarson, J.B. 1999. Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. *Biological Conservation* 88: 103–109.

Smith, N.J.H. 1981. Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazonia. *Biological Conservation* 19: 177–187.

Thorbjarnarson, J.B. 1993. Diet of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the central Venezuelan llanos. *Herpetologica*: 108–117.

Tucker, A.D.; McCallum, H.I.; Limpus, C.J. 1997. Habitat use by *Crocodylus johnstoni* in the Lynd River, Queensland. *Journal of Herpetology* 31: 114–121.

- Villamarín-Jurado, F.; Suárez, E. 2007. Nesting of the black caiman (*Melanosuchus niger*) in northeastern Ecuador. *Journal of Herpetology* 41: 164–167.
- Villamarín, F.; Jardine, T.D.; Bunn, S.E.; Marioni, B.; Magnusson, W.E. 2017. Opportunistic top predators partition food resources in a tropical freshwater ecosystem. *Freshwater Biology* 62: 1389–1400.
- Villamarín, F.; Marioni, B.; Thorbjarnarson, J.B.; Nelson, B.W.; Botero-Arias, R.; Magnusson, W.E. 2011. Conservation and management implications of nest-site selection of the sympatric crocodylians *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation* 144: 913–919.
- Werner, E.E.; Gilliam, J.F. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 393–425.

Anexo I

Biometria de animais capturados

Realizamos a captura dos animais utilizando um barco a motor. Para a captura, utilizamos uma luz artificial direcionada nos olhos do animal e uma armadilha de laço para envolver o pescoço e trazê-los para o barco. Em seguida, imobilizamos o animal com corda nas patas e fitas adesivas nas mandíbulas e olhos para reduzir o estresse. Identificamos esses animais em nível de espécie e sexo. Definimos o sexo inserindo um cotonete na cloaca, marcamos e enumeramos com brincos de identificação individual (machos receberam brincos vermelhos e fêmeas brincos amarelos) que permitem informações da demografia e do crescimento das populações através da captura e recaptura em estudos de longo prazo. Fizemos as marcações com cortes em escudos caudais (cristas simples e duplas) em sequências padronizadas (Rebêlo e Lugli 2001).

Capturamos 18 animais (7 *Melanosuchus niger*, 8 *Paleosuchus palpebrosus* e 3 *Caiman crocodilus*). Destes, 5 eram machos, 8 fêmeas e o restante com sexos não identificados, devido ao seu pequeno tamanho (classe I; Tabela A1). Para cada indivíduo capturado, medimos o comprimento da cabeça (CA; cm), do crânio (CR; cm), rostro- anal (CRA; cm) e o comprimento total do corpo (CT; cm), com uso de trena (Tabela A1). Pesamos os animais (kg) com balança de até 35 kg (Pesola) e em seguida realizamos a soltura no mesmo local em que foram capturados.

Tabela A1. Biometria de indivíduos das três espécies de crocodylianos capturados na RESEX Rio Ouro Preto, Rondônia. Medidas de cabeça (CB), crânio (CR), comprimento rostro-anal (CRA) e comprimento total (CT) foram utilizadas para identificar a classe de tamanho (Classe). * Comprimento total estimado, pois o animal tinha a cauda cortada.

Espécie	Sexo	CB (cm)	CR (cm)	CRA (cm)	CT (cm)	Classe	Peso (kg)	T cloaca (°C)	T Água (° C)	T Ar (° C)
<i>Melanosuchus niger</i>	F	18,0	9,0	64,0	132,0	II	3,5	26,6	26,4	24,6
<i>Melanosuchus niger</i>	NI	8,5	5,0	28,4	57,0*	II	0,5	26,2	26,6	23,3
<i>Melanosuchus niger</i>	F	20,0	9,5	72,5	146,0	III	9,2	26,9	26,7	23,1
<i>Melanosuchus niger</i>	M	22,0	10,5	78,0	168,0	III	12,0	26,9	26,6	20,6
<i>Melanosuchus niger</i>	NI	8,5	3,5	29,5	54,5	II	0,45	26,8	26,9	23,0
<i>Melanosuchus niger</i>	F	20,0	7,5	61,8	155,0	II	11,0	27,2	26,9	22,8
<i>Melanosuchus niger</i>	F	18,5	9,0	70,8	148,0	II	8,0	26,9	26,8	23,3
<i>Caiman crocodilus</i>	M	22,0	9,0	84,5	157,0	III	17,0	26,3	26,3	23,4
<i>Caiman crocodilus</i>	M	18,0	8,0	66,0	131,5	II	9,0	26,4	26,2	20,7
<i>Caiman crocodilus</i>	F	20,5	9,2	84,0	161,0	III	16,0	27,4	27,0	24,0
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	NI	9,5	4,5	36,5	67,0	II	1,0	24,8	26,2	21,6
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	M	17,0	8,0	66,0	117,0	III	6,5	26,6	26,2	22,1
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	F	15,0	7,5	57,5	100,0	III	5,3	26,4	26,3	18,6
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	M	13,0	6,5	49,0	96,5	II	3,0	26,2	26,4	23,2
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	F	13,8	5,0	51,5	103,5	III	3,5	26,1	26,3	20,4
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	F	15,0	6,8	55,0	106,0	III	4,3	26,3	26,4	23,3
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	NI	7,8	3,0	25,0	49,5	I	0,4	24,7	26,3	20,6
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	NI	9,0	5,0	33,0	55,0	II	0,8	26,7	26,2	22,8

Com base nas medidas do tamanho do crânio (CR) e do comprimento rostro-anal (CRA) analisamos as relações morfométricas dos animais da classe II. Utilizamos apenas indivíduos dessa classe de tamanho pois: 1) as classes I, III e IV possuem poucos indivíduos; 2) relações morfométricas em crocodilianos mudam ao longo da vida (Platt e Thorbjarnarson 2000). Assim, realizamos uma análise de covariância (ANCOVA) utilizado como variável resposta o tamanho do crânio (CR), como variável preditora o comprimento rostro-anal (CRA) e como covariável a identidade da espécie. Encontramos que o CR foi maior para indivíduos com altos valores de CRA ($F_{2,8}=170$; $p < 0,001$). Essa relação foi mais acentuada para *M. niger* ($F_{3,7}= 4,21$; $p= 0,04$) (Figura A1).

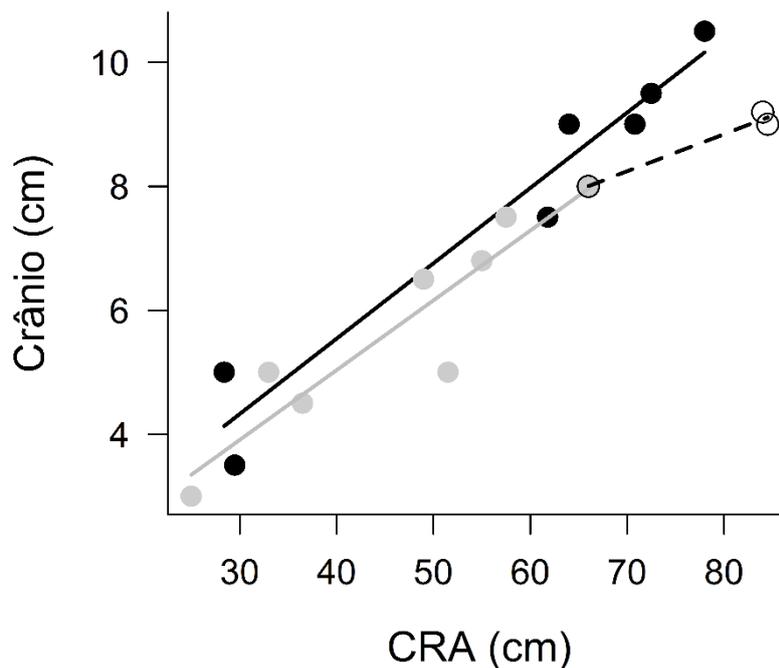


Figura A1. Relações biométricas entre crânio (CR) e comprimento rostro-anal (CRA) de indivíduos de *Melanosuchus niger* (linha preta), *Caiman crocodilus* (linha tracejada) e *Paleosuchus palpebrosus* (linha cinza) capturados na RESEX Rio Ouro Preto, Rondônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Platt, S.G.; Thorbjarnarson, J.B. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96: 13–20.
- Da Silveira, R.; Thorbjarnarson, J.B. 1999. Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. *Biological Conservation* 88: 103–109.

Apêndice I.

Da Silva, K. C.; Leitão, R. P.; Coutinho, M. E

**Nidificação de *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) (Crocodylia: Alligatoridae)
em uma Unidade de Conservação na Amazônia brasileira**

Manuscrito em preparação - Revista Herpetology Notes

NOTAS DE HISTÓRIA NATURAL

Nidificação de *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) (Crocodylia: Alligatoridae) em uma Unidade de Conservação na Amazônia brasileira

Karen Carolina da Silva^{1,*}, Rafael Pereira Leitão¹, Marcos Eduardo Coutinho²

¹ Laboratório de Ecologia de Peixes, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901.

² Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, Al. Vima Eldweiss Santos, 115 - Centro, Lagoa Santa – MG, 33400000.

*e-mail da autora correspondente

karen.c.silva@hotmail.com

O jacaré-paguá *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) é uma das espécies de crocodilianos que ocorre em florestas alagáveis na Amazônia, próximas a rios e lagos (Campos et al., 2012b). Essa espécie possui pequeno porte (< 2 m; Campos et al., 2010) e grande quantidade de osteodermas no corpo, por isso, possuem baixo interesse econômico (Campos et al., 2015). As duas espécies do gênero (*P. palpebrosus* e *P. trigonatus*) são consideradas as mais terrestres na utilização do habitat (Campos et al., 2013a; Medem, 1958), além disso, são morfologicamente similares e frequentemente confundidas (Magnusson e Campos, 2010). Esses fatores em conjunto têm dificultado o conhecimento da ecologia e história natural de *P. palpebrosus* (Thorbjarnarson, 1992), visto que poucos estudos abordam as contagens também em ambientes terrestres. Com base nesse limitado conhecimento, a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) reconhece a espécie como pouco preocupante (Magnusson et al., 2019). No entanto, o crescente avanço e intensificação das diversas atividades antrópicas na Amazônia brasileira (Ferrante e Fearnside, 2019), como o desmatamento, construção de rodovias e fragmentação de habitat, podem influenciar negativamente a densidade natural da espécie (Campos et al., 2012a; 2013b). Portanto, é necessário entender aspectos básicos da história natural dessa espécie para melhor definirmos seu status de conservação e subsidiar políticas adequadas para sua proteção e manejo.

Um dos aspectos menos conhecidos da história de vida de *P. palpebrosus* é a ecologia de nidificação, tais como estrutura e defesa do ninho e investimento reprodutivo (Murray et al., 2020). Neste estudo, reportamos características de

nidificação de *P. palpebrosus* em uma floresta alagável na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (REROP), localizada no Oeste da Amazônia, próximo ao município de Guajará-Mirim, estado de Rondônia, Brasil (Figura 1). Este estudo foi desenvolvido em conjunto com censos realizados na REROP, em que foram registradas a presença de outras duas espécies de crocodilianos, *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger*.

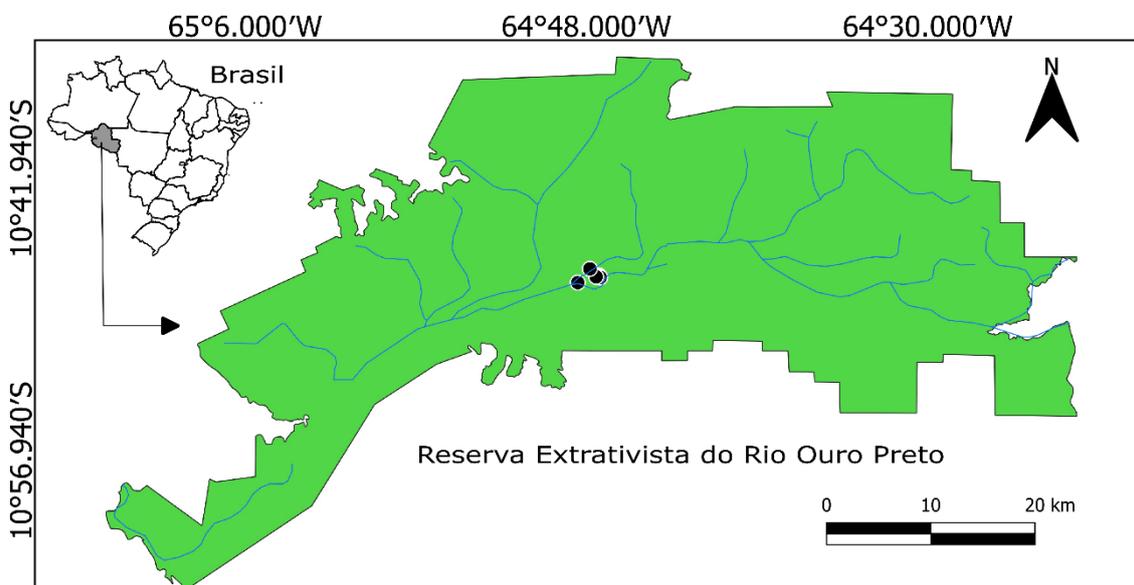


Figura 10. Localização da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto (RO), indicando os locais dos ninhos de *Paleosuchus palpebrosus* (pontos pretos).

A procura dos locais de nidificação foi realizada utilizando um barco a motor durante o dia. Ao longo do trajeto, realizamos inspeção visual dos barrancos à procura de sinais de subida das fêmeas. Em seguida, realizamos busca ativa dos ninhos nas áreas terrestres às margens do rio. Seis ninhos de *Paleosuchus palpebrosus* foram encontrados na REROP, ao longo da calha do

Rio Velho, em Novembro de 2018 (início do período chuvoso). Antes do manejo dos ovos, mensuramos o comprimento (diâmetro) e altura (distância da base à projeção do ponto mais alto) de cada ninho. Também medimos a temperatura da câmara (parte interna dos ninhos) e do ar, com uso de termômetro. Em seguida, os ovos foram retirados cuidadosamente das câmaras, quantificados e pesados com balança Pesola. Por fim, medimos o comprimento e largura de seis ovos por ninho, com o uso de paquímetro (Figura 2 B).

Todos os ninhos foram encontrados relativamente próximos uns aos outros e sem a presença de fêmeas nas proximidades. Dois ninhos não continham ovos e não tinham sinais de predação (N3 e N5, Tabela 1). O ninho N3 possuía estrutura intacta, possivelmente construído por uma fêmea infértil ou muito jovem. Já no ninho N5 encontramos cascas, indicando que os ovos já haviam eclodido. O ninho N5 teve identificação confirmada como pertencentes a *P. palpebrosus* por posterior análise genética de restos das cascas de ovos. Além disso, os ninhos de *P. palpebrosus* possuem tamanho reduzido em comparação ao das outras espécies presentes na REROP (*Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger*). Os ninhos foram localizados próximos à água (1-12 m de distância; Figura 2D), alguns acima de troncos grandes (diâmetro > 30 cm; Figura 2C), e construídos com troncos pequenos (diâmetro < 15 cm; Figura 2B), gravetos e folhas. Padrão semelhante de estrutura de ninhos foi registrado no rio Xingu para a espécie congênere *Paleosuchus trigonatus* (Campos et al., 2016). A altura foi semelhante entre os seis ninhos (31- 40 cm; Tabela 1), mas registramos considerável variação na largura (38-114 cm; Tabela 1). Em três dos quatro ninhos com ovos, a temperatura da câmara foi maior do que a

temperatura do ar, com esta diferença variando de 0,5 a 3,4 °C (Tabela 1) entre os ninhos.

Para crocodilianos a temperatura de incubação dos ninhos determina o sexo dos filhotes (Lang e Andrews, 1994). Temperaturas elevadas (aproximadamente 35° C) podem determinar maior proporção de fêmeas, temperaturas abaixo desse valor (aproximadamente 33 °C) podem determinar maior proporção de machos. Nesse estudo, estimamos que, se mantidas essas temperaturas ao longo do desenvolvimento dos embriões, a quantidade de nascimento de machos seria maior do que de fêmeas. Entretanto, esse não é um fator que garante a maior proporção de machos na população da REROP, pois a estrutura populacional depende também da taxa de sobrevivência dos filhotes antes e depois da eclosão dos ovos.

O tamanho da ninhada variou de 11 a 21 ovos (média = 17,7; sd= 4,5; N = 4). Tais valores são semelhantes aos registrados para florestas alagadas do Rio Amazonas (8-20 ovos; Campos et al., 2015). Os valores médios de comprimento e largura dos ovos observados por ninho variaram entre 66-71 mm e 37-45 mm, respectivamente, enquanto o peso médio variou entre 64-79 g (Tabela 1). Utilizando os valores de número de ovos encontrados nos ninhos é possível estimar o tamanho das fêmeas a partir de uma relação descrita na literatura para *P. palpebrosus* (Campos et al., 2015). Essa equação sugere que para cada aumento de 10 kg no peso da fêmea há um aumento de aproximadamente 7 ovos na ninhada ($n^{\circ} \text{ ovos} = 8,32 + 0,73 x$). A partir dessa equação, foi possível estimar ($R^2 = 53$) que os ninhos que encontramos foram construídos por fêmeas de massa corpórea de 3,6 a 17,1 kg. Entretanto, na

literatura não existe relato de nenhuma fêmea com peso superior a 15 kg para *P. palpebrosus*, indicando que o modelo preditivo da relação peso da fêmea e investimento reprodutivo, proposto por Campos et al. (2015), pode gerar superestimava. Isso ressalta a necessidade de mais estudos da ecologia de nidificação de *P. palpebrosus*, ampliando conhecimentos da história natural, propondo medidas de conservação e estabelecendo com segurança o status de conservação da espécie.

Tabela 1. Identificação (ID), localização, distância para linha d'água (Dist), morfometria, temperatura e número de ovos de seis ninhos, e biometria dos ovos de *Paleosuchus palpebrosus* encontrados na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia, Brasil.

ID	Coordenada		Dist (m)	Morfometria (cm)		Temperatura (°C)			Ovos		
	Longitude	Latitude		Largura	Altura	Câmara	Ar	Nº	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Peso (g)
N1	10°46.643' S	64°46.800' W	3,0	38	33	30,1	30,7	11	66.95±2,63	37,88±0,76	75,00±3,41
N2	10°46.676' S	64°46.799' W	1,5	114	40	30,1	29,6	21	70.00±3,55	41,33±1,37	64,33±4,95
N3	10°46.708' S	64°46.758' W	4,0	94	31	NA	30,8	0	-	-	-
N4	10°46.687' S	64°46.890' W	1,0	93	40	31,4	30,6	19	69,16±1,77	41,00±1,41	67,33±4,38
N5	10°46.879' S	64°47.871' W	12,0	106	39	NA	26,3	0	-	-	-
N6	10°46.433' S	64°47.488' W	1,0	108	40	28,6	25,2	20	71,50±4,11	45,83±1,06	79,83±7,19



Figura 2. Ninhos de *Paleosuchus palpebrosus* na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, Rondônia, Brasil. A) Exemplar de *P. palpebrosus*, B) mensuração do comprimento do ovo com uso de paquímetro digital, C) ninho construído acima de tronco caído (diâmetro > 30 cm) e D) Ninho próximo à linha da água.

Agradecimentos

Agradecemos à comunidade da Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto, pela ajuda nas identificações dos locais dos ninhos e durante todo o período das atividades, ao Albino, gestor da REROP, pelo apoio logístico, ao ICMBio pela licença de coleta (#65050-1) e auxílio financeiro para realização desta pesquisa e a Capes pela bolsa de estudos concedida durante o período desse estudo.

Referências

- Campos Z., Sanaiotti T., Magnusson W.E. (2010): Maximum size of dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807) in the Amazon and habitats surroundings the Pantanal, Brazil. *Amphib Rept.* **31**: 439–442
- Campos, Z., Muniz, F., Magnusson, W. (2012a): Dead *Paleosuchus* on roads in Brazil. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, **31** (4): 12-14.
- Campos, Z., Sanaiotti, T., Muniz, F., Farias, I., & Magnusson, W. E. (2012b). Parental care in the dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodilia: Alligatoridae). *Journal of Natural History*, **46** (47-48): 2979-2984.
- Campos, Z., Magnusson, W.E., Marquez, V. (2013a): Growth rates of *Paleosuchus palpebrosus* at the Southern limit of its range. *Herpetologica*, in press.
- Campos, Z., Marioni, B., Farias, I., Verdade, L.M., Bassetti, L., Coutinho, M.E., Mendonça, S.H.S., Vieira, T.Q., Magnusson, W.E. (2013b): Avaliação de risco de extinção do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* **3** (1): 40 - 47.
- Campos, Z., Sanaiotti, T., Marques, V., Magnusson, W. E. (2015): Geographic variation in clutch size and reproductive season of the dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in Brazil. *Journal of Herpetology*, **49** (1): 95-98.
- Campos, Z., Muniz, F., Desbiez, A.J., Magnusson, W.E. (2016): Predation on eggs of Schneider's dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus* (Schneider,

- 1807), by armadillos and other predators. *Journal of Natural History*, **50** (25-26): 1543-1548.
- Ferrante, L., Fearnside, P.M. (2019): Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. *Environmental Conservation*, **46** (4): 261-263.
- Lang, J. W., Andrews, H. V. (1994): Temperature-dependent sex determination in crocodylians. *Journal of Experimental Zoology*, **270**: 28-44.
- Magnusson, W.E.; Campos, Z. (2010): Cuvier's Smooth-fronted Caiman *Paleosuchus palpebrosus*. Manolis, S.C.; Stevenson, C. (Eds). *Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan*, Crocodile Specialist Group, Darwin. **3**: 40-42.
- Magnusson, W.E., Campos, Z., Muniz, F. (2019): *Paleosuchus palpebrosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T46587A3009946.
- Medem, F. (1958): The crocodylian genus *Paleosuchus*. *Fieldiana Zoology* **39** (21): 227–247.
- Murray, C.M., Crother, B.I., Doody, J.S. (2020): The evolution of crocodylian nesting ecology and behavior. *Ecology and Evolution*, **10** (1): 131-149.
- Thorbjarnarson, J.B. (1992): *Crocodiles: An Action Plan for their Conservation*. In: H. Messel, F.W. King and J.P. Ross (eds). IUCN, Gland, Switzerland.

SÍNTESE

Nesse trabalho, identificamos que a paisagem é um fator que influencia a distribuição espacial de jacarés promovendo diferença no uso de habitat. Tais diferenças também podem estar relacionadas com a ontogenia da espécie, resultando na utilização de diferentes tipos de corpos d'água de acordo com o tamanho do indivíduo. Ressaltamos também a importância do conhecimento de informações básicas sobre as espécies, como áreas de nidificação, tamanho da ninhada, biometria e a coexistência das espécies. Estes conhecimentos podem auxiliar o monitoramento a curto e longo prazo na Reserva Extrativista do Rio Ouro Preto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - APRESENTAÇÃO

- Delaney, D.M.; Warner, D.A. 2017. Adult male density influences juvenile microhabitat use in a territorial lizard. *Ethology* 123: 157–167.
- Livingston, G.; Fukumori, K.; Provete, D.B.; Kawachi, M.; Takamura, N.; Leibold, M.A. 2017. Predators regulate prey species sorting and spatial distribution in microbial landscapes. *Journal of Animal Ecology* 86: 501–510.
- Platt, S.G.; Thorbjarnarson, J.B. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96: 13–20.
- Ranzi, T.J.D.; Fonseca, R.; da Silveira, R. 2018. Uso e Manejo de Fauna Silvestre em Resex, RDS e Flona Federais. *Biodiversidade Brasileira* 8: 35–52.
- Robinson, C.T.; Tockner, K.; Ward, J. V. 2002. The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47: 661–677.

Ross, J.P. 1998. Crocodiles. In: *Group, I.C.S. IUCN*, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK and IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Gainesville, Florida, USA, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2: 96p.

Vellend, M. 2016. The Theory of Ecological Communities. In: Series, M. (Ed.) 57th ed. *Princeton University Press*, New Jersey, 248p.

Villamarín, F.; Jardine, T.D.; Bunn, S.E.; Marioni, B.; Magnusson, W.E. 2017. Opportunistic top predators partition food resources in a tropical freshwater ecosystem. *Freshwater Biology* 62: 1389–1400.