



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE**



**DIVERSIDADE E ECOLOGIA DE SERPENTES VIPERIDAE NO
OESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

WIRVEN LIMA DA FONSECA

Rio Branco - AC

2024

WIRVEN LIMA DA FONSECA

**DIVERSIDADE E ECOLOGIA DE SERPENTES VIPERIDAE NO
OESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde

Rio Branco - AC

AGOSTO/2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

F676d Fonseca, Wirven Lima da, 1992 -

Diversidade e ecologia de serpentes viperidae no oeste da Amazônia brasileira / Wirven Lima da Fonseca; orientador: Dr. Paulo Sérgio Bernarde. – 2024.

101 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede BIONORTE, Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Rio Branco, 2024.

Inclui referências bibliográfica, anexos e apêndice.

1. Alto Juruá. 2. Crotalinae. 3. Ofidismo. I. Bernarde, Paulo Sérgio (orientador). II. Título.

CDD: 660

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882.

WIRVEN LIMA DA FONSECA

**DIVERSIDADE E ECOLOGIA DE SERPENTES VIPERIDAE NO
OESTE DA AMAZONIA BRASILEIRA**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de
Doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE,
na Universidade Federal do Acre - UFAC, como
requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor
em Biodiversidade e Biotecnologia.

Aprovada em 30/08/2024

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **PAULO SERGIO BERNARDE**
Data: 25/09/2024 18:30:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde (Orientador)
Universidade Federal do Acre

Documento assinado digitalmente
 **AGEANE MOTA DA SILVA**
Data: 27/09/2024 09:03:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Ageane Mota da Silva
Instituto Federal do Acre

Documento assinado digitalmente
 **MOISES BARBOSA DE SOUZA**
Data: 26/09/2024 17:38:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Moisés Barbosa de Souza
Universidade Federal do Acre

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO NOGUEIRA DE CARVALHO KOKUBUM**
Data: 27/09/2024 18:08:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum
Universidade Federal de Campina Grande

Documento assinado digitalmente
 **DIONATAS ULISES DE OLIVEIRA MENEGUETTI**
Data: 01/10/2024 18:03:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti
Universidade Federal do Acre

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu, Wirven Lima da Fonseca, (X) autorizo () não autorizo a publicação da versão final aprovada de minha Tese de Doutorado intitulada “Diversidade e Ecologia de serpentes Viperidae, no Oeste da Amazônia brasileira” no Portal do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – Rede BIONORTE (PPG-BIONORTE), bem como no repositório de Teses da CAPES ou junto à biblioteca da Instituição Certificadora.

Rio Branco, Acre, 30 de agosto de 2024

Wirven Lima da Fonseca

CPF: 016.908.562-70

RG: 440337

AGRADECIMENTOS

À minha família, e em especial à minha mãe, Maria da Glória, por sempre me apoiar e incentivar.

À minha esposa, Rocinete Santos, pelo constante apoio e compreensão ao longo do doutorado.

Ao meu amado filho, Oliver Wilian, por ser uma constante fonte de energia para mim.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Paulo Sérgio Bernarde, agradeço pela amizade e orientação desde a graduação, pelo constante auxílio e todos os ensinamentos.

Aos membros da banca de qualificação, expresso minha gratidão pelos valiosos ensinamentos, sugestões e apoio oferecidos.

Aos amigos, Alessandro Nascimento, Luis Gustavo, Andesson Oliveira, Luan Gabriel, Adais Sales e Ednilson Mesquita, pelos valiosos auxílios durante as atividades de campo.

Ao amigo Marllus Rafael, pela elaboração dos mapas com as áreas de estudo e das trilhas, além dos preciosos auxílios prestados durante as atividades de campo.

Ao Dr. Marcio Martins pela parceria e auxílio nas atividades de campo.

À dona Elida da Silva e ao seu Edmilsom Mesquita, pela hospedagem e suporte em sua casa durante os dias de coleta na Floresta Estadual do Mogno.

A todos da CoE-AC, em especial ao amigo Gabriel Farias, pela paciência e pelos auxílios prestados.

Ao SISBIO (IBAMA), pela autorização de coleta concedida.

À CAPES pela bolsa concedida.

À Universidade Federal do Acre e ao Programa de PPG-BIONORTE, pela oportunidade.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

FONSECA, Wirven Lima da. **Diversidade e Ecologia de serpentes Viperidae no oeste da Amazônia brasileira**. 2024. 106 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil, 2024.

RESUMO

Estudos sobre a história natural de serpentes são importantes, pois abordam onde estão estes organismos e suas interações com o ambiente, além de serem essenciais para o manejo e conservação das espécies. Florestas de terra firme e de várzea apresentam características peculiares que influenciam a composição faunística de assembleias de serpentes devido a características ecológicas de cada espécie, podendo uma espécie ser menos ou mais frequente, ou mesmo estar ausente em um destes ecossistemas. No Acre, a maioria dos acidentes ofídicos ocorre em áreas rurais e florestais, principalmente devido ao extrativismo e atividades agrícolas, destacando a importância de estudos que comparem a fauna de serpentes Viperidae em diferentes tipos de florestas. Nesse contexto, o principal objetivo desta Tese foi comparar a diversidade e a ecologia de serpentes Viperidae entre uma floresta de terra firme e uma de várzea, no Oeste da Amazônia brasileira. O Capítulo I apresenta uma revisão bibliográfica abordando informações disponíveis na literatura sobre as espécies de Viperídeos registradas no estado do Acre. No Capítulo II, comparamos a diversidade de serpentes da família Viperidae entre uma floresta de terra firme e uma floresta de várzea, no oeste da Amazônia brasileira, utilizando os métodos de procura visual limitada por tempo diurna e noturna, mensalmente entre agosto de 2021 a julho de 2023. Após 1152 horas de procura em cada localidade, registramos 100 espécimes de serpentes da família Viperidae, distribuídas em cinco espécies e dois gêneros, nas duas localidades de estudo. A riqueza registrada na FEM (terra firme) foi maior ($S = 5$) que a registrada na ARIE (várzea) ($S = 2$), porém, na ARIE foi registrado uma maior abundância ($N = 73$) do que na FEM ($N = 27$). Os viperídeos corresponderam a 40,5% do total de serpentes registradas na floresta de várzea ($N = 180$), enquanto na terra firme estes corresponderam a 17,5% ($N = 154$). O Capítulo III refere-se a um estudo sobre a atividade da serpente *Bothrops atrox* em uma Floresta de várzea no Oeste da Amazônia brasileira. Após um esforço amostral de 816 horas de procura visual limitada por tempo noturna, realizamos 28 observações de 27 indivíduos, dos quais 16 eram adultos e 11 juvenis. A taxa de encontro de *B. atrox* foi de uma serpente a cada 30 horas de procura, e a maioria dos indivíduos amostrados foi registrada durante a estação chuvosa. *B. atrox* representou 20,8% das serpentes amostradas, de um total de 130 espécimes de 21 espécies, sendo a segunda mais frequente. O Capítulo IV

refere-se a uma observação de história natural da serpente *B. atrox*, na qual foi realizado o primeiro registro de combate entre machos da espécie, na natureza. São necessários mais estudos utilizando outras metodologias, como radiotelemetria, para entender o deslocamento das serpentes e a real diversidade de espécies nos dois ecossistemas, especialmente as espécies raras e menos abundantes. Esses estudos poderão contribuir ainda mais para uma melhor compreensão da distribuição e ocorrência das espécies Viperidae entre esses dois ecossistemas.

Palavras-chave: Alto Juruá; Crotalinae; Ofidismo; Reptilia; Squamata.

FONSECA, Wirven Lima da. **Diversity and Ecology of the Viperidae Snakes in the Western Brazilian Amazon.** 2024. 106 f. Thesis (PhD in Biodiversity and Biotechnology) - Federal University of Acre, Rio Branco, Acre, Brazil, 2024.

ABSTRACT

Studies on the natural history of snakes are important because they address where organisms are located and their interactions with the environment, and are also essential for the management and conservation of species. Unflooded and floodplain forests have unique characteristics that influence the faunal composition of snake assemblages due to the ecological traits of each species, with some species being less or more frequent, or even absent in one of these ecosystems. In Acre, most snakebite incidents occur in rural and forested areas, mainly due to extractivism and agricultural activities, highlighting the importance of studies comparing the Viperidae snake fauna in different types of forests. In this context, the main objective of this thesis was to compare the diversity and ecology of Viperidae snakes between a unflooded and a floodplain forests in the western Brazilian Amazon. Chapter I presents a literature review addressing available information on Viperidae species recorded in the state of Acre. In Chapter II, we compare the diversity of Viperidae snakes between a unflooded forest and a flooded forest in the western Brazilian Amazon, using diurnal and nocturnal time-constrained visual search methods monthly from August 2021 to July 2023. After 1152 hours of visual search in each location, we recorded 100 specimens of Viperidae snakes, distributed in five species and two genera, in the two study sites. The richness recorded in the FEM (unflooded forest) was higher ($S = 5$) than that recorded in the ARIE (floodplain forest) ($S = 2$), but the ARIE had a higher abundance ($N = 73$) than the FEM ($N = 27$). Viperidae accounted for 40.5% of the total snakes recorded in the floodplain forest ($N = 180$), while in the unflooded forest they accounted for 17.5% ($N = 154$). Chapter III refers to a study on the activity of the snake *Bothrops atrox* in a floodplain forest in the western Brazilian Amazon. After a sampling effort of 816 hours of nocturnal time-constrained visual search, we made 28 observations of 27 individuals, of which 16 were adults and 11 juveniles. The encounter rate of *B. atrox* was one snake every 30 hours of searching, and most individuals were recorded during the rainy season. *B. atrox* represented 20.76% of the sampled snakes, from a total of 130 specimens of 21 species, being the second most frequent. Chapter IV refers to a natural history observation of the snake *Bothrops atrox*, in which the first record of male combat in the wild was made. Further studies using other methodologies, such as radiotelemetry, are needed to understand the movement of snakes and

the real diversity of species in the two ecosystems, especially rare and less abundant species. These studies can further contribute to a better understanding of the distribution and occurrence of Viperidae species between these two ecosystems.

Keywords: Upper Juruá; Crotalinae; Snakebite; Reptilia; Squamata.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Map of South America highlighting the state of Acre in Brazil and the location of the Alto Juruá region (1) and the municipality of Rio Branco (2). **30**
- Figura 2** - Viperid species occurring in the state of Acre. **31**

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Localização das áreas de estudo. **44**
- Figura 2** - Espécies de serpentes Viperidae registradas na FEM. **48**
- Figura 3** - Espécime de *Bothrops taeniatus* registrado na Floresta Estadual do Mogno, Tarauacá, Acre. **49**
- Figura 4** - Distribuição das serpentes registradas na FEM, Tarauacá, Acre. **49**
- Figura 5** - Distribuição das serpentes registradas na ARIE, Cruzeiro do Sul, Acre. **52**
- Figura 6** - Gráficos das variáveis significativas dos modelos de GLMs selecionados para as espécies de Viperidae, entre agosto de 2021 a julho de 2023. **54**
- Figura 7** - Espécies de anfíbios mais abundantes na Floresta Estadual do Mogno. **55**
- Figura 8** - Espécie de Lagarto mais abundante na Floresta Estadual do Mogno e espécie de anfíbio mais abundante na ARIE. **55**

CAPÍTULO III

- Figura 1** - Localização da ARIE Japiim Pentecoste em Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **68**
- Figura 2** - Distribuição dos espécimes de *Bothrops atrox* registrados nas três trilhas durante o período de estudo na ARIE Japiim Pentecoste em Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **70**
- Figura 3** - Fotografias de alguns espécimes de *Bothrops atrox* na floresta de várzea. **71**

CAPÍTULO IV

- Figura 1** - Male-male combat behaviour in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox*). **84**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1** - Dados de altura de registro, tamanho e sexo dos espécimes registrados na FEM, Tarauacá, Acre, durante o período de estudo. **50**
- Tabela 2** - Dados de altura de registro, tamanho e sexo dos espécimes registrados na ARIE, Cruzeiro do Sul, Acre, durante o período de estudo. **51**
- Tabela 3** - Modelos de GLMs selecionados para as comunidades de Viperidae amostradas ao longo de agosto de 2021 a julho de 2023, na ARIE e na FEM. **53**
- Tabela 4** - Registro de hábitos alimentares encontrados nas serpentes coletadas na FEM e ARIE. **56**

CAPÍTULO III

- Tabela 1** - Dados de tamanho, peso e sexo dos espécimes coletados nesse estudo e em encontros ocasionais e responsáveis por acidentes ofídicos durante o período dessa pesquisa. **72**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 FAMÍLIA VIPERIDAE.....	18
2.2 GÊNERO <i>Bothrocophias</i>	19
2.2.1 <i>Bothrocophias hyoprora</i> (Amaral, 1935).....	19
2.3 GÊNERO <i>Bothrops</i>	19
2.3.1 <i>Bothrops atrox</i> (Linnaeus, 1758)	21
2.3.2 <i>Bothrops bilineatus</i> (Wied-Neuwied, 1821)	21
2.3.3 <i>Bothrops brazili</i> Hoge, 1954.....	22
2.3.4 <i>Bothrops taeniatus</i> Wagler, 1824	23
2.4 GÊNERO <i>Lachesis</i>	23
2.4.1 <i>Lachesis muta</i> (Linnaeus, 1766)	24
3 ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	25
4 CAPÍTULO I - Vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon: a review.....	26
5 CAPÍTULO II - Diversidade de serpentes Viperidae entre ecossistemas de terra firme e de várzea no Oeste da Amazônia brasileira.....	41
6 CAPÍTULO III - Atividade e uso do habitat da serpente <i>Bothrops atrox</i> (Serpentes: Viperidae) em uma floresta de várzea no Oeste da Amazônia brasileira	65
7 CAPÍTULO IV - First report of male–male combat in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (<i>Bothrops atrox</i>)	79
8 DISCUSSÃO INTEGRADORA	92
9 CONCLUSÕES.....	93
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
11 ANEXOS.....	101
11.1 COMPROVANTE DE ACEITE DO CAPÍTULO I.....	101
11.2 COMPROVANTE DE ACEITE DO CAPÍTULO IV	101

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é reconhecida como floresta tropical mais biodiversa do mundo, onde a diversidade florestal influencia diretamente na riqueza e distribuição da fauna em áreas específicas, conforme as diferentes condições ambientais (ZAPATA-RÍOS *et al.*, 2021). Este bioma abriga mais de 10% da biodiversidade global de plantas e vertebrados (GUAYASAMIN *et al.*, 2021), desempenhando um papel crucial nos ciclos globais de carbono e água (COSTA *et al.*, 2021; JUNG *et al.*, 2021). No entanto, enfrenta sérias ameaças ambientais, como desmatamento, degradação florestal, queimadas e mudanças climáticas (SOUZA Jr. *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2018), que comprometem sua estabilidade e funções ecológicas (LOVEJOY e NOBRE, 2018).

Esse bioma é caracterizado por uma diversidade de paisagens que apresentam diferentes composições florísticas e diversas fitofisionomias vegetais (GAMA *et al.*, 2005; HAUGAASEN e PERES, 2006; DEMARCHI *et al.*, 2018). As principais fitofisionomias incluem a floresta aluvial, abrangendo as florestas de várzea e igapó, localizadas em áreas sujeitas a inundações sazonais, e a floresta de terra firme, situada em terrenos que não sofrem inundações (MYSTER *et al.*, 2016). Aproximadamente 83% da cobertura florestal da Amazônia é composta por florestas de terra firme, enquanto as florestas de várzea representam cerca de 3% dessa área (MELACK e HESS, 2010).

O estado do Acre, localizado no sudoeste da Amazônia, é caracterizado por florestas de terra firme que apresentam um dossel descontínuo, permitindo maior penetração de luz no sub-bosque. Essas florestas são frequentemente dominadas por palmeiras e bambus arborescentes, diferentemente das florestas densas predominantes na Amazônia Central e Oriental (SILVEIRA *et al.*, 2002). Já as florestas de várzea do estado acompanham os rios de água barrenta e são caracterizadas por serem ricas em material em suspensão, no qual os sedimentos fazem parte dos estágios iniciais da formação do solo (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Estudos realizados com alguns grupos faunísticos na Amazônia (*e.g.*, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) comparando a composição das comunidades entre florestas de terra firme e de várzea, demonstraram que muitos táxons diferem significativamente entre esses dois ecossistemas (*e.g.*, GASCON, 1996; HAUGAASEN e PERES, 2006; BEJA *et al.*, 2010; WALDEZ *et al.*, 2013; BOBROWIEC *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2018). Apesar disso, poucos estudos compararam a composição faunística de serpentes entre esses dois ambientes (*e.g.*, WALDEZ *et al.*, 2013; DEBIEN *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2022), uma vez que a maioria dos estudos sobre comunidades de serpentes na Amazônia foi realizado principalmente em

florestas de terra firme (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006; FRAZÃO *et al.*, 2020; TURCI *et al.*, 2021).

Estudos sobre história natural de serpentes são relevantes, uma vez que abordam onde estão os organismos e suas interações com o ambiente natural (GREENE, 1994). Além disso, esses estudos são importantes para outras áreas da biologia, como ecologia, etologia, evolução e biologia da conservação (GREENE, 1986; GREENE e LOSOS, 1988). As informações obtidas sobre história natural das espécies, como dieta, uso do habitat, reprodução e período de atividade, são essenciais e de extrema importância para ações de manejo e conservação das espécies que ocorrem em uma determinada área (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; SAWAYA *et al.*, 2008).

O registro desses animais na natureza é bem mais difícil quando comparado com outros grupos de vertebrados (STEEN, 2010) e, por isso, alguns métodos de amostragem desse grupo são mais utilizados, tais como: procura visual limitada por tempo, armadilhas de interceptação e queda e busca ativa (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; CECHIN e MARTINS, 2000; BERNARDE e ABE, 2006; BERNARDE, 2012a). O método amostral de procura visual limitada por tempo (PVLTL) permite coletar informações sobre a atividade e comparar a proporção de encontro entre serpentes de ambientes diferentes ou até mesmo de estudos já realizados (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e MARTINS, 2001).

Serpentes da família Viperidae estão distribuídas por todos os ecossistemas (MARTINS *et al.*, 2001), sendo geralmente as espécies mais abundantes em inventários e estudos sobre taxocenoses de serpentes no Brasil (ZANELLA e CECHIN, 2006; SAWAYA *et al.*, 2008; HARTMANN *et al.*, 2009). A maioria das espécies apresenta dieta generalista (MARTINS *et al.*, 2002) e são capazes de ocupar diferentes tipos de habitats (CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE e ABE, 2006). Essas espécies apresentam importância médica uma vez que podem causar envenenamento em seres humanos (BERNARDE e GOMES, 2012; MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019a) e são responsáveis por aproximadamente 99% dos envenenamentos por serpentes em seres humanos no Brasil (BERNARDE, 2014).

No estado do Acre, são conhecidas até o momento 88 espécies de serpentes (GUEDES *et al.*, 2023). Dentre essas, 69 espécies são conhecidas para o Alto Juruá (BERNARDE *et al.*, 2017), região que registra uma alta incidência de acidentes ofídicos (PIERINI *et al.*, 1996; BERNARDE e GOMES, 2012; MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019a). No estado, são registradas 13 espécies peçonhentas, incluindo seis representantes da família Viperidae: *Bothrocophias hyoprora* (Amaral, 1935), *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758), *Bothrops bilineatus smaragdinus*

Hoge, 1966, *Bothrops brazili* Hoge, 1954, *Bothrops taeniatus* Wagler, 1824 e *Lachesis muta* (Linnaeus, 1766) (BERNARDE *et al.*, 2017).

Considerando os resultados de estudos que analisaram a composição de comunidades de serpentes entre florestas de terra firme e de várzea (*e.g.*, WALDEZ *et al.*, 2013; DEBIEN *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2022), é provável que ocorram diferenças significativas na composição e na abundância de espécies de serpentes Viperidae entre os dois ecossistemas. Assim, é possível que alguns Viperídeos mais característicos de florestas de terra firme (CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE *et al.*, 2012b) estejam ausentes ou sejam menos frequentes em florestas de várzea. Por exemplo, alguns viperídeos são mais característicos de florestas de terra firme (*e.g.*, *B. hyoprora* e *L. muta*), podendo estar ausentes ou serem menos frequentes em florestas de várzea (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Inversamente, como exemplo de espécies mais frequentes em florestas de várzeas, temos a *Bothrops bilineatus smaragdinus* (TURCI *et al.*, 2009; FONSECA *et al.*, 2019a).

Na região do Alto Juruá (Acre), a grande maioria dos acidentes ofídicos ocorre principalmente com pessoas que vivem nas áreas rurais e em florestas, estando associados sobretudo ao extrativismo e a atividades agrícolas (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019a, b). Isso demonstra a importância de estudos que comparam a composição faunística de serpentes Viperidae em diferentes tipologias florestais, uma vez que as informações obtidas, podem contribuir para uma melhor compreensão sobre a distribuição e ocorrência das espécies nos ecossistemas.

Além disso, essas informações são fundamentais para a compreensão das circunstâncias em que os acidentes ofídicos ocorrem, e podem fornecer subsídios para propostas de medidas preventivas (SAZIMA, 1988; OLIVEIRA e MARTINS, 2001), uma vez que o ofidismo representa uma importante forma de agravo à saúde pública no Brasil (BERNARDE, 2014).

1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo sobre a diversidade e ecologia de serpentes Viperidae que ocorrem em ecossistemas de florestas de terra firme e de várzea, no estado do Acre, Oeste da Amazônia brasileira, através do método de procura visual limitada por tempo diurna (PVLTD) e noturna (PVLTN).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a riqueza e abundância de espécies de viperídeos nas duas localidades de estudo;

- Comparar a taxa de encontro de serpentes entre procura limitada por tempo diurna e procura limitada por tempo noturna;
- Estudar a bio-ecologia (hábitos alimentares, comportamento de caça, reprodução, utilização do substrato e atividade) de populações das serpentes *B. atrox* e *B. b. smaragdinus*;
- Coligir quando observado, informações sobre comportamento de caça, de defesa, reprodutivo e de predadores das serpentes *B. atrox* e *B. b. smaragdinus*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os Squamata constituem o maior e mais diversificado grupo de répteis, com 11.671 espécies descritas, o que representa a grande maioria das 12.060 espécies conhecidas atualmente (UETZ *et al.*, 2024). Este grupo, composto por anfisbenas (cobras-cegas ou de duas cabeças), lagartos e serpentes, apresenta elevada diversidade ecológica, com espécies de hábitos aquáticos, fossoriais, terrícolas e arborícolas, e ocorrem em quase todos os continentes, exceto na Antártica (POUGH *et al.*, 2008). Dentre a ordem Squamata, as serpentes constituem um grupo notavelmente diverso, atualmente com 4.073 espécies descritas (UETZ *et al.*, 2024).

Esses animais apresentam grande importância ecológica para a manutenção e equilíbrio do meio ambiente, tanto como predadores de uma grande variedade de vertebrados e invertebrados, quanto alimento para outros grupos de animais (BERNARDE e ABE, 2010). Destacam-se por apresentarem corpo alongado, ausência de membros locomotores, de osso esterno, de pálpebras móveis e de ouvido externo, além disso, as maxilas são ligadas fracamente, proporcionando uma maior abertura da boca, permitindo a ingestão de presas de grande diâmetro (GREENE 1997; BERNARDE, 2012a). Por serem animais ectotérmicos, dependem de fontes externas de calor para elevar a temperatura do corpo e realizar suas atividades metabólicas, o que ocorre por meio do processo de termorregulação (BERNARDE, 2014).

2.1 FAMÍLIA VIPERIDAE

A família Viperidae é representada atualmente por 383 espécies distribuídas em 38 gêneros e agrupadas em três subfamílias (UETZ *et al.*, 2024). A subfamília Azemiopinae ocorre no Velho Mundo, sendo restrita ao sudeste asiático e representada por apenas duas espécies, enquanto a subfamília Viperinae, exclusiva do Velho Mundo, é representada por 100 espécies (CAMPBELL e LAMAR, 2004; UETZ *et al.*, 2024). Já a subfamília Crotalinae é a mais diversificada, possuindo atualmente 281 espécies distribuídas tanto no Novo Mundo, quanto no Velho Mundo (UETZ *et al.*, 2024).

Essa família é representada por serpentes peçonhentas distribuída por quase todo o planeta, sendo caracterizados principalmente pela presença de dois dentes retráteis canaliculados, especializados na inoculação de veneno e localizados na porção anterior da maxila superior (dentição solenóglifa) (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Além disso, essas espécies apresentam pupila vertical, maxilar reduzido, cinose craniana, presença de glândulas produtoras de veneno e fosseta loreal, órgão termorreceptor localizado entre o olho e a narina

e, principal sinapomorfia presente na subfamília Crotalinae (CAMPBELL e LAMAR, 2004; ZAHER *et al.*, 2009; CARRASCO *et al.*, 2012).

No Brasil, são catalogadas até o momento 435 espécies de serpentes pertencentes a 10 famílias, e destas, 38 espécies e subespécies pertencem a família Viperidae (GUEDES *et al.*, 2023). Esta família está representada pelos gêneros *Bothrocophias* (jararacas), *Bothrops* (jararacas), *Crotalus* (cascavéis) e *Lachesis* (surucucu ou surucucu-pico-de-jaca) (GUEDES *et al.*, 2023). A Amazônia destaca-se pela maior riqueza de serpentes registradas no Brasil, onde são conhecidas 238 espécies, e destas, 16 são representantes da família Viperidae (GUEDES *et al.*, 2023). No estado do Acre, são registradas seis representantes da família Viperidae: *B. hyoprora*, *B. atrox*, *B. bilineatus smaragdinus*, *B. brazili*, *B. taeniatus* e *L. muta* (GUEDES *et al.*, 2023).

2.2 GÊNERO *Bothrocophias*

O gênero *Bothrocophias* compreende nove espécies distribuídas na região norte na América do Sul, abrangendo países como Equador, Colômbia, Peru, Bolívia e Brasil (GUTBERLET e CAMPBELL, 2001; FENWICK *et al.*, 2009; UETZ *et al.*, 2024). As espécies deste gênero são pouco conhecidas, sendo caracterizadas por apresentarem hábitos terrestres, corpo robusto, cauda não preênsil (que representa entre 12 a 18% do comprimento total do corpo), cabeça relativamente larga, principalmente em relação ao pescoço, olhos pequenos e focinho pontiagudo, redondo ou virado para cima (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

2.2.1 *Bothrocophias hyoprora* (Amaral, 1935)

Bothrocophias hyoprora, conhecida popularmente como Jararaca-nariguda, é uma espécie rara que apresenta pequeno tamanho, geralmente atingindo comprimento máximo de 80 cm (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Essa espécie ocorre principalmente em floresta primária (CAMPBELL e LAMAR, 2004; CISNEROS-HEREDIA *et al.*, 2006; MORAES *et al.*, 2022), sendo também registrada em floresta de várzea (NEILL, 1966). Apresenta atividade noturna, hábito terrestre, alimenta-se principalmente de anfíbios, lagartos, roedores e centopeias (MARTINS *et al.*, 2002; CAMPBELL e LAMAR, 2004) e gera até 13 filhotes (NEILL, 1966; CISNEROS-HEREDIA *et al.*, 2006).

2.3 GÊNERO *Bothrops*

O gênero *Bothrops* é amplamente distribuído pela região Neotropical, ocorrendo desde o México à Argentina (CAMPBELL e LAMAR, 2004), compreendendo atualmente 48 espécies

que ocorrem em todos os tipos de ecossistemas (UETZ *et al.*, 2024). No Brasil são registradas 31 espécies e subespécies (GUEDES *et al.*, 2023), distribuídas nos grupos *alternatus*, *atrox*, *neuwiedi*, *jararaca*, *jararacussu* e *taeniatus* (WUSTER *et al.*, 2002; CARRASCO *et al.*, 2012). As espécies pertencentes a este gênero são conhecidas popularmente por jararacas, e devido a sua ampla distribuição e abundância, são responsáveis por cerca de 90% dos acidentes ofídicos no Brasil (BERNARDE, 2014).

As serpentes do gênero *Bothrops* são caracterizadas por possuírem cabeça triangular recoberta com pequenas escamas similares às do corpo, cauda sem modificações significativas, comparada as espécies dos gêneros *Crotalus* e *Lachesis*, geralmente com escamas subcaudais em pares (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Algumas espécies podem ser exclusivamente terrestres, como as serpentes *B. alternatus* e *B. neuwiedi* (MARTINS *et al.*, 2001), enquanto muitas utilizam frequentemente a vegetação, como a espécie *B. jararaca* (SAZIMA, 1992), e outras são exclusivamente arborícola como a *B. bilineatus* (BERNARDE *et al.*, 2021; FONSECA *et al.*, 2021). Juvenis de algumas espécies, são encontrados com maior frequência na vegetação em comparação aos adultos (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; TURCI *et al.*, 2009).

Em geral, as serpentes deste gênero apresentam maior atividade durante os períodos de maior pluviosidade onde há uma maior disponibilidade de alimento (OLIVEIRA e MARTINS, 2001; CAMPBELL e LAMAR, 2004; TURCI *et al.*, 2009). As espécies com hábitos arborícolas apresentam caudas maiores e mais delgadas do que espécies com hábitos terrestres (MARTINS *et al.*, 2001), grande parte das espécies normalmente possuem uma área de vida pequena, com movimentação diária restrita a poucos metros ou no máximo a algumas centenas de metros (MACCARTNEY *et al.*, 1988), e a reprodução está associada a características climáticas do local ocorrendo em um período sazonal (ALMEIDA-SANTOS e SALOMÃO, 2002).

A maioria das serpentes desse gênero apresenta uma dieta generalista, com mudanças ontogenéticas nos hábitos alimentares, com juvenis predando principalmente presas ectotérmicas, enquanto adultos se alimentam principalmente de presas endotérmicas (MARTINS *et al.*, 2002). No entanto, existem exceções notáveis, por exemplo, a espécie *B. alcatraz*, endêmica da Ilha de Alcatrazes, destaca-se por se alimentar principalmente de presas ectotérmicas, como lagartos e lacraias (MARQUES *et al.*, 2002). Além disso, algumas espécies do grupo *alternatus*, como *B. neuwiedi* Wagler, 1824, são especialistas em mamíferos (MARTINS *et al.*, 2002; CAMPBELL e LAMAR, 2004; CARRASCO *et al.*, 2012). Outro exemplo é a serpente *B. insularis* (Amaral, 1921) que demonstra especialização em aves (MARTINS *et al.*, 2002; BOVO *et al.*, 2010; MARQUES *et al.*, 2012).

2.3.1 *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758)

A serpente *Bothrops atrox*, conhecida popularmente como Jararaca ou Surucucu (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019c) é o viperídeo mais abundante e o que mais causa acidentes ofídicos na Amazônia brasileira (MONTEIRO *et al.*, 2020). Essa espécie é capaz de ocupar diferentes tipos de habitats, desde florestas primárias a ambientes antropizados (CUNHA e NASCIMENTO, 1993; MARTINS e OLIVEIRA, 1998; CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE, 2012b). Apresenta tamanho médio, com machos geralmente atingindo 1 metro de comprimento e fêmeas podendo atingir até 2,1 metros (CAMPBELL e LAMAR, 2004; PALMEIRIM *et al.*, 2021).

Esta espécie apresenta atividade noturna, podendo ser observada também em atividade durante o dia (OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2009). Os espécimes adultos são frequentemente encontrados no chão (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2021), embora também possam ser registrados em atividade de caça em altura de 4 metros (MELO-SAMPAIO e MACIEL, 2018) ou deslocando-se sobre a vegetação (FONSECA *et al.*, 2021). Juvenis dessa espécie são encontrados principalmente sobre a vegetação em altura de 1,5 metros (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2021).

Essa espécie apresenta dieta generalista com variação ontogênica na alimentação, onde os espécimes juvenis se alimentam geralmente de animais ectotérmicos (anuros, centopeias e lagartos) (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; SILVA *et al.*, 2017). enquanto os espécimes adultos se alimentam principalmente de animais endotérmicos (roedores) (MARTINS e OLIVEIRA, 1998). Em termos reprodutivos, essa serpente pode gerar entre 11 e 43 filhotes (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE, 2012b) e, a gestação pode durar de 4 a 5 meses (SILVA *et al.*, 2019).

2.3.2 *Bothrops bilineatus* (Wied-Neuwied, 1821)

A *Bothrops bilineatus*, conhecida popularmente como Papagaia ou Jararaca-verde, é uma serpente arborícola representada atualmente por duas subespécies (*B. b. bilineatus* e *B. b. smaragdinus*) com distribuição na Floresta Amazônica e Mata Atlântica, e que formam um complexo de espécies (DAL VECHIO *et al.*, 2018). As duas subespécies se diferem principalmente pelo seu padrão de coloração, com *B. b. bilineatus* apresentando barras verticais escuras nas escamas supralabiais e manchas amareladas ou avermelhadas na região dorsal do corpo, enquanto *B. b. smaragdinus* não possui barras verticais escuras nas escamas supralabiais

e apenas pequenos pontos pretos na região dorsal do corpo (HOGE, 1965; CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE *et al.*, 2011a).

Essa espécie ocorre em florestas primárias e secundárias, próximo a cursos d'água, sendo pouco frequente em ambientes antropizados (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Possui corpo delgado e cauda relativamente longa e preênsil, com massa corporal menor em comparação a outros viperídeos terrestres (MARTINS *et al.*, 2001; TURCI *et al.*, 2009), e raramente ultrapassa 1 metro de comprimento (LANCINI, 1979; SANDNER-MONTILLA, 1994; CAMPBELL e LAMAR, 2004). Essa serpente caça principalmente de espera utilizando engodo caudal (FONSECA *et al.*, 2019a) e apresenta dieta generalista, alimentando-se principalmente de roedores e anuros, pequenos pássaros, morcegos, serpentes e lagartos (DIXON e SOINI, 1986; CUNHA e NASCIMENTO, 1993; MARTINS *et al.*, 2002; TURCI *et al.*, 2009; VENEGAS *et al.*, 2019). É uma espécie vivípara que gera de 6 a 16 filhotes (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Essa serpente apresenta densidade populacional variada ao longo de sua distribuição geográfica, sendo pouco frequente em algumas regiões e relativamente abundante em outras (BERNARDE *et al.*, 2021; FONSECA *et al.*, 2021). Apesar de ser pouco frequente ao longo de sua distribuição, na floresta de várzea do baixo Rio Moa, a serpente *B. b. smaragdinus* pode ser uma das mais abundantes (TURCI *et al.*, 2009; FONSECA *et al.*, 2019a). Por outro lado, esta serpente não foi encontrada em estudos em florestas de terra firme desenvolvidos na região do Alto Juruá (*e.g.*, AVILA-PIRES *et al.*, 2009; BERNARDE *et al.*, 2011b; FONSECA *et al.*, 2019b; TURCI *et al.*, 2021).

2.3.3 *Bothrops brazili* Hoge, 1954

A serpente *Bothrops brazili*, conhecida popularmente como Jararaca ou Jararaca-vermelha, é uma espécie amplamente distribuída na Amazônia e recentemente restrita ao sul do Rio Amazonas (DAL VECHIO *et al.*, 2021). Apesar de amplamente distribuída nesse bioma, essa espécie é considerada rara, sendo pouco frequente nas áreas em que ocorre (CUNHA e NASCIMENTO, 1993; CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE e ALMEIDA, 2020). Esta espécie apresenta corpo robusto, cauda curta e tamanho médio, atingindo geralmente 90 centímetros de comprimento, com registros recordes de até 1,5 metros (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Ocorre em floresta primária, apresenta atividade noturna e hábito terrestre, alimentando-se principalmente de anfíbios anuros, lagartos e pequenos roedores (CUNHA e NASCIMENTO, 1993; CAMPBELL e LAMAR, 2004). Além disso, pode gerar até 25 embriões (BERNARDE, 2012b).

2.3.4 *Bothrops taeniatus* Wagler, 1824

A espécie *Bothrops taeniatus*, conhecida popularmente como Jararaca-cinzenta, apresenta hábito arborícola, sendo amplamente distribuída na Amazônia, ocorrendo na Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guianas, Peru, Suriname, Venezuela (CAMPBELL e LAMAR, 2004). No entanto, apesar de sua ampla distribuição, essa espécie é raramente registrada, provavelmente devido ao seu padrão de coloração críptica, que a torna extremamente camuflável (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Essa espécie ocorre em floresta primária, sendo encontrada em atividade durante a noite sobre a vegetação, próxima ao chão e, geralmente, repousando no chão da floresta durante o período diurno (CUNHA e NASCIMENTO 1993; CAMPBELL e LAMAR, 2004; SOUZA *et al.*, 2013). Apresenta um tamanho médio, podendo chegar a medir 1,75 metros, e assim como outros viperídeos arborícolas, possui corpo delgado e cauda relativamente longa e preênsil (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Alimenta-se de centopeias, lagartos, marsupiais e roedores (CUNHA e NASCIMENTO, 1993) e, pode gerar de 7 a 17 filhotes (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

2.4 GÊNERO *Lachesis*

O gênero *Lachesis* Daudin, 1803 é composto por serpentes que habitam florestas primárias e secundárias (com baixo nível de perturbação) (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020). Os membros desse gênero ocorrem desde a Nicarágua até a Bolívia, sendo representado por quatro espécies (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020; UETZ *et al.*, 2024): *Lachesis acrochorda* (García 1896), presente na Colômbia, Equador e Panamá; *Lachesis melanocephala* Solórzano e Cerdas, 1986, com distribuição na Costa Rica e Panamá; *Lachesis muta* Linnaeus, 1766, encontrada no Brasil, Colômbia, Ecuador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Trindade e Tobago e Venezuela; e *Lachesis stenophrys* Cope, 1875, com ocorrência na Costa Rica, Nicarágua e Panamá (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020).

Este gênero compreende as maiores víboras do mundo, com algumas espécies podendo atingir comprimento de pouco mais de 3,5 metros (CAMPBELL e LAMAR, 2004). As principais características morfológicas externas para diagnosticar este gênero estão presentes na cauda e nas escamas dorsais, onde as escamas caudais, em sua parte distal são pequenas e eriçadas, e as escamas dorsais são verrucosas, apresentando protuberâncias cônicas, que lembram uma casca de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.), de onde provém seu nome popular (CAMPBELL e LAMAR, 2004). A coloração de todas as espécies varia de bronze a

marrom a amarelo alaranjado, com triângulos pretos invertidos no dorso (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020).

Todas as espécies são terrestres, refugiando-se algumas vezes dentro de tocas de roedores e tatus, embaixo de árvores caídas ou muitas vezes, sendo encontradas totalmente expostas no chão das florestas (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Apresentam atividade noturna, raramente sendo encontradas em atividade durante o dia (CAMPBELL e LAMAR, 2004; BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020). Se alimentam de mamíferos de pequeno a médio tamanho (roedores e marsupiais) (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020). Os membros deste gênero são os únicos viperídeos neotropicais ovíparos e as fêmeas ficam enrodilhadas a ninhadas de 6 a 20 ovos (BARRIO-AMORÓS *et al.*, 2020), demonstrando uma forma de cuidado parental. Os filhotes com comprimento total de 34 a 54 cm podem permanecer em tocas por meses (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

2.4.1 *Lachesis muta* (Linnaeus, 1766)

A Surucucu ou Pico-de-jaca é a maior espécie peçonhenta das Américas, podendo medir mais de 3,5 metros de comprimento (CAMPBELL e LAMAR, 2004). Esta espécie apresenta baixa densidade populacional ao longo de sua distribuição geográfica (BERNARDE, 2012b), sendo registrada principalmente em ambientes de florestas primárias (CAMPBELL e LAMAR, 2004). No Brasil, essa espécie ocorre na Amazônia e na Mata Atlântica, sendo registrada durante a noite, totalmente exposta no chão da floresta em atividade de caça de espera, ou em deslocamento (CAMPBELL e LAMAR, 2004). As fêmeas desta espécie podem gerar até 20 ovos, e os filhotes nascem com um tamanho de 40 a 50 cm (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Apesar de sua coloração críptica que a torna camuflada quando encontrada no solo da floresta, seu tamanho considerável a torna mais fácil de ser vista (BERNARDE, 2012b). Esse fato pode contribuir para a baixa incidência de acidentes ofídicos envolvendo essa espécie (MORENO *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2009; SANTOS, 2009; SOUZA, 2009; BERNARDE e GOMES, 2012). É relevante observar que, na região do Alto Juruá, o termo popular "Surucucu" é atribuído a adultos da espécie *Bothrops atrox* e não a *Lachesis muta* (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019c).

3 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Esta Tese está organizada em quatro capítulos, apresentados na forma de artigos científicos, organizada conforme:

No **Capítulo I**, é apresentada uma revisão bibliográfica em formato de artigo científico, publicado no periódico "DELOS: Desarrollo Local Sostenible". Esta revisão aborda informações disponíveis na literatura sobre viperídeos registrados no estado do Acre.

No **Capítulo II**, comparamos a diversidade de serpentes da família Viperidae entre uma floresta de terra firme e uma floresta de várzea, no oeste da Amazônia brasileira. Este estudo será formatado e submetido ao periódico "Acta Herpetologica".

O **Capítulo III** trata de um estudo sobre a atividade da serpente *Bothrops atrox* em uma Floresta de várzea no Oeste da Amazônia brasileira. Este estudo será formatado e submetido ao periódico "Herpetological Conservation and Biology".

O **Capítulo IV** refere-se a uma observação de história natural da serpente *Bothrops atrox*, na qual foi realizado o primeiro registro de combate entre machos da espécie, na natureza. O estudo foi publicado no periódico "Canadian Journal of Zoology".

4 CAPÍTULO I

Vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon: a review

Viperídeos no estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira: uma revisão

DOI: 10.55905/rdelosv17.n54-014

Acceptance for publication: 04/01/2024

Wirven Lima da Fonseca

Master in Ecology and Natural Resource Management

Institution: Universidade Federal do Acre (UFAC)

Address: Rio Branco - Acre, Brazil

E-mail: wirvenlima.pw@outlook.com

Marllus Rafael Negreiros de Almeida

Master in Environmental Sciences

Institution: Universidade Federal do Acre (UFAC)

Address: Rio Branco - Acre, Brazil

E-mail: rafaelbio2011@gmail.com

Ageane Mota da Silva

Doctor in Biodiversity and Biotechnology

Institution: Instituto Federal do Acre (IFAC)

Address: Cruzeiro do Sul - Acre, Brazil

E-mail: ageane.silva@ifac.edu.br

Reginaldo Assêncio Machado

Doctor in Zoology

Institution: Universidade Federal do Acre, Campus Floresta (UFAC)

Address: Cruzeiro do Sul - Acre, Brazil

E-mail: reginaldo.machado@ufac.br

Marcio Martins

Doctor in Ecology

Institution: Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências (USP)

Address: São Paulo - São Paulo, Brazil

E-mail: martinsmrc@usp.br

Paulo Sérgio Bernarde

Doctor in Zoology

Institution: Universidade Federal do Acre, Campus Floresta (UFAC)

Address: Cruzeiro do Sul - Acre, Brazil

E-mail: snakebernarde@hotmail.com

ABSTRACT

Snakes of the family Viperidae are distributed in many different ecosystems, generally being the most abundant species in snake surveys and studies on snake assemblages in Brazil. These species are medically important as they can cause snakebites and are responsible for approximately 99% of envenomings in humans in Brazil. Considering the ecological importance of snakes in terrestrial ecosystems, mainly as important predators in food webs, and in public health due to the risks of snakebites, here we review the information available in the literature about vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon. Six species of vipers were already recorded for Acre, with *Bothrops atrox* being the most abundant, present in various types of habitats and being the main species involved in snakebites. *Bothrops bilineatus* is the most common snake found in a floodplain forest in the protected area Japiim Pentecoste, a factor probably associated with prey availability. The other four species of vipers (*Bothrocophias hyoprora*, *Bothrops brazili*, *B. taeniatus* and *Lachesis muta*) are less frequent and associated with unflooded forests. Although we found in the literature several studies involving vipers in Acre, there is a need for more studies on these snakes in the region, addressing their ecology, ethno-herpetological questions and snakebites, including research on their ecology and behavior in the field, genetic variation and differentiation among populations and species, and biochemical composition of venoms.

Keywords: Reptilia, Squamata, Serpentes, Crotalinae, Brazil.

RESUMO

As serpentes da família Viperidae estão distribuídas em diversos ecossistemas, sendo geralmente as espécies mais abundantes em levantamentos de serpentes e estudos sobre taxocenoses de serpentes no Brasil. Essas espécies são importantes do ponto de vista médico, pois podem causar acidentes ofídicos, e são responsáveis por aproximadamente 99% dos acidentes com humanos no Brasil. Considerando a importância ecológica das serpentes nos ecossistemas terrestres, principalmente como importantes predadores nas cadeias alimentares, e na saúde pública devido aos riscos de acidentes ofídicos, revisamos aqui as informações disponíveis na literatura sobre viperídeos no estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira. Já foram registradas seis espécies de viperídeos para o Acre, sendo *Bothrops atrox* a mais abundante, presente em vários tipos de habitats e sendo a principal espécie envolvida em acidentes ofídicos. *Bothrops bilineatus smaragdinus* é a serpente mais comum em uma floresta de várzea na área protegida Japiim Pentecoste, fator provavelmente associado à disponibilidade de presas. As outras quatro espécies de viperídeos (*Bothrocophias hyoprora*, *Bothrops brazili*, *B. taeniatus* e *Lachesis muta*) são menos frequentes e associadas a florestas de terra firme. Embora tenhamos encontrado na literatura diversos estudos envolvendo viperídeos no Acre, há necessidade de mais estudos sobre essas serpentes na região, abordando sua ecologia, questões etno-herpetológicas e acidentes ofídicos, incluindo pesquisas sobre sua ecologia e comportamento em campo, variação e diferenciação genética entre populações e espécies, e composição bioquímica de venenos.

Palavras-chave: Reptilia, Squamata, Serpentes, Crotalinae, Brasil.

1. INTRODUCTION

The Amazon covers an area of approximately 6.7 million km² and corresponds to around 50% of the planet's remaining forests (WWF, 2023). It is the largest tropical rainforest in the world and is associated with the functioning of several ecosystems, playing great importance in maintaining biodiversity, the hydrological cycle and carbon sequestration (Fearnside, 2018). This biome and its rich biodiversity are threatened, mainly due to deforestation to advance the agricultural frontier (Nobre *et al.*, 2016) and forest fires (McLauchlan *et al.*, 2020).

A total of 176 species of snakes are known to occur in the Brazilian Amazon, of which nine are vipers (Marques *et al.*, 2023). Vipers are distributed in many different ecosystems (Martins *et al.*, 2001), generally being the most abundant species in snake surveys and studies on snake assemblages in Brazil (Martins; Oliveira, 1998; Zanella; Cechin, 2006; Sawaya *et al.*, 2008; Hartmann *et al.*, 2009). Most species in this group have a generalist diet (Martins *et al.*, 2002) and are capable of occupying different types of habitat (Martins *et al.*, 2001; Campbell; Lamar, 2004). These species are medically important as they can cause snakebites and are responsible for approximately 99% of envenomings in humans in Brazil (Bernarde, 2014).

Six species of vipers are recorded in the state of Acre: *Bothrocophias hyoprora* (Amaral, 1935), *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758), *B. bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966, *B. brazili* Hoge, 1954, *B. taeniatus* Wagler, 1824 and *Lachesis muta* (Linnaeus, 1766) (Bernarde *et al.*, 2017; Guedes *et al.*, 2023). Some species are considered rare because they are seldom found in the field (*e. g.*, *B. hyoprora*, *B. brazili* and *B. taeniatus*) and occur mainly in primary forests (Campbell; Lamar, 2004; Cisneros-Heredia *et al.*, 2006), while others, because they are abundant where they occur (*e. g.*, *B. atrox* and *B. b. smaragdinus*), are the main species involved in snakebites in some regions (*e. g.*, Moreno *et al.*, 2005; Mota-da-Silva *et al.*, 2019a).

The species *B. hyoprora*, *B. atrox*, *B. brazili* and *L. muta* show nocturnal activity and terrestrial habits, with records of juveniles of *B. atrox* on vegetation at heights of up to 1.5 m (Oliveira; Martins, 2001; Turci *et al.*, 2009). They are found mainly in primary forests, except for *B. atrox*, which also occurs in secondary forests and disturbed areas (Martins; Oliveira, 1998; Campbell; Lamar, 2004; Turci *et al.*, 2009; Bernarde *et al.*, 2011a). They range in size from 80 cm in *B. hyoprora* (Campbell; Lamar, 2004) to 3.15 m in *L. muta*, which is the largest venomous snake in South America (Barrio-Amoróz *et al.*, 2020). They have a robust body and short tail (Martins *et al.*, 2001), these characteristics being observed in most terrestrial species of these genera (Campbell; Lamar, 2004).

Bothrops b. smaragdinus and *B. taeniatus* have primarily arboreal habits and nocturnal activity, and are found close to the ground and in the understory in forests (Martins *et al.*, 2001;

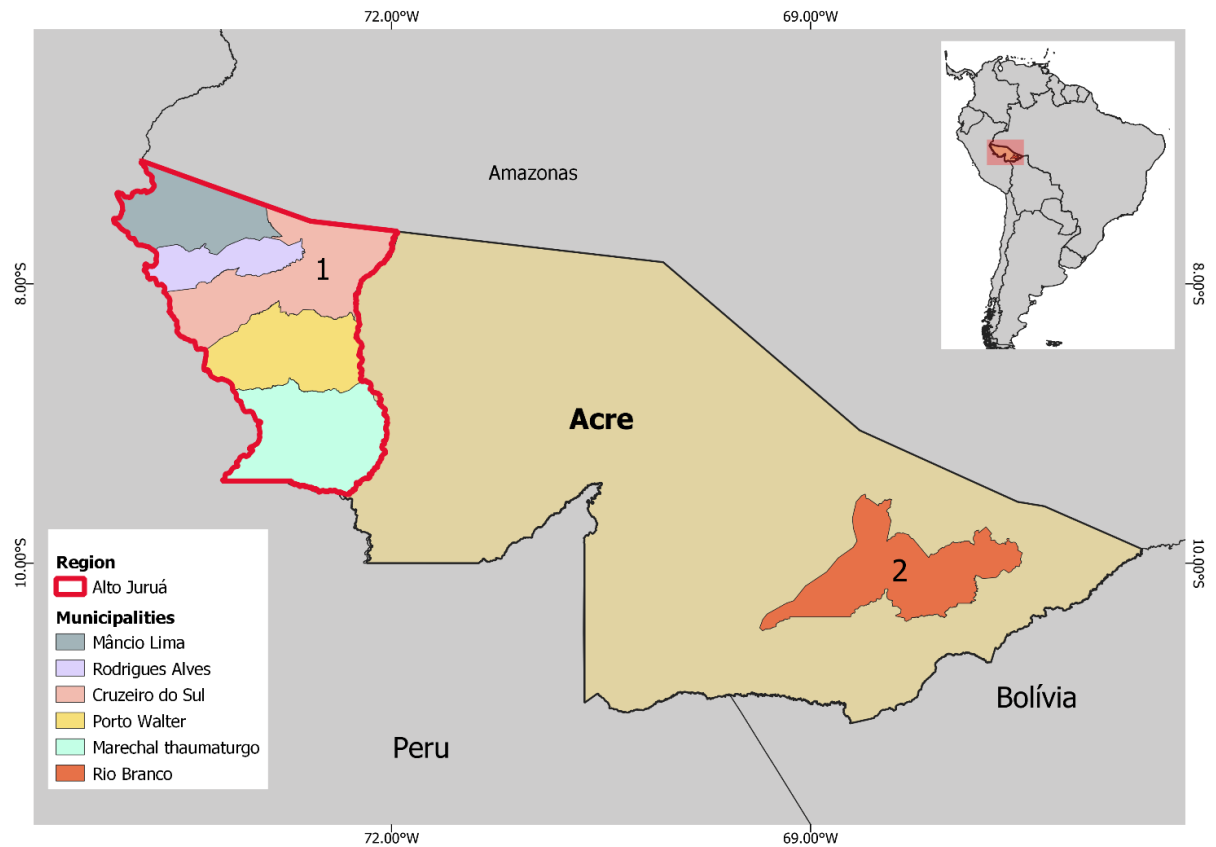
Turci *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2013; Fonseca *et al.*, 2019a). They are moderate-sized compared to other Amazonian vipers, with *B. b. smaragdinus* rarely exceeding 1 m in length, while *B. taeniatus* can reach up to 1.5 m (Campbell; Lamar, 2004). Both have a slender body and a relatively long, prehensile tail, with a smaller relative body mass compared to other terrestrial vipers (Martins *et al.*, 2001). Despite being uncommon throughout its distribution, in a floodplain forest in Alto Juruá, *B. b. smaragdinus* may be one of the most abundant (Turci *et al.*, 2009; Fonseca *et al.*, 2019a). On the other hand, this arboreal snake was not found in studies in some unflooded forests in the Alto Juruá region (*e. g.*, Avila-Pires *et al.*, 2009; Bernarde *et al.*, 2011a; Fonseca *et al.*, 2019b).

Considering the ecological importance of snakes in terrestrial ecosystems, mainly as important predators in food webs, and in public health due to the risks of snakebites, here we review the information available in the literature about vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon.

2. STUDIES INVOLVING VIPERS IN ACRE

In the state of Acre (Figure 1), the first study involving vipers (Figure 2) was by Pierini *et al.* (1996) who analyzed antibodies present in victims of snakebites in different extractive and indigenous communities in the Alto Juruá region. In this study, residents were also interviewed about the circumstances of snakebites, first aid procedures and the popular names given to the snakes that caused the bites. The results of the presence of antibodies to the venom showed that the snake *B. atrox* was the main species causing snakebites (86% of cases), followed by *L. muta* (14%).

Figure 1 - Map of South America highlighting the state of Acre in Brazil and the location of the Alto Juruá region (1) and the municipality of Rio Branco (2).



Source: Prepared by the authors.

Figure 2 - Viperid species occurring in the state of Acre. A) *Bothrocophias hyoprora*; B) *Bothrops atrox*; C) *Bothrops bilineatus smaragdinus*; D) *Bothrops brazili*; E) *Bothrops taeniatus*; F) *Lachesis muta*.



Source: Wirven Fonseca.

The results of two expeditions carried out to the Alto Juruá Extractive Reserve in a unflooded forest area located in the municipality of Marechal Thaumaturgo was published by Souza *et al.* (2002), who also presented several indigenous legends about snakes. The authors recorded 16 species, three of which were vipers (*B. atrox*, *B. brazili* and *L. muta*). Local people used the common names surucucu and surucucu-do-barranco for *B. atrox*.

In a study on the clinical and epidemiological aspects of snakebites that occurred in Rio Branco, Moreno *et al.* (2005) found that *B. atrox* was the main snake causing snakebites, corresponding to 41.2% of the species taken to the hospital. The viper *L. muta* had three 'cases confirmed by the patients' signs and symptoms.

Turci *et al.* (2009) carried out a study on *B. atrox* and *B. b. smaragdinus* in a floodplain forest (Area of Relevant Ecological Interest Japiim Pentecoste) in Cruzeiro do Sul in the Alto Juruá region, observing that *B. b. smaragdinus* is found during time-limited searches more often than *B. atrox*. Although *B. atrox* tends to be the most common viper in the Amazon (*e.g.*, Martins; Oliveira, 1998; Campbell; Lamar, 2004), these authors observed that in this location *B. b. smaragdinus* is more frequent than *B. atrox*.

In Porto Walter, a municipality located in the Alto Juruá region, Avila-Pires *et al.* (2009) carried out a survey of squamate reptiles and recorded *B. atrox* and *L. muta* among 20 snake species sampled.

The first list of snakes for the state of Acre was published by Silva *et al.* (2010), based on specimens deposited in the Herpetological Collection of the Federal University of Acre in Rio Branco. These authors examined 303 specimens and recorded 59 species of snakes, three of which were vipers. The most represented species in the collection was *B. atrox* (29 specimens), followed by *B. b. smaragdinus* (four) and *L. muta* (two). This study also provided information about snake diets through the examination of stomach contents and in four specimens of *B. atrox* they found two marsupials, an amphibian (Hylidae) and a lizard of the genus *Plica* (Tropiduridae).

The first survey of snakes in Acre with considerable sampling effort conducted monthly over a period of 18 months and employing various sampling methods (time-limited search, pitfall traps and accidental records), was carried out by Bernarde *et al.* (2011a) in the Riozinho da Liberdade Extractive Reserve in the municipality of Tarauacá. The area studied by Bernarde *et al.* (2011a) corresponded to a unflooded forest, with 42 species of snakes recorded, among them, two vipers (*B. atrox* and *L. muta*).

The genus *Bothrocophias* comprises two species of Amazonian vipers in Brazil, with *B. microphthalmus* being less frequently found with only one record in Rondônia (Nogueira *et al.*, 2019). In Acre, *B. hyoprora* was recorded for the first time at the Serra do Divisor National Park by Bernarde *et al.* (2011b) and so far it is only known in the state in this locality.

Bernarde and Gomes (2012) evaluated the SINAN files (Notifiable Diseases Information System) of cases of snakebites treated at the Hospital Regional do Juruá, in Cruzeiro do Sul, during the period from August 2007 to July 2009. These authors showed that

the cases of snakebites supposedly caused by *L. muta* were mistakenly overestimated, representing 51% of the total, with the majority of these being *Bothrops*. This is due to the fact that the common name “surucucu” is given in western Amazonia to *B. atrox* and “pico-de-jaca” or “surucucu pico-de-jaca” for *L. muta*, generating confusion among health professionals who learned that “surucucu” would be *L. muta*. Furthermore, this study highlighted the occurrence of erroneous records of accidents supposedly caused by the rattlesnake *Crotalus durissus* Linnaeus, 1758, as this species of viper does not occur in the state of Acre (see Nogueira *et al.*, 2019). Bernarde and Gomes (2012) observed the need to train health professionals in Alto Juruá in relation to the identification of snakes involved in snakebites.

A herpetofaunal survey was conducted monthly in a floodplain forest area over a 17-month period (May 2008 and September 2009) in the lower Rio Moa forest by Bernarde *et al.* (2013) which currently corresponds to a protected area, the Japiim Pentecoste Area of Relevant Ecological Interest. In this study (using time-limited search, pitfall traps, active search and accidental encounters) 35 species of snakes were recorded, two of which (*B. atrox* and *B. b. smaragdinus*) were vipers.

The viper *B. taeniatus*, with relatively fewer records among the species of the genus *Bothrops* in the Amazon (Nogueira *et al.*, 2019), was recorded for Acre at the Estação Ecológica do Rio Acre in the municipality of Assis Brasil by Souza *et al.* (2013).

Melo-Sampaio and Maciel (2018) observed an adult individual of *B. atrox* in a hunting posture 4 m high on a palm leaf at night in the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre in Rio Branco. This was the largest recorded height of an adult specimen of *B. atrox* on vegetation.

In Porto Walter, a herpetofaunal survey was carried out in unflooded forest by Fonseca *et al.* (2019a), recording 20 species of snakes. In this study, only one viper was recorded, *B. atrox*, with seven specimens, being the most abundant snake.

Mota-da-Silva *et al.* (2019a) carried out a study with patients bitten by snakes in a hospital in Cruzeiro do Sul, interviewing them about the circumstances of the snakebite and analyzing the snakes involved. *Bothrops atrox* was the species most involved in snakebites, representing 83.4% of cases, followed by *B. b. smaragdinus*, with 5.3%. Most cases of snakebites with *B. atrox* were with small snakes (20–50 cm), representing 54.1% of cases, followed by medium-sized individuals (5–100 cm) making up 31.2% of accidents and the others, with large snakes (101–165 cm) with 14.7% of bites. These authors concluded that *B. atrox* offspring are responsible for most of the snakebites due to their higher abundance in nature and their smaller size, making them more difficult for humans to see.

The hunting behavior of *B. b. smaragdinus* was studied by Fonseca *et al.* (2019b), who carried out 72 nocturnal observations of 32 individuals in a floodplain forest at Japiim Pentecoste Area of Relevant Ecological Interest in Cruzeiro do Sul. On 38 occasions, the snakes were hunting from an ambush posture using tail luring behavior (Sazima, 1991). This was the study that recorded the most individuals of a snake species in nature performing the behavior of tail luring without the use of staged encounters. These authors showed that individuals of *B. b. smaragdinus* have a white or brown tail tip and that it is not correlated with sex or the stage of development of the snake, with the tail luring behavior being used by juveniles and adults.

Mota-da-Silva *et al.* (2019b) reported on a person bitten by a juvenile *B. atrox* after cutting it into three parts with a machete in Cruzeiro do Sul. The man handled the cut snake thinking it was dead and was then bitten on the finger.

The association of snakebites with açai fruits extraction was reported by Mota-da-Silva *et al.* (2019c), who observed cases of people bitten by *B. b. smaragdinus* on the top of açai trees or on the tree next to it (sometimes climbed to reach nearby açai fruits), and from fruit collectors stung by *B. atrox* on the ground at the base of açai and other palm trees. These authors concluded that these snakes hunt by waiting on the ground (*B. atrox*) close to palm trees, where there are fallen fruits that attract small mammals, and high up in the vegetation close to açai berry clusters (*B. b. smaragdinus*), which can cause snakebites in collectors.

Although Souza *et al.* (2002) and Bernarde and Gomes (2012) observed that the popular name “surucucu” is one of those used to designate *B. atrox* in Acre, this pattern was not the same in a new study by Mota-da-Silva *et al.* (2019d). Through interviews with patients bitten by *B. atrox* at the Juruá Regional Hospital, Mota-da-Silva *et al.* (2019d) observed that the name “jararaca” is given preferably to newborns and juveniles and “surucucu” to adult individuals of *B. atrox*. Human populations inhabiting rural areas in Acre tend to consider the different stages of development of this snake as two distinct species.

Silva *et al.* (2020a) interviewed residents who carry out activities (extractivism, hunting, fishing) in a floodplain forest in ARIE Japiim Pentecoste and correlated the information with a study on snakes conducted in that location. Of 100 people interviewed, 63 reported having found snakes during extraction of fruits from palm trees (mainly açai), with *B. atrox* on the ground up to 4 m high and *B. b. smaragdinus* between 2 and 25 m above the ground. During nocturnal searches, these authors recorded 36 individuals of *B. b. smaragdinus* and 27 from *B. atrox*, corroborating the data from Turci *et al.* (2009), who also observed a greater number of vipers in the same location and as the only vipers found in this floodplain ecosystem.

In relation to snakebites caused by *B. atrox*, Costa *et al.* (2020), in a study conducted in a hospital environment in Cruzeiro do Sul, observed that small snakes are mainly associated with mild and moderate snakebites, with a greater presence of hemorrhagic manifestations, while larger specimens are responsible for serious cases and characterized by local effects (necrosis, edema, blistering, compartment syndrome and infection).

Sachett *et al.* (2020) presented a clinical report of two cases of snakebites in patients that progressed to stroke in Cruzeiro do Sul, one of which was caused by a juvenile of *B. atrox*.

Another viper that is uncommon in the Amazon and generally associated with drier forests is *B. brazili* (Campbell; Lamar 2004). Bernarde and Almeida (2020) recorded three individuals of this species in unflooded forest in the Serra do Divisor National Park.

Mota-da-Silva *et al.* (2020) studied the clinical and epidemiological aspects of snakebites in the Alto Juruá region, recording the snake *B. atrox* as the main species involved and no cases of snakebites by *L. muta* during the an one-year study. These authors recorded a greater occurrence of snakebites during the rainy season, a period that coincides with increased reproductive activity of snakes and higher availability of their prey.

An ethno-herpetological study conducted on populations that carry out activities in floodplain forests in ARIE Japiim Pentecoste by Silva *et al.* (2020b), corroborated the study by Mota-da-Silva *et al.* (2019d) that residents see juvenile and adult individuals of *B. atrox* as distinct species, represented by the respective ethnospecies jararaca and surucucu. These authors also observed that residents know more about the effects of envenoming by juvenile specimens of *B. atrox*, which cause more hemorrhagic conditions and by adult individuals responsible mainly for local effects (*e.g.*, edema, necrosis) rather than accidents caused by other species (*e.g.*, *B. b. smaragdinus*, *L. muta* and *Micrurus* spp.), possibly due to the higher frequency of snakebites caused by *B. atrox*.

Fonseca *et al.* (2021) studied the ecology of *B. b. smaragdinus* in a floodplain forest at ARIE Japiim Pentecoste, using nocturnal time-constrained search. The occurrence of *B. b. smaragdinus* was significantly correlated with the frequency of three amphibian species [*Osteocephalus leprieuri* (Duméril & Bibron, 1841), *O. taurinus* Steindachner, 1862 and *Scinax ruber* (Laurenti, 1768)], which are part of their diet, and was inversely correlated with rainfall.

Results from a study on the snake assemblages in the unflooded forest area of Resex Riozinho da Liberdade were provided by Turci *et al.* (2021), with seven individuals of *B. atrox* and two of *L. muta* found during the study. Juvenile individuals of *B. atrox* (5) were found on low vegetation and adults (2) on the ground, corroborating data on substrate use by this species (*e.g.*, Oliveira; Martins, 2001; Turci *et al.*, 2009).

In the floodplain forest of ARIE Japiim Pentecoste, combat behavior was observed between two male individuals of *B. atrox* (120 and 130 cm long) by Fonseca *et al.* (2022). This was the first record of this behavior for this species in nature.

Sachett *et al.* (2022) provided a clinical report of a case of envenoming caused by the snake *L. muta* in the municipality of Brasiléia. This was the first confirmed case of *L. muta* snakebite in Acre and denotes the low frequency of this type of accident (*e.g.*, Mota-da-Silva *et al.*, 2019a) probably due to the low population density of this snake (*e.g.*, Campbell; Lamar, 2004; Turci *et al.*, 2021).

Ortega *et al.* (2023) and Rodrigues *et al.* (2023) carried out interviews with residents of different communities in Acre and through the recognition of snake species on photographic plates and the popular names attributed to the snakes by interviewees, they also observed that the snake *B. atrox* is the main species involved in snakebites and also in bites during the extraction of palm tree, mainly by *B. b. smaragdinus* during açai fruits collection.

3. FINAL CONSIDERATIONS

Six species of snakes of the family Viperidae occur in Acre state, with *B. atrox* being the most abundant, present in various types of habitats and the main species involved in snakebites. In the floodplain forest of ARIE Japiim Pentecoste in Cruzeiro do Sul, this snake is the second most common.

Bothrops bilineatus smaragdinus is the most common snake found in a floodplain forest in ARIE Japiim Pentecoste, a factor probably associated with the availability of prey (amphibians of the family Hylidae), including during the dry season. In unflooded forests this viper is also present, although with a lower frequency. It is the second species of venomous snake most involved in cases of snakebites in Acre and these can occur during the extraction of açai fruits.

The other four species of vipers (*B. hyoprora*, *B. brazili*, *B. taeniatus* and *L. muta*) are less frequent and associated with unflooded forests. Due to their relatively lower frequency, there are no clinical reports of snakebites in humans (*B. hyoprora*, *B. brazili* and *B. taeniatus*) or only one case recorded in the literature for Acre (*L. muta*).

Although the bibliographical survey carried out in this study has obtained several studies involving vipers in Acre, there is a need for more studies on these snakes in the region, addressing their ecology, ethno-herpetological questions and snakebites, including research on their ecology and behavior in the field, genetic variation and differentiation among populations and species, and biochemical composition of venoms.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the research productivity fellowships to MM (#309772/2021-4) and PSB (#311509/2020-7), the São Paulo State Research Support Foundation (FAPESP) for a research grant to MM (#2020/12658-4). This study was funded in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES) – Financial Code 001 for WLF and by the Acre Research Support Foundation – FAPAC (Government of the State of Acre), National Council for Scientific Development and Technological - CNPq (Process 401519/2023-6) and CONFAP.

REFERENCES

- AVILA-PIRES, T. C. S. *et al.* Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**, Belém, v. 4, n.2, p. 99-118, 2009.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. *et al.* The Bushmasters (*Lachesis* spp.): queens of the rainforest. An overview of the taxonomy, distribution, natural history, lore, and conservation of the largest vipers in the world. **Reptiles & Amphibians**, Writtle, v. 27, n. 3, p. 358-381, 2020.
- BERNARDE, P. S. **Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil**. São Paulo: Anolisbooks, 2014, 223p.
- BERNARDE, P. S.; ALMEIDA, M. R. N. The Brazil's Lancehead (*Bothrops brazili*): An Uncommon Pit Viper of the Amazonia. **Wilderness & Environmental Medicine**, New York, v. 31, n. 1, p. 126-127, 2020.
- BERNARDE, P. S.; GOMES, J. O. Serpentes peçonhentas e ofidismo em Cruzeiro do Sul, Alto Juruá, Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n.1, p. 65-72, 2012.
- BERNARDE, P. S. *et al.* Herpetofauna da área do Igarapé Esperança na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre – Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 3, p. 117-144, 2011a.
- BERNARDE, P. S. *et al.* Squamata, Serpentes, Viperidae, *Bothrocophias hyoprora* (Amaral, 1935): distribution extension in the state of Acre, northern Brazil. **Check List**, Sofia, v. 7, n. 6, p. 813-814, 2011b.
- BERNARDE, P. S. *et al.* Herpetofauna da floresta do baixo rio Moa em Cruzeiro do Sul, Acre – Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 220-244, 2013.
- BERNARDE, P. S. *et al.* **Serpentes do Alto Juruá, Acre - Amazônia brasileira**. Rio Branco: Edufac, 2017. 166p.
- CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere**. Ithaca: Cornell University Press, 2004. 976p.
- CISNEROS-HEREDIA, D. F. *et al.* Distribution and natural history of the Ecuadorian toad-headed pitvipers of the genus *Bothrocophias* (Squamata: Serpentes: Crotalinae). **Herpetozoa**, Viena, v. 19, n. 1/2, p. 17-26, 2006.

- COSTA, T. N. *et al.* Injuries caused by fish to fishermen in the Vale do Alto Juruá, Western Brazilian Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 53, n. 4, e20180495, 2019.
- FEARNSIDE, P. M. Maintaining carbon stocks in extractive reserves in Brazilian Amazonia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 48, Edição Especial, p. 446-476, 2018.
- FONSECA, W. L. *et al.* Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon. **Herpetology Notes**, Victorville, v. 12, p. 365-374, 2019a.
- FONSECA, W. L. *et al.* Herpetofauna of Porto Walter and surrounding areas, Southwest Amazonia, Brazil. **Herpetology Notes**, Victorville, v. 12, p. 91-107, 2019b.
- FONSECA, W. L. *et al.* Habitat use and activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the western Brazilian Amazon (Serpentes: Viperidae). **Herpetology Notes**, Victorville, v. 14, p. 567-580, 2021.
- FONSECA, W. L. *et al.* First report of male-male combat in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox*). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 100, n.3, p. 239-242, 2022.
- GUEDES, T. B. *et al.* Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, Belém, v. 12, n.1 p. 56-161, 2023.
- HARTMANN, P. A. *et al.* Ecology of a snake assemblage in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 49, n. 27, p. 343-360, 2009.
- MARQUES, O. A. V. *et al.* **Serpentes da Amazônia: guia ilustrado**. Cotia: Ponto A, 2023. 318p.
- MARTINS, M.; OLIVEIRA, M. E. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, Riverside, v. 6, n. 2, p. 78-150, 1998.
- MARTINS, M. *et al.* Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology**, Medford, v. 254, n.4, p. 529-538, 2001.
- MARTINS, M. *et al.* Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G. W. *et al.* (eds.). **Biology of the Vipers**. Eagle Mountain: Eagle Mountain Publishing, 2002. p. 307-328.
- MCLAUCHLAN, K. K. *et al.* Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers. **Journal of Ecology**, London, v. 108, n. 5, p. 2047-2069, 2020.
- MELO-SAMPAIO, P. R.; MACIEL, J. M. L. *Bothrops atrox* (Common Lancehead, Jararaca). Habitat use. **Herpetological Review**, Clovis, v. 49, n.1, p. 124, 2018.
- MORENO, E. *et al.* Características clínico-epidemiológicas dos acidentes ofídicos em Rio Branco, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 38, n. 1, p. 15-21, 2005.
- MOTA-DA-SILVA, A. *et al.* Ethno-knowledge and attitudes regarding snakebites in the Alto Juruá region, Western Brazilian Amazonia. **Toxicon**, Oxford, v. 171, p. 66-77, 2019a.

- MOTA-DA-SILVA, A. *et al.* Envenomation by a juvenile pit viper (*Bothrops atrox*) presumed to be dead. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 52: e20180471, p. 1-2, 2019b.
- MOTA-DA-SILVA, A. *et al.* Extractivism of palm tree fruits: A risky activity because of snakebites in the state of Acre, Western Brazilian Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 52:e-20180195, p. 1-4, 2019c.
- MOTA-DA-SILVA, A. *et al.* Popular names for bushmaster (*Lachesis muta*) and lancehead (*Bothrops atrox*) snakes in the Alto Juruá region: repercussions for clinical-epidemiological diagnosis and surveillance. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 52:e-20180140, p. 1-4, 2019d.
- MOTA-DA-SILVA, A. *et al.* Epidemiological and clinical aspects of snakebites in the upper Juruá River region, western Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 50, n.1, p. 90-99, 2020.
- NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need for a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, Whashington, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.
- NOGUEIRA, C. C. *et al.* Atlas of Brazilian snakes: Verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology**, Belém, v. 14, n. sp1, p. 1-274, 2019.
- OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, Riverside, v. 8, n. 2, p. 101-110, 2001.
- ORTEGA, G. P. *et al.* Acidentes com animais peçonhentos durante o extrativismo em florestas no estado do Acre, Brasil. **Delos: Desarrollo Local Sostenible**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 44, p. 1135-1154, 2023.
- PIERINI, S. V. *et al.* High incidence of bites and stings by snakes and other animals among rubber tappers and Amazonian Indians of the Juruá Valley, Acre State, Brazil. **Toxicon**, Oxford, v. 34, n. 2, p. 225-236, 1996.
- RODRIGUES, T. S. N. *et al.* Morbidity survey of the history of snakebites in different communities in the alto Juruá, western Brazilian Amazon. **Toxicon**, Oxford, v. 224, p. 107033, 2023.
- SACHETT, J. A. G. *et al.* When to think about a *Lachesis muta* envenomation in the Western Brazilian Amazon: Lessons from a case report. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 55:e0027-2022), p. 1-4, 2022.
- SACHETT, J. A. G. *et al.* Cerebrovascular Accidents Related to Snakebites in the Amazon – Two Case Reports. **Wilderness & Environmental Medicine**, New York, v. 31, n. 3, p. 337-343, 2020.
- SAWAYA, R. J. *et al.* Composição e história natural das serpentes de cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 127-148, 2008.
- SAZIMA, I. Caudal luring in two neotropical pitvipers, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. **Copeia**, v. 1991, n. 1, p. 245-248, 1991.
- SILVA, J. L. *et al.* Venomous snakes and people in a floodplain forest in the Western Brazilian Amazon: Potential risks for snakebites. **Toxicon**, Oxford, v. 187, p. 232-244, 2020a.

SILVA, J. L. *et al.* The deadliest snake according to ethnobiological perception of the population of the Alto Juruá region, western Brazilian Amazonia. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 53: e20190305, 2020b.

SILVA, M. V. *et al.* Riqueza e dieta de serpentes do Estado do Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 12, n. 2, p. 165-176, 2010.

SOUZA, J. R. D. *et al.* First record of *Bothriopsis taeniata* for the state of Acre, Brazil. **Check List**, Sofia, v. 9, n.2, p. 430-431, 2013.

SOUZA, M. B. *et al.* Cobras. In: CUNHA, M. C.; ALMEIDA, M. B. (orgs.). **Enciclopédia da Floresta: o Alto Juruá: práticas e conhecimentos das populações**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. p. 577-600.

TURCI, L. C. B. *et al.* Uso do hábitat, atividade e comportamento de *Bothriopsis bilineatus* e de *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) na floresta do Rio Moa, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 197-206, 2009.

TURCI, L. C. B. *et al.* Snake assemblage in an unflooded forest in Western Brazilian Amazon. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 8, n. 1, p. 203-221, 2021.

WWF - WORLD WILDLIFE FOUNDATION. **Por dentro da floresta amazônica**. Available at:
https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/bioma_amazonia/.
Accessed on: 10 nov. 2023.

ZANELLA, N.; CECHIN, S. Z. Taxocenose de serpentes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 211-217, 2006.

5 CAPÍTULO II

Diversidade de serpentes Viperidae entre ecossistemas de terra firme e de várzea no Oeste da Amazônia brasileira

RESUMO

As serpentes da família Viperidae ocorrem em diferentes tipos de ecossistemas, sendo que geralmente, algumas espécies do gênero *Bothrops*, estão entre as espécies mais abundantes em inventários e estudos sobre taxocenoses de serpentes no Brasil. O objetivo deste estudo foi comparar a diversidade de serpentes Viperidae que ocorrem em ecossistemas de floresta de terra firme e floresta de várzea, no Oeste da Amazônia brasileira. As localidades de estudo foram a Área de Relevante Interesse Ecológico Japiim Pentecoste (ARIE) representando a mata de várzea e, a Floresta Estadual do Mogno (FEM), constituindo a mata de terra firme. Após um esforço amostral de 864 horas de procura visual limitada por tempo noturna e 288 horas de procura visual limitada por tempo diurna durante dois anos de amostragem em cada localidade, registramos 100 exemplares de viperídeos, distribuídos em cinco espécies e dois gêneros, nas duas localidades de estudo. A riqueza registrada na floresta de terra firme (FEM) foi maior ($S = 5$) que a registrada na floresta de várzea (ARIE) ($S = 2$), porém, na ARIE foi registrado maior abundância ($N = 73$) do que na FEM ($N = 27$). Os viperídeos corresponderam a 40,5% do total de serpentes registradas na floresta de várzea ($N = 180$), enquanto na terra firme estes corresponderam a 17,5% ($N = 154$). A serpente *B. atrox* foi o viperídeo mais encontrado na floresta de terra firme, e a espécie *B. b. smaragdinus* foi a mais frequente na floresta de várzea. A maior disponibilidade de presas (anfíbios hilídeos do gênero *Osteocephalus*) deve ser um dos fatores responsáveis pela maior ocorrência de *B. b. smaragdinus* na floresta de várzea. Apesar disto ainda são necessários mais estudos utilizando outras metodologias, como radiotelemetria, para entender o deslocamento das serpentes e a real diversidade de espécies nos dois ecossistemas, especialmente as espécies raras e menos abundantes.

Palavras-chave: Alto Juruá; Crotalinae; Ofidismo; Reptilia; Squamata.

ABSTRACT

Viperidae snakes family occur in different types of ecosystems, and generally, some species from the genus *Bothrops* are among the most abundant species in inventories and studies on snake taxocenoses in Brazil. The objective of this study was to compare the diversity of Viperidae snakes that occur in unflooded forest and floodplain forest ecosystems, in the western Brazilian Amazon. The study locations were the Area of Relevant Ecological Interest Japiim Pentecoste (ARIE) representing the floodplain forest and the Mogno State Forest (FEM), constituting the dryland forest. After a sampling effort of 864 hours of nocturnal time-constrained visual search and 288 hours daytime time-constrained visual search over two years of sampling in each location, we recorded 100 specimens of viperids, distributed in five species and two genera, in the two study locations. The richness recorded in the unflooded forest (FEM) was greater ($S = 5$) than that recorded in the floodplain forest (ARIE) ($S = 2$), however, greater abundance was recorded in ARIE ($N = 73$) than in FEM ($N = 27$). Viperids corresponded to 40.5% of the total number of snakes recorded in the floodplain forest ($N = 180$), while on dry land they corresponded to 17.5% ($N = 154$). The snake *B. atrox* was the viperid most found in the dryland forest, and the species *B. b. smaragdinus* was the most frequent in the floodplain

forest. The greater availability of prey (hylid amphibians of the genus *Osteocephalus*) must be one of the factors responsible for the greater occurrence of *B. b. smaragdinus* in the floodplain forest. Despite this, further studies using other methodologies, such as radiotelemetry, are still necessary to understand the movement of snakes and the actual species diversity in both ecosystems, especially rare and less abundant species.

Keywords: Alto Juruá; Crotalinae; Snakebite; Reptilia; Squamata.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais contribuintes para a biodiversidade mundial (AGOSTINHO *et al.*, 2005), com um território de 8.510.000 km² (IBGE, 2022), estima-se que o país abrigue entre 170.000 e 210.000 espécies de flora e fauna (LEWINSOHN e PRADO, 2005), embora essa riqueza possa ser ainda maior. A Bacia amazônica representa 40% do território nacional, contendo a maior floresta tropical remanescente do mundo (HUBBELL *et al.*, 2008), fornecendo uma vasta gama de formas de vida, substâncias, fauna e flora, além de serviços ecossistêmicos essenciais de abastecimento e regulação para os seres vivos (URZEDO *et al.*, 2021).

A Floresta Amazônica possui diversos tipos de vegetação, destacando-se a floresta aluvial, que abrange várzea e igapó em áreas de inundações sazonais, e a floresta de terra firme, situada em terrenos sem inundações (MYSTER *et al.*, 2016). No estado do Acre, as florestas de terra firme são representadas por florestas abertas com dossel descontínuo, onde há uma maior penetração da luz no sub-bosque, podendo ser dominado por palmeiras e bambus arborescentes, diferentemente das Florestas da Amazônia Central e Oriental, onde predominam as Florestas densas (SILVEIRA *et al.*, 2002). Já as florestas de várzea do estado, acompanham os rios de água barrenta caracterizadas por serem ricas em material em suspensão, no qual os sedimentos fazem parte dos estágios iniciais da formação do solo (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Alguns estudos realizados na Amazônia revelaram que muitos grupos de táxons (*e.g.*, anfíbios anuros, lagartos, aves e mamíferos) diferem significativamente entre as florestas de terra firme e as de várzea (*e.g.*, GASCON, 1996; HAUGAASEN e PERES, 2006; BEJA *et al.*, 2010; WALDEZ *et al.*, 2013; BOBROWIEC *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2018). No entanto, poucos estudos compararam a composição faunística de serpentes nesses dois ecossistemas (*e.g.*, WALDEZ *et al.*, 2013; DEBIEN *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2022), sendo a maioria das pesquisas sobre serpentes na Amazônia focadas em florestas de terra firme (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006; FRAZÃO *et al.*, 2020; TURCI *et al.*, 2021).

Serpentes da família Viperidae ocorrem em diferentes tipos de ecossistemas (MARTINS *et al.*, 2001), sendo geralmente as espécies mais abundantes em inventários e

estudos sobre taxocenoses de serpentes no Brasil (ZANELLA e CECHIN, 2006; SAWAYA *et al.*, 2008; HARTMANN *et al.*, 2009). A maioria das espécies apresenta dieta generalista e são capazes de ocupar diferentes tipos de habitats, desde florestas a áreas abertas, incluindo ambientes antropizados (MARTINS *et al.*, 2002; CAMPBELL e LAMAR, 2004). Essas espécies apresentam importância médica uma vez que podem causar envenenamento em seres humanos (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Na região do Alto Juruá, estado do Acre, a grande maioria dos acidentes ofídicos está associada sobretudo ao extrativismo e a atividades agrícolas (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019a, b). Isso demonstra a importância de estudos que comparam a composição faunística de serpentes Viperidae em diferentes tipologias florestais, uma vez que as informações obtidas, podem contribuir para uma melhor compreensão sobre a distribuição e ocorrência das espécies nos ecossistemas. Além disso, informações sobre a bio-ecologia das espécies podem fornecer subsídios para ações de conservação (MARTINS e OLIVEIRA, 1998). Desta forma, o presente estudo teve como objetivo estudar a diversidade e a bio-ecologia (atividade, o uso do substrato e a dieta) de serpentes Viperidae que ocorrem em ecossistemas de terra firme e de várzea, no Alto Juruá, Oeste da Amazônia brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estado do Acre está localizado no extremo sudoeste da Amazônia brasileira (ACRE, 2010). O clima é caracterizado como tropical, quente, úmido com temperatura média anual de 24,5°C, enquanto a máxima fica em torno de 32°C, compreendendo o período mais seco entre os meses de junho a setembro (ACRE, 2010). A precipitação anual varia entre 1.600 e 2.750 mm, com um índice de umidade relativa do ar sempre superior a 60% (ACRE, 2010). O clima no Alto Juruá é mais úmido do que na maior parte da Amazônia brasileira, ocorrendo uma estação mais chuvosa e outra com menos chuvas (DALY e SILVEIRA, 2002).

ATIVIDADES DE CAMPO

As coletas de dados e observações de serpentes foram realizadas em duas localidades (Figura 1):

- Floresta Estadual do Mogno (FEM): Corresponde a uma área de floresta de terra firme, localizada na cidade de Tarauacá, Acre (7°50'24.0"S 71°48'51.6"W). Essa floresta localiza-se a aproximadamente 120 km da cidade de Cruzeiro do Sul.

- Área de Relevante Interesse Ecológico Japiim Pentecoste (ARIE): Corresponde a uma área de floresta de várzea que é inundada sazonalmente de dezembro a março e está localizada a aproximadamente 20 km da cidade de Cruzeiro do Sul, Acre ($7^{\circ}37'22.0''S$ $72^{\circ}47'26.3''W$).

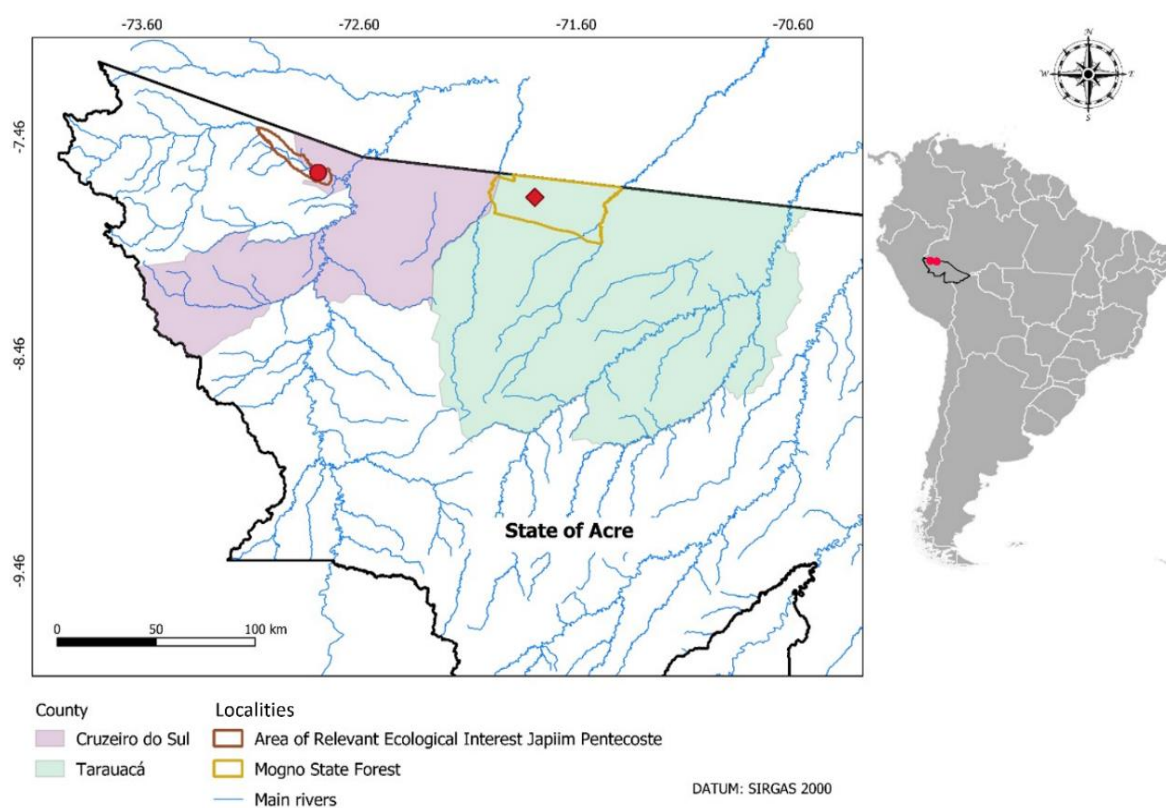


Figura 1. Localização das áreas de estudo: (Círculo vermelho) - Área de Relevante Interesse Ecológico Japiim Pentecoste (ARIE), Cruzeiro do Sul, Acre; (Losango vermelho) - Floresta Estadual do Mogno (FEM), Tarauacá, Acre.

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Para coleta e observação de serpentes foram utilizados dois métodos amostrais descritos a seguir:

- Procura Visual Limitada por Tempo (diurna e noturna) (PVLTD e PVLTN) (MARTINS e OLIVEIRA, 1998): Consiste no deslocamento a pé, lentamente através de trilhas dentro de floresta, à procura de serpentes que estejam visualmente expostas. Esse método procura abranger todos os microhabitats visualmente acessíveis, inclusive alguns ambientes aquáticos (igarapés, poças temporárias, etc.).
- Encontros ocasionais (EO) (MARTINS e OLIVEIRA, 1998): Foram registrados espécimes observados ocasionalmente após as atividades de campo ou coletados por terceiros próximo às áreas de estudo. Os espécimes registrados por Encontros Ocasionais foram utilizados apenas para mensuração e análise de conteúdo estomacal.

ESFORÇO AMOSTRAL

As coletas foram realizadas em dois anos de amostragem (agosto de 2021 a julho de 2023), com maior esforço amostral nos 12 primeiros meses e durante o período noturno. O maior esforço empregado durante à noite se deve ao maior encontro de serpentes neste período (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006; TURCI *et al.*, 2021). O segundo ano de amostragem foi realizado para complementar os dados sobre riqueza e abundância de espécies, coleta de mais espécimes para dados de conteúdo estomacal e possíveis observações de história natural.

Durante o período de amostragem, realizamos viagens mensais para coleta e observação de serpentes nas duas localidades de estudo, onde foram percorridas simultaneamente duas trilhas (Trilhas 1 e 2), cada uma com 600 metros, por dois pesquisadores em cada uma, a fim de comparar as diferenças na composição faunística de serpentes entre os dois ecossistemas.

No primeiro ano de amostragem, realizamos três noites de Procura Visual Limitada por Tempo (PVLTN) das 18:00 às 22:00 horas, e duas manhãs de Procura Visual Limitada por Tempo (PVLTD) das 07:00 às 10:00 horas, em cada localidade. Durante esse período, a PVLTN mensal em cada área totalizou 48 horas, enquanto a PVLTD mensal foi de 24 horas. Assim, ao longo dos 12 meses de amostragem, realizamos um total de 576 horas de PVLTN e 288 horas de PVLTD em cada localidade, totalizando 1152 horas de PVLTN e 576 horas de PVLTD de procura.

No segundo ano de amostragem, realizamos apenas PVLTN, das 18:00 às 21:00 horas. A PVLTN mensal total foi de 24 horas, totalizando ao longo dos 12 meses de amostragem, 288 horas de procura em cada localidade.

Dessa forma, o esforço amostral total nas duas localidades foi de 2304 horas de procura durante os dois anos de amostragem. Em cada localidade foram realizadas 1152 horas de procura visual limitada por tempo, das quais 288 horas foram de PVLTD e 864 horas de PVLTN.

COLETA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Todos os anfíbios anuros e lagartos (presas potenciais) encontrados sobre a vegetação e no chão durante a procura visual limitada por tempo foram contabilizados. As variáveis locais (temperatura e umidade relativa do ar) foram obtidas utilizando-se um termo-higrômetro digital AKROM KR811 a uma altura de 1,50 m do chão e anotando os valores no início e no final da procura, fazendo uma média destes para cada noite. As variáveis regionais foram obtidas no INMET (2024), selecionadas para o município de Tarauacá, abrangendo todos os meses entre

agosto de 2021 e julho de 2023. Foram coletados dados de Precipitação total mensal (mm), Temperatura máxima mensal (°C), Temperatura compensada mensal (°C), Temperatura mínima mensal (°C) e Umidade relativa do ar mensal (%). Para Cruzeiro do Sul, devido à falta de alguns dados no INMET (2024), obtivemos os dados de Precipitação (mm/mês) pela ANA (2024) e os dados de Umidade relativa da região (%) e Temperatura da região (°C) de estações aeroportuárias disponíveis em NCEI (2024).

Cada serpente encontrada teve sua atividade determinada de acordo com sua posição no substrato e o comportamento da mesma (ver MARTINS e OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2009; FONSECA *et al.*, 2019) e, as coordenadas de cada indivíduo registrado foram obtidas utilizando um GPS portátil Garmin GPSMAP 65. Os indivíduos de *B. b. smaragdinus* registrados na Trilha 1 da ARIE não foram coletados, apenas observados para possíveis observações de eventos de história natural (alimentação, predação, comportamento de caça e de defesa, comportamento reprodutivo, etc.).

COLETA DE ESPÉCIMES E PROCEDIMENTOS DE EUTANÁSIA E FIXAÇÃO

Os espécimes foram capturados com auxílio de pinçotes herpetológicos e transportados em sacos de pano até o laboratório da UFAC, *Campus Floresta*. Os espécimes foram eutanasiados utilizando-se barbitúricos, de forma intravenosa ou intracelomática (30 - 100 mg/kg, intravenoso ou intracelomático), sendo que esses métodos são os considerados mais adequados pelo CONCEA (MCTIC, 2016). Posteriormente, os espécimes foram fixados em formol 10% por 48 horas e após, conservados em álcool 70%. Todas as serpentes coletadas foram depositadas na Coleção Herpetológica da UFAC *Campus Floresta* (ver relação em Apêndice). Os dados referentes às coletas (data, horário, localidade, município, coletor, etc.) estão registrados em um livro-tombo. A licença para atividades de coletas (Número 12.178) foi expedida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente, todas as variáveis ambientais foram padronizadas usando o procedimento de padronização fornecido pela função ‘decostand’ do pacote ‘vegan’ (OKSANEN *et al.*, 2017). Este procedimento subtrai a média e divide pelo desvio padrão de cada variável, resultando em variáveis com média zero e desvio padrão igual a um. Para verificar os efeitos dos fatores abióticos nas espécies de Viperidae ajustamos modelos contendo as variáveis locais (coletadas em campo) e regionais (obtidas em base de dados). Em seguida, foi realizado uma seleção

retroativa de modelo através da função ‘*glmulti*’ do pacote ‘*glmulti*’ (CALCAGNO e MAZANCOURT, 2010) para classificar os melhores modelos de acordo com seus valores de critério de informação de Akaike (AICc), corrigidos para pequenas amostras (BURNHAM e ANDERSON, 1998). Em seguida, verificamos as seguintes premissas para utilizar o GLM mais adequado: normalidade, outliers e superdispersão por meio da função ‘*simulateResiduals*’ do pacote ‘*DHARMa*’ (HARTIG, 2022). Nos GLMs foram usadas duas distribuições que melhores se ajustaram, Gaussian (regressão linear com valor de T) e Poisson (valor de Z). Por fim, para os modelos com distribuição de Poisson, os coeficientes de determinação foram calculados usando a função ‘*PseudoR2*’ do pacote ‘*DescTools*’ no software R (R CORE TEAM, 2023), nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para os dados de riqueza e abundância foram contabilizados apenas as espécies e espécimes registrados durante a PVLTD e PVLTN.

RESULTADOS

RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E TAXA DE ENCONTRO

Foram registrados 100 espécimes de serpentes Viperidae pertencentes a cinco espécies e dois gêneros, nas duas localidades de estudo. Nesse período, a riqueza registrada na FEM ($S = 5$) foi maior que a registrada na ARIE ($S = 2$), porém, na ARIE foi registrada uma maior abundância ($N = 73$) do que na FEM ($N = 27$). Em relação aos encontros ocasionais, foram registrados oito espécimes.

Na floresta de terra firme (FEM), a serpente *B. atrox* (Figura 2A) foi a espécie mais abundante ($N = 12$), seguida por *B. brazili* ($N = 9$) (Figura 2B). Em relação as outras espécies, registramos três espécimes de *Lachesis muta* (Figura 2C), dois de *B. b. smaragdinus* (Figura 2D) e apenas um espécime de *B. taeniatus* (Figura 3). A maior parte dos espécimes registrados foram encontrados na Trilha 1, próximos a um igarapé no interior da floresta (Figura 4).



Figura 2. Espécies de serpentes Viperidae registradas na FEM. A) *Bothrops atrox*; B) *Bothrops brazili*; C) *Lachesis muta*; D) *Bothrops bilineatus smaragdinus*.



Figura 3. Espécime de *Bothrops taeniatus* registrado na FEM, Tarauacá, Acre.

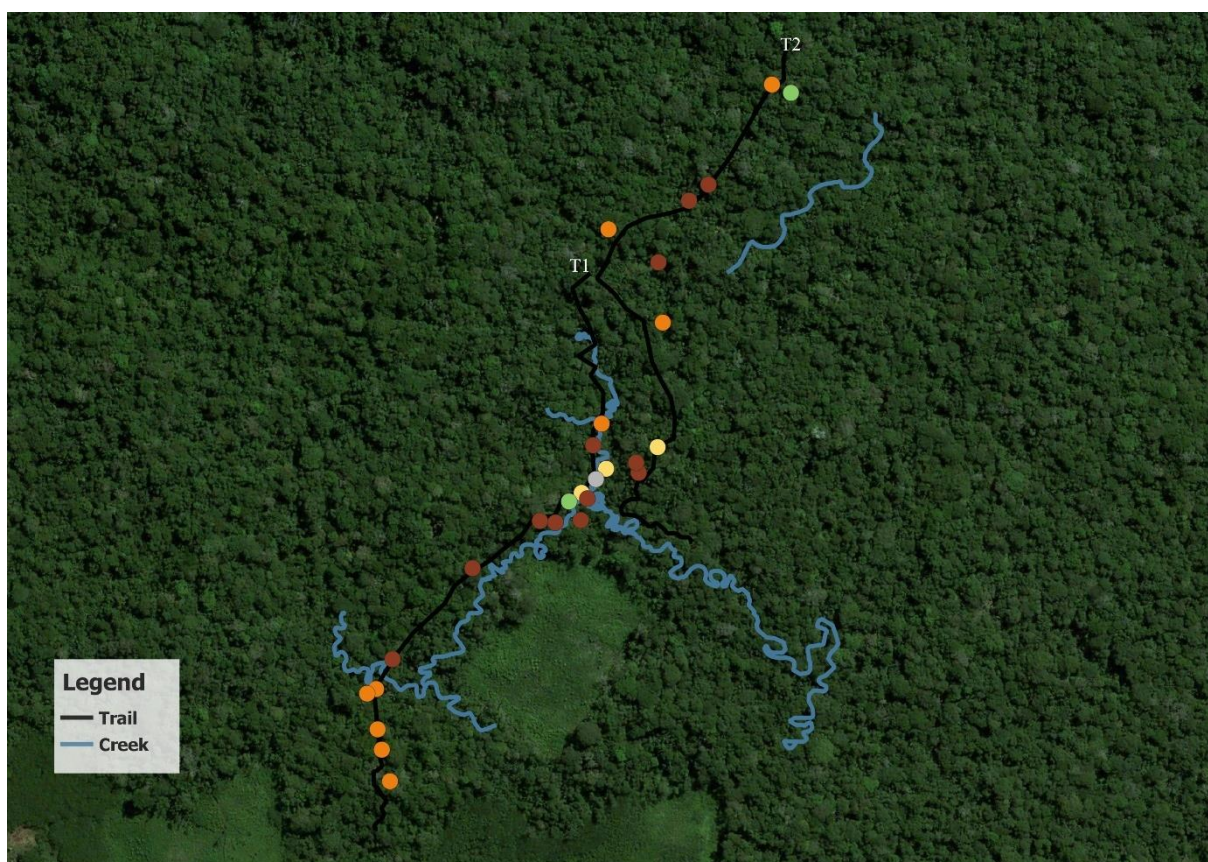


Figura 4. Distribuição das serpentes registradas na FEM, Tarauacá, Acre. *Bothrops atrox* (círculos marrons); *Bothrops brazili* (círculos laranjas); *Bothrops bilineatus smaragdinus* (círculos verdes); *Bothrops taeniatus* (círculo cinza); *Lachesis muta* (círculos amarelos).

O tamanho dos espécimes de *Bothrops atrox* registrados na floresta de terra firme variou de 34,2 a 147 cm ($\bar{x}$ = 61,6 cm), sendo os juvenis de 34,2 a 60,2 cm ($\bar{x}$ = 48,9 cm) e os adultos 103,1 a 147 cm ($\bar{x}$ = 125,05 cm). As fêmeas juvenis variaram entre 34,2 e 60,2 cm ($\bar{x}$ = 48 cm), enquanto o único macho juvenil tinha 56,5 cm. Entre os adultos, a fêmea registrada foi maior (147 cm) que o macho (103,1 cm) (Tabela 1).

Os espécimes de *Bothrops brazili* na floresta de terra firme tiveram o tamanho entre 30,5 a 93,2 cm ($\bar{x}$ = 46,8 cm), sendo os juvenis de 30,5 a 55,5 cm ($\bar{x}$ = 38,8 cm) e os adultos 60 a 93,2 cm ($\bar{x}$ = 76,6 cm). As fêmeas juvenis variaram entre 30,5 e 55,5 cm ($\bar{x}$ = 38,7 cm), enquanto o único macho juvenil tinha 35,5 cm. Dos dois adultos registrados, apenas um teve seu sexo definido, um macho de 93,2 cm.

Durante a procura, seis indivíduos juvenis de *B. atrox* foram observados na vegetação, em alturas que variavam de 0,10 a 1,40 m ($\bar{x}$ = 91,66 cm), cinco em atividade de caça e um (1) em deslocamento. Outros seis espécimes foram registrados no chão da floresta em atividade de caça de espera (um adulto) ou em deslocamento (quatro juvenis e um adulto). Os espécimes de *B. b. smaragdinus* foram encontrados sobre a vegetação em alturas variando de 5,44 a 20 m ($\bar{x}$ = 12,72 m). O espécime de *B. bilineatus* encontrado a 20 m de altura estava em uma figueira (*Ficus* sp.). Os espécimes de *Bothrops brazili*, *B. taeniatus* e *Lachesis muta* foram registrados em atividade de caça ou deslocamento no chão da floresta (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de altura de registro, tamanho e sexo dos espécimes registrados na FEM, Tarauacá, Acre, durante o período de estudo (N = Número de espécimes).

Espécie	N	Espécimes	Altura	Sexo
<i>Bothrops atrox</i>	6	Juvenis = 34,2 cm a 56,2 cm ($\bar{x}$ = 43,1 cm)	0,10 a 1,40 m ($\bar{x}$ = 0,91 m)	6 Fêmeas
<i>Bothrops atrox</i>	2	Adultos = 103,1 cm a 147 cm ($\bar{x}$ = 125,05 cm)	-	1 Macho (menor) e 1 Fêmea (maior)
<i>Bothrops atrox</i>	4	Juvenis = 49,9 cm a 60,2 cm ($\bar{x}$ = 56,4 cm)	-	3 Fêmeas e 1 Macho
<i>Bothrops bilineatus</i>	2	Adultos (65,3 cm)	5,44 a 20 m ($\bar{x}$ = 12,72 m)	1 Macho e 1 indeterminado
<i>Bothrops brazili</i>	2	Adultos = 93,2 cm a 60 cm ($\bar{x}$ = 76,6 cm)	-	1 Macho e 1 indeterminado
<i>Bothrops brazili</i>	7	Juvenis = 30,5 cm a 55,5 cm ($\bar{x}$ = 38,8 cm)	-	6 fêmeas e 1 Macho
<i>Bothrops taeniatus</i>	1	Adulto (131,5 cm)	-	Macho
<i>Lachesis muta</i>	2	Adultos = 120 cm e 170 cm ($\bar{x}$ = 145 cm)	-	Indeterminado
<i>Lachesis muta</i>	1	Juvenil (~ 60 cm)	-	Indeterminado

Dos 22 espécimes de *Bothrops atrox* registrados na ARIE, 18 foram fêmeas, e o tamanho dos espécimes variou de 33,1 a 147,4 cm ($\bar{x}$ = 76,7 cm), sendo que os juvenis variaram entre 33,1 e 72 cm ($\bar{x}$ = 50,8 cm) e as adultos entre 76,2 e 147,4 cm ($\bar{x}$ = 102,5 cm) (Tabela 2).

Durante a procura, três juvenis de *B. atrox* foram observados sobre a vegetação em atividade de caça em alturas que variavam de 0,30 a 1,80 m ($\bar{x}$ = 1,20 m), seis em atividade de caça e um em deslocamento no chão da floresta. Em relação aos indivíduos adultos, cinco foram encontrados deslocamento e sete em atividade de caça no chão da floresta.

O tamanho dos espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus* registrados na floresta de várzea variou de 22,5 a 76,1 cm ($\bar{x}$ = 64,7 cm), sendo os juvenis, de 22,5 a 22,7 cm ($\bar{x}$ = 22,6 cm) e os adultos de 38,2 a 76,1 cm ($\bar{x}$ = 64,8 cm). As fêmeas juvenis variaram entre 22,5 a 22,7 cm ($\bar{x}$ = 22,6 cm), enquanto as fêmeas adultas entre 38,2 a 76,1 cm ($\bar{x}$ = 67,3 cm). O tamanho dos machos adultos variou entre 53,4 e 68,9 cm ($\bar{x}$ = 59,6 cm) (Tabela 2).

Dos 12 juvenis de *B. b. smaragdinus* registrados durante a procura, dois foram observados se deslocando em alturas entre 2,50 a 4 m ($\bar{x}$ = 3,25 m) e dez em atividade de caça de espera, sendo que cinco destes, foram observados em atividade de caça de engodo caudal em alturas de 0,40 a 5,50 m ($\bar{x}$ = 1,85 m). Em relação aos adultos encontrados, 34 foram registrados em atividade de caça em alturas variando entre 0,70 a 20,78 m ($\bar{x}$ = 5,98 m), e destes, quatro foram observados em atividade engodo caudal. Quatro indivíduos foram observados em deslocamento em altura de 2,20 a 9,13 m ($\bar{x}$ = 4,68 m), e um foi registrado em atividade de repouso a 1,50 m de altura.

Tabela 2. Dados de altura de registro, tamanho e sexo dos espécimes registrados na ARIE, Cruzeiro do Sul, Acre, durante o período de estudo (N = Número de espécimes).

Espécie	N	Espécimes	Altura	Sexo
<i>Bothrops atrox</i>	3	Juvenis = 33,1 cm a 72 cm ($\bar{x}$ = 51,7 cm)	0,30 a 1,80 m ($\bar{x}$ = 1,20 m)	2 fêmeas e 1 indeterminado
<i>Bothrops atrox</i>	12	Adultos = 76,2 cm a 147,4 cm ($\bar{x}$ = 102,5 cm)	-	9 fêmeas e 3 indeterminados
<i>Bothrops atrox</i>	7	Juvenis = 36,3 cm a 56,4 cm ($\bar{x}$ = 50,4 cm)	-	7 fêmeas
<i>Bothrops bilineatus</i>	12	Juvenis = 22,5 cm a 22,7 cm ($\bar{x}$ = 22,6 cm)	0,40 a 5,50 m ($\bar{x}$ = 2,08 m)	3 fêmeas e 9 indeterminados
<i>Bothrops bilineatus</i>	39	Adultos = 38,2 cm a 76,1 cm ($\bar{x}$ = 64,8 cm)	0,70 a 20,78 m ($\bar{x}$ = 5,73 m)	15 fêmeas, 5 machos e 19 indeterminados

A taxa de encontro de *B. atrox* na FEM durante PVLTD foi de uma serpente a cada 144 horas de procura (0,006 serpentes por hora) e durante a PVLTN uma serpente a cada 86,4 horas

(0,011 serpentes por hora). A taxa de encontro de *B. brazili* foi uma serpente a cada 96 horas (0,010 serpentes por hora), enquanto de *L. muta* foi de uma serpente a cada 288 horas (0,003 serpentes por hora). A taxa de encontro de *B. b. smaragdinus* foi de uma serpente a cada 432 horas (0,002 serpentes por hora) e a de *B. taeniatus*, uma serpente a cada 864 horas de procura. Entre os encontros ocasionais feitos por moradores da área registraram-se oito espécimes, cinco indivíduos de *B. atrox* e três de *B. brazili*.

Na ARIE a espécie mais abundante foi *B. b. smaragdinus* com 51 espécimes registrados, enquanto a espécie *B. atrox* teve 22 espécimes registrados. Durante a PVLTN registramos 21 indivíduos de *B. atrox* e 50 de *B. b. smaragdinus*, enquanto durante a PVLTD, registramos um espécime de cada espécie. Nessa floresta, a maioria dos espécimes foi registrado na trilha 1, que fica próxima aos lagos e ao Rio Moa (Figura 5).



Figura 5. Distribuição das serpentes registradas na ARIE, Cruzeiro do Sul, Acre. *Bothrops atrox* (pontos marrons); *Bothrops bilineatus smaragdinus* (pontos verdes).

A taxa de encontro de cada espécie durante a PVLTD foi de uma serpente a cada 288 horas (0,003 serpentes por hora). Durante a PVLTN a taxa de encontro de *B. b. smaragdinus* foi de uma serpente a cada 17,2 horas (0,05 serpentes por hora) e a taxa de encontro de *B. atrox* foi de uma serpente a cada 41,1 horas (0,02 serpentes por hora).

Na Floresta do baixo Rio Moa, o modelo de GLM selecionado para *B. bilineatus smaragdinus*, indicou que a abundância dessa espécie foi influenciada positivamente pela temperatura da região (Figura 6A), com uma explicação de 18% (Tabela 3). Em Tarauacá, o modelo de GLM selecionado para *B. atrox*, indicou que a abundância dessa espécie foi influenciada positivamente pela temperatura da região (Figura 6B), com uma explicação de 17% (Tabela 3). Nos demais modelos selecionados, não foram encontradas relações significativas (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos de GLMs selecionados para as comunidades de Viperidae amostradas ao longo de agosto de 2021 a julho de 2023, na ARIE e na FEM.

Modelos	Estimativas	Desvio padrão	T ou Z	P	R ² ou pseudo-R ²
Floresta do baixo Rio Moa			Z		
Intercepto	-0,71	0,23	-3,07	0,00	0,10
<i>B. atrox</i> ~Umidade Relativa local (%)	0,43	0,23	1,91	0,05	
Intercepto	0,15	0,15	0,99	0,32	0,18
<i>B. bilineatus</i> ~Temperatura da região (°C)	0,36	0,13	2,87	0,00	
Floresta Estadual do Mogno			T		
Intercepto	0,60	0,10	5,87	0,00	0,17
<i>B. atrox</i> ~Temperatura da região (°C)	0,23	0,10	2,23	0,04	
			Z		
Intercepto	-2,97	1,21	-2,45	0,01	0,17
<i>B. bilineatus</i> ~Precipitação (mm/mês)	-1,48	1,32	-1,12	0,26	
Intercepto	-0,9287	0,3696	-2,513	0,01	0,15
<i>B. brazili</i> ~Precipitação (mm/mês)	0,48	0,27	1,77	0,08	
Intercepto	-46,22	74621,21	-0,001	1,00	0,79
<i>B. taeniatus</i> ~Precipitação (mm/mês)	16,59	26788,08	0,001	1,00	
Intercepto	-2,29	0,76	-3,03	0,00	0,23
<i>Lachesis muta</i> ~Temperatura região (°C)	-0,82	0,47	-1,76	0,08	

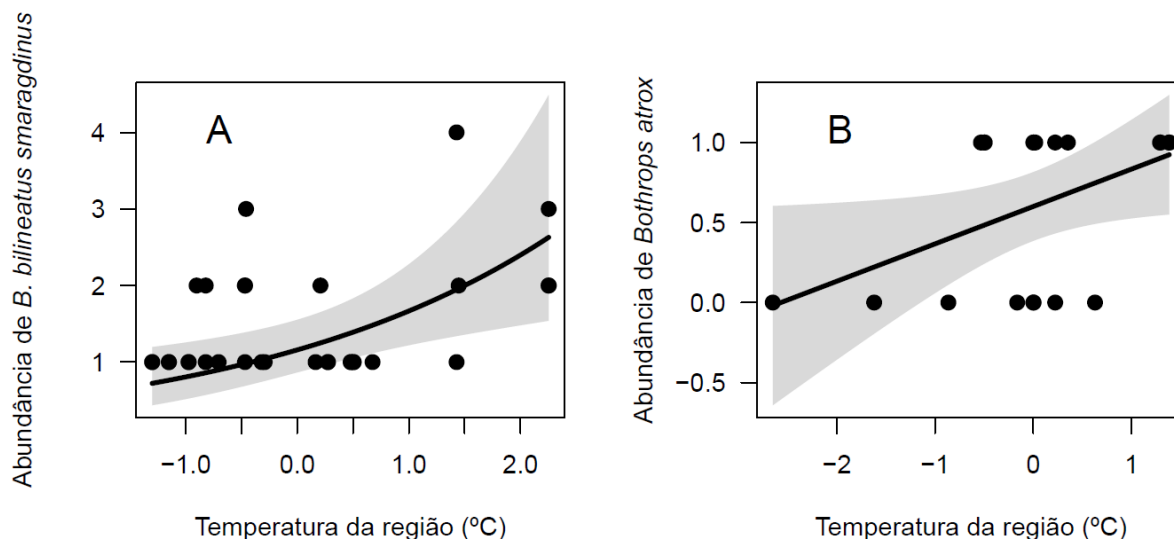


Figura 6. Gráficos das variáveis significativas dos modelos de GLMs selecionados para as espécies de Viperidae entre agosto de 2021 a julho de 2023. A) abundância de *B. bilineatus smaragdinus* amostrada na ARIE; B) abundância de *Bothrops atrox* amostrada na FEM.

SAZONALIDADE E DISPONIBILIDADE DE PRESAS

Na ARIE, a maioria dos espécimes de *B. atrox* foi registrada durante o período chuvoso (N = 14) e a maioria dos indivíduos de *B. b. smaragdinus* durante a estação seca (N = 36). No período chuvoso registramos na FEM sete espécimes de *B. atrox*, seis de *B. brazili*, dois de *L. muta*, um de *B. b. smaragdinus* e um de *B. taeniatus*. Durante a estação seca registramos cinco espécimes de *B. atrox* e três de *B. brazili*, enquanto as espécies *B. b. smaragdinus* e *L. muta* tiveram apenas um indivíduo registrado nesse período.

Um total de 1413 espécimes (S = 57 espécies) de anfíbios e 217 espécimes (S = 26 espécies) de lagartos foi registrado na FEM. As três espécies de anfíbios mais abundantes foram *Ameerega macero* (Figura 7A) que correspondeu a 30,6% dos espécimes registrados, *Ameerega trivittata* (Figura 7B) a 12,5% e *Oreobates quixensis* a 7,5%. A abundância de anfíbios registrada durante o período chuvoso foi maior (N = 785 espécimes) que no período seco (N = 628), enquanto a abundância de lagartos foi maior durante o período seco (N = 120) e menor no período chuvoso (N = 97). As três espécies mais abundantes de lagartos foram *Anolis trachyderma* (Figura 8A), que correspondeu a 31,3% dos espécimes registrados, *Anolis tandai* (15,6%) e *Anolis fuscoauratus* (10,5%).

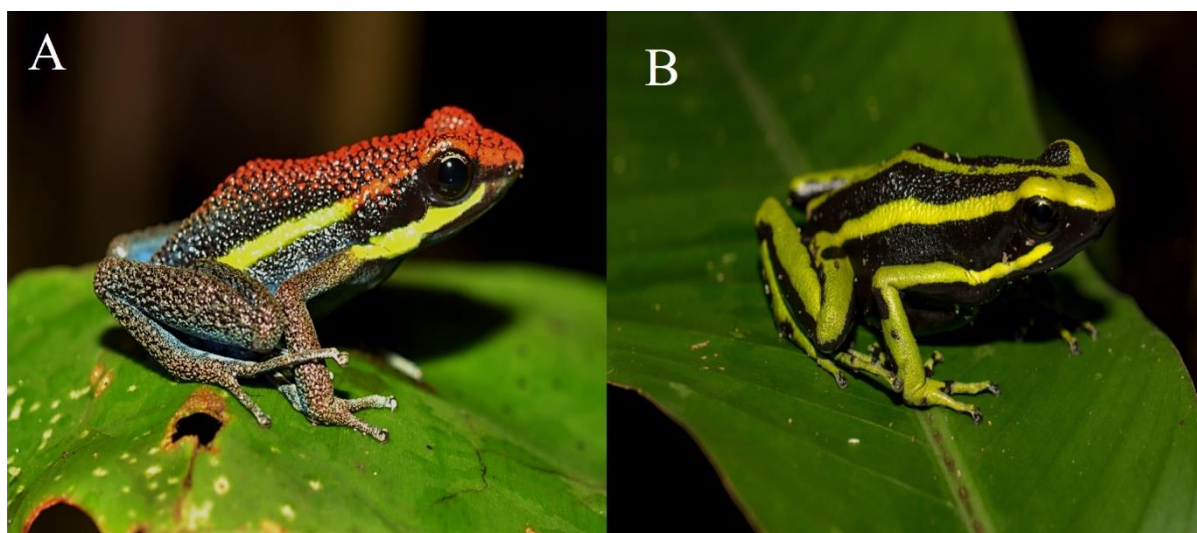


Figura 7. Espécies de anfíbios mais abundantes na FEM: *Ameerega macero* (A) e *Ameerega trivittata* (B).

Na ARIE foram registrados 1373 espécimes de anfíbios ($S = 55$) e 114 espécimes de lagartos ($S = 12$). As três espécies de anfíbios mais abundantes foram *O. lepieurii*, que correspondeu a 36,1% dos espécimes registrados, *Rhinella* gr. *margaritifera* (14,6%) e *Osteocephalus taurinus* (Figura 8B) (11,5%). As três espécies mais abundantes de lagartos foram *A. fuscoauratus*, que correspondeu a 24,5% dos espécimes registrados, *Gonatodes humeralis* (17,5%) e *A. trachyderma* (14,9%). A abundância de anfíbios registrada durante o período chuvoso foi de 729 espécimes e no período seco 644, enquanto a abundância de lagartos foi de 62 espécimes durante o período de seca e 52 durante o período chuvoso.



Figura 8. A) *Anolis trachyderma*, espécie de lagarto mais abundante na FEM; B) *Osteocephalus taurinus*, uma das espécies de anfíbios mais abundantes na ARIE.

ANÁLISE DE CONTEÚDO ESTOMACAL

Um total de 69 espécimes de serpentes foi coletado nas duas localidades e, apenas 15 indivíduos apresentavam conteúdo estomacal (Tabela 4). O conteúdo estomacal de nove

espécimes de *B. atrox* correspondeu a lagartos (N = 4; 44,4%), mamíferos (N = 3; 33,3%) e anfíbios (N = 2; 22,2%). O conteúdo estomacal de seis espécimes de *B. b. smaragdinus* correspondeu a anfíbios (N = 5; 83,3%) e mamíferos (N = 1; 16,7%).

Na FEM cinco espécimes de *B. atrox* apresentavam conteúdo estomacal (lagartos, N = 3; mamífero, N = 1; anfíbio, N = 1) e um espécime de *B. b. smaragdinus* apresentou resquícios de pelos (mamífero). Na ARIE, quatro espécimes de *B. atrox* apresentaram conteúdo estomacal (mamíferos, N = 2; anfíbio, N = 1; lagarto, N = 1), enquanto cinco espécimes de *B. b. smaragdinus* apresentaram em seu conteúdo estomacal anfíbios Hylidae dos gêneros *Boana* (N = 1) e *Osteocephalus* (N = 4).

Tabela 4. Registro de hábitos alimentares encontrados nas serpentes coletadas na FEM (*) e ARIE. N = quantidade de serpentes com o respectivo conteúdo estomacal.

Espécie	N	Conteúdo Estomacal – Observação
<i>Bothrops atrox</i>	1*	<i>Kentropyx pelviceps</i> – (Lagartos - Teiidae)
	1*	<i>Thecadactylus solimoensis</i> – (Lagartos - Phyllodactylidae)
	1*	<i>Gonatodes humeralis</i> – (Lagartos - Sphaerodactylidae)
	1	<i>Anolis</i> sp. – (Lagartos - Anolidae)
	2 (1*)	Resquícios de pelos – (Mammalia)
	1	<i>Scinax ruber</i> – (Amphibia - Hylidae)
	1*	<i>Leptodactylus</i> sp. – (Amphibia - Leptodactylidae)
	1*	Resquícios de pelos – (Mammalia)
<i>Bothrops bilineatus</i>	1	<i>Boana geographica</i> – (Amphibia - Hylidae)
	4	<i>Osteocephalus taurinus</i> – (Amphibia - Hylidae)

DISCUSSÃO

Os viperídeos corresponderam a 40,5% do total de serpentes registradas na floresta de várzea (N = 180), enquanto na terra firme estes corresponderam a 17,5% (N = 154). As serpentes Viperidae são responsáveis pela maioria dos acidentes na região do Alto Juruá (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019a) e RODRIGUES *et al.* (2023) durante estudos etnobiológicos em comunidades, registraram maior proporção de pessoas com histórico de picadas por serpentes que desenvolvem atividades em floresta de várzea em comparação com localidades de terra firme nessa região. De forma semelhante ao estudo de SILVA *et al.* (2020) conduzido anteriormente na mesma mata de várzea e que registraram 54% de serpentes peçonhentas do total amostrado, esse estudo também corroborou essa maior abundância nesse ecossistema, o que provavelmente deve contribuir para um maior risco de acidente ofídico nessas áreas. Além disso, devido a maior abundância de açai (*Euterpe precatoria*) nos ecossistemas de várzea, durante a atividade de extrativismo os coletores ficam mais vulneráveis ao encontro do

viperídeo arborícola *B. b. smaragdinus* e de serem picados por esta serpente (MOTA-DASILVA *et al.*, 2019b; SILVA *et al.*, 2020).

A serpente *B. b. smaragdinus* foi a espécie mais encontrada na floresta de várzea durante a PVLTN, assim como observado anteriormente nessa localidade (TURCI *et al.*, 2009; FONSECA *et al.*, 2019). A taxa de encontro dessa espécie (0,05 serpentes por hora) foi maior do que a de *B. atrox* (0,02 serpentes por hora), que é a espécie de viperídeo mais registrada em levantamentos de herpetofauna na região Amazônica (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; FRAGA *et al.*, 2011; MASSELI *et al.*, 2019; FRAZÃO *et al.*, 2020; TURCI *et al.*, 2021; MORAES *et al.*, 2022) e a que mais causa mais acidentes ofídicos nesse bioma (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Bothrops atrox foi a espécie de viperídeo mais abundante na FEM, corroborando estudos realizados anteriormente em outras localidades também de florestas de terra firme (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; TURCI *et al.*, 2021). Os fatores para alta abundância nessa floresta de terra firme (N = 12) e na floresta de várzea (N = 22) estão relacionados provavelmente aos hábitos generalistas relacionados à dieta e ao uso do habitat, uma vez que essa espécie que é capaz de ocupar diferentes tipos de habitats (*e.g.*, florestas de terra firme e de várzea, lavouras, áreas de pastagens, áreas urbanas) e se alimentar de vários tipos de presas (*e.g.*, centopeias, peixes, anfíbios anuros, lagartos, outras serpentes e roedores) (MARTINS *et al.*, 2002; CAMPBELL e LAMAR, 2004; BERNARDE *et al.*, 2017; BISNETO e KAEFER, 2019).

Das seis espécies de viperídeos registradas para o estado do Acre (FONSECA *et al.*, 2024), apenas a espécie *B. hyoprora* não foi registrada durante esse estudo. Esse pequeno viperídeo ocorre em florestas de terra firme e não é tão comum ao longo de sua distribuição geográfica (CAMPBELL e LAMAR, 2004), indicando que a mesma possa ocorrer em menor frequência na localidade do FEM.

As espécies *B. brazili*, *B. taeniatus* e *L. muta* são amplamente distribuídas na Amazônia (NOGUEIRA *et al.*, 2019), mas ocorrem em baixa densidade populacional ao longo de suas distribuições geográficas (MARTINS e OLIVEIRA 1998; BERNARDE e ABE 2006; FRAZÃO *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2022). São espécies relativamente pouco registradas em estudos de herpetofauna (FRAZÃO *et al.*, 2020; FREITAS *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2022) e na FEM essas espécies também foram pouco abundantes, provavelmente em razão da baixa densidade populacional de suas populações (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Assim como observado por OLIVEIRA e MARTINS (2001) e TURCI *et al.* (2009), juvenis de *B. atrox* foram observados utilizando a vegetação (até 1,80 m de altura) durante a

caça de espera, provavelmente uma estratégia para evitar predadores que se deslocam pelo chão das florestas (MARTINS, 1993). Os indivíduos adultos, de maior tamanho e assim menos vulneráveis a predadores do que os filhotes, nesse estudo foram todos encontrados em atividade de caça de espera ou em deslocamento no chão da floresta.

A serpente *B. b. smaragdinus* foi registrada sobre a vegetação na floresta de várzea em atividade utilizando uma altura média de 6,40 m e observada até 18 m (FONSECA *et al.*, 2021). Todos os indivíduos adultos de *B. b. smaragdinus* foram encontrados sobre a vegetação registrados em uma altura média de 5,73, sendo o encontro de um espécime em caça de espera à 20,78 m de altura correspondendo ao maior registro conhecido para essa espécie.

Na Amazônia a maioria das serpentes é encontrada durante a estação chuvosa, devido à maior atividade das espécies e disponibilidade de presas (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006). Nesse estudo *B. b. smaragdinus* foi mais encontrada durante a estação seca, corroborando com o estudo anterior de FONSECA *et al.* (2021), enquanto que indivíduos de *B. atrox* foram mais registrados durante a estação chuvosa, o que é o padrão conhecido para essa espécie de serpente (*e.g.*, OLIVEIRA e MARTINS, 2001).

A maior quantidade de lagartos encontrada nos conteúdos estomacais dos espécimes de *B. atrox* na FEM pode estar relacionada com a maior abundância destes nessa mata de terra firme. Apesar da maior abundância de anfíbios anuros na FEM, parte considerável destes correspondem a dendrobatídeos (46,8%) que são venenosos e não constituem presas usualmente exploradas pelos viperídeos (ver SANTOS *et al.*, 2016).

Em apenas duas espécies de viperídeos, *B. atrox* e *B. b. smaragdinus*, foi registrado informações sobre a dieta durante esse estudo. Na maioria dos juvenis de *Bothrops atrox* (5 indivíduos; 83,33%) foram encontradas presas ectotérmicas (anfíbios anuros e lagartos) e, nos adultos (2; 66,66%) roedores, demonstrando a conhecida mudança ontogenética na dieta dessa espécie (*e.g.*, MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BISNETO e KAEFER, 2019).

Nesse estudo foi encontrado presas apenas em seis indivíduos adultos de *Bothrops b. smaragdinus*, sendo que a maioria (83,33%) apresentou anfíbios (4 *Osteocephalus taurinus* e 1 *Boana geographica*), denotando que hilídeos do gênero *Osteocephalus* perfazem importante parte da dieta dessa serpente na floresta de várzea (FONSECA *et al.*, 2021). Anfíbios representando parte significativa da dieta de indivíduos adultos de *B. b. smaragdinus* explicam o comportamento de engodo caudal tão observado nessa espécie também durante a fase adulta (FONSECA *et al.*, 2019; esse estudo). Nessa localidade, anfíbios do gênero *Osteocephalus* foram as principais espécies encontradas no conteúdo estomacal de *B. b. smaragdinus* (FONSECA *et al.*, 2019; 2021; esse estudo) e são anfíbios abundantes no sobosque da floresta

de várzea durante a estação seca, o que deve ser um dos fatores importantes para o maior encontro dessa serpente durante a procura noturna durante esse período (FONSECA *et al.*, 2021; esse estudo). Na floresta de várzea foram registrados 664 indivíduos (48,2% do total de anfíbios) de *Osteocephalus* spp., enquanto que na terra firme foram apenas 67 indivíduos (4,7% do total de anfíbios), sendo provavelmente a menor disponibilidade desse tipo de presa um fator importante para a menor ocorrência de *B. b. smaragdinus* na floresta de terra firme.

CONCLUSÃO

A floresta de várzea apresenta maior abundância de viperídeos em comparação com a de terra firme, o que deve ser um dos fatores para maior risco de acidente ofídico em pessoas que desenvolvem atividades nessas florestas.

Na floresta de terra firme é encontrada uma maior riqueza de espécies, entretanto, a mata de várzea apresenta uma maior abundância de espécimes de viperídeos. *Bothrops atrox* é a serpente Viperidae mais abundante nas florestas amazônicas e a mais abundante na floresta de terra firme, porém, na várzea, a espécie *B. b. smaragdinus* é a mais frequente. As espécies *B. brazili*, *B. taeniatus* e *L. muta* foram pouco abundantes na floresta de terra firme e ausentes na de várzea. Indivíduos de *B. atrox* foram mais encontrados durante a estação chuvosa, enquanto que de *B. b. smaragdinus* durante a seca.

Anfíbios hilídeos do gênero *Osteocephalus* perfazem parte importante da dieta de *B. b. smaragdinus* e sua abundância no sub-bosque na mata de várzea durante a estação seca deve ser importante fator responsável pelo maior encontro dessa serpente durante esse período. A menor disponibilidade de anfíbios *Osteocephalus* na mata de terra firme, em comparação com a de várzea, deve ser um importante fator para a menor ocorrência de *B. b. smaragdinus* na FEM.

A ausência da Jararaca-nariguda (*B. hyoprora*) na FEM não confirma a não ocorrência da espécie nessa área, uma vez que seu pequeno tamanho e sua coloração críptica facilitam a sua camuflagem em meio ao chão da floresta, dificultando seu registro. Isso indica a necessidade de novos estudos para confirmar a presença da espécie nessa área.

São necessários mais estudos utilizando outras metodologias, como radiotelemetria, para estudar o deslocamento dessas serpentes nos habitats e uma melhor compreensão da diversidade nesses dois ecossistemas, principalmente as espécies raras e menos abundantes. Esses estudos poderão contribuir ainda mais para uma melhor compreensão da distribuição e ocorrência das espécies Viperidae entre esses ecossistemas, fornecendo subsídios para ações de manejo e conservação das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. **Guia para o uso da terra acreana com sabedoria: Resumo educativo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre: fase II (escala 1: 250.000)**. Rio Branco, Brasil, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Acre, 2010.

AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 646-652, 2005.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Portal HidroWeb**. 2024. <https://www.snirh.gov.br/hidroweb>. Acesso: 10/06/2024.

BEJA, P.; SANTOS, C.D.; SANTANA, J.; PEREIRA, M.J.; MARQUES, J.T.; QUEIROZ, H. L. *et al.* Seasonal patterns of spatial variation in understory bird assemblages across a mosaic of flooded and unflooded Amazonian forests. **Biodiversity and conservation**, v. 19, n. 1, p. 129-152, 2010.

BERNARDE, P.S.; ABE, A.S.A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, southwestern Amazon, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, n. 2, p. 102-114, 2006.

BERNARDE, P.S.; TURCI, L.C.B.; MACHADO, R.A. **Serpentes do Alto Juruá, Acre - Amazônia Brasileira**, 1 ed. Rio Branco, Edufac, 2017. p. 165.

BISNETO, P.F.; KAEFER, I.L. Reproductive and feeding biology of the common lancehead *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae) from central and southwestern Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 2, p. 105-113, 2019.

BOBROWIEC, P.E.D.; ROSA, J.S.; GAZARINI, J.; HAUGAASEN, T. Phyllostomid bat assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. **Biotropica**, v. 46, n. 3, p. 312-321, 2014.

BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. Practical use of the information-theoretic approach. *In: Model selection and inference*. New York, Springer, 1998. p.p. 75-117.

CALCAGNO, V.; MAZANCOURT, C. glmulti: An R Package for Easy Automated Model Selection with (Generalized) Linear Models. **Journal of Statistical Software**, v. 34, n. 12, p. 1-29, 2010.

CAMPBELL, J.A.; LAMAR, W.W. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Ithaca, Cornell University Press, 2004. p. 976.

COSTA, H.C.M.; PERES, C.A.; ABRAHAMS, M.I. Seasonal dynamics of terrestrial vertebrate abundance between Amazonian flooded and unflooded forests. **PeerJ**, v. 6, p. e5058, 2018.

DALY, D.C.; SILVEIRA, M. Aspectos florísticos da Bacia do Alto Juruá: história botânica, peculiaridades, afinidades e importância para a conservação. *In: CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (Org.). Enciclopédia da Floresta: O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações*. 1 ed. São Paulo, Companhia das Letras, 2002. p.p. 53-63.

DEBIEN, I.V.; WALDEZ, F.; MENIN, M. Diversity of reptiles in flooded and unflooded forests of the Amanã Sustainable Development Reserve, central Amazonia. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 1051-1065, 2019.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; BERNARDE, P.S. Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 365-374, 2019.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, I.S.; BERNARDE, P.S. Habitat Use and Activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Brazilian Amazon (Serpentes: Viperidae). **Herpetology Notes**, v. 14, p. 567-580, 2021.

FONSECA, W.L.; ALMEIDA, M.R.N.; MOTA-DA-SILVA, A.; MACHADO, R.A.; MARTINS, M.; BERNARDE, P.S. Vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon: a review. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 17. n. 54, p. 1-17, 2024.

FRAGA, R.; LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E. Mesoscale spatial ecology of a tropical snake assemblage: the width of riparian corridors in central Amazonia. **Herpetological Journal**, v. 21, p. 51-57, 2011.

FRAZÃO, L.; OLIVEIRA, M.E.; MENIN, M.; CAMPOS, J.; ALMEIDA, A.; KAEFER, I.L.; *et al.* Species richness and composition of snake assemblages in poorly accessible areas in the Brazilian Amazonia. **Biota Neotropica**, v. 20, n.1, p. e20180661, 2020.

FREITAS, M.A.; VENÂNCIO, N.M.; ABEGG, A.D.; AZEVEDO, W.S.; PEREIRA, V.O.; ZANOTTI, A.P.; *et al.* Herpetofauna at the Rio Acre Ecological Station, Amazon Rainforest, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 13, p. 33-48, 2020.

GASCON, C. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rain forest. **Biotropica**, v. 28, n. 1, p. 136-140, 1996.

HARTIG, F. **DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/ Mixed) Regression Models**. R package version 0.4.5. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/DHARMA/vignettes/DHARMA.html>. Acesso em: 28/06/2024.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. Ecologia e história natural de uma taxocenose de serpentes no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, no Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p.173-184, 2009.

HAUGAASEN, T.; PERES, C.A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazonia, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 25-35, 2006.

HUBBELL, S.P.; HE, F.; CONDIT, R.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; KELLNER, J.; STEEGE, H.T. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **PNAS**, v. 105, p. 11498-11504, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas territoriais**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html>. Acesso em: 19/01/2024.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 10/06/2024.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. How Many Species Are There in Brazil? **Conservation Biology**, v.19, n. 3, p. 619-624, 2005.

MARTINS, M. 1993. Why do snakes sleep on the vegetation in Central Amazonia? *Herpetol. Rev.* 24(1):83-84.

MARTINS, M.; ARAUJO, M.S.; SAWAYA, R.J.; NUNES, R. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology**, v. 254, p. 529-538, 2001.

MARTINS, M.; MARQUES, O.A.V.; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.W.; HÖGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. (Org.). **Biology of the Vipers**. 1 ed. Eagle Mountain, Eagle Mountain Publishing, 2002. p.p. 307-328.

MARTINS, M.; OLIVEIRA, M.E. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, p. 78-150, 1998.

MASSELI, G.S.; BRUCE, A.D.; SANTOS, J.G.; VINCENT, T.; KAEFER, I.L. Composition and ecology of a snake assemblage in an upland forest from Central Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. e20190080, 2019.

MCTIC. **Normativas do CONCEA para produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica**. 3 ed. Brasília, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2016. p. 386.

MONTEIRO, W.M.; CONTRERAS-BERNAL, J.C.; BISNETO, P.F.; SACHETT, J.; MENDONÇA DA SILVA, I.; LACERDA M.; *et al.* *Bothrops atrox*, the most important snake involved in human envenomings in the amazon: How venomics contributes to the knowledge of snake biology and clinical toxinology. **Toxicon**, v. 23, p. 6:100037, 2020.

MORAES, L.J.C.L.; RAINHA, R.N.; WERNECK, F.P.; OLIVEIRA, A.F.S.; GASCON, C.; CARVALHO, V.T. Amphibians and reptiles from a protected area in western Brazilian Amazonia (Reserva Extrativista do Baixo Juruá). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 62, p. e202262054, 2022.

MOTA-DA-SILVA, A.; COLOMBINI, M.; MOURA-DA-SILVA, A.M.; SOUZA, R.M.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. Ethno-knowledge and attitudes regarding snakebites, in the Alto Juruá region, western Brazilian Amazonia. **Toxicon**, v. 171, p. 66-77, 2019a.

MOTA-DA-SILVA, A.; SACHETT, J.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. Extractivism of palm tree fruits: A risky activity because of snakebites in the state of Acre, Western Brazilian Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 52, p. e-20180195, 2019b.

MOTA-DA-SILVA, A.; COLOMBINI, M.; MOURA-DA-SILVA, A.M.; SOUZA, R.M.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. Epidemiological and clinical aspects of snakebites in the upper Juruá River region, western Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 50, n. 1, p. 90-99, 2020.

MYSTER, R.W. The physical structure of forests in the Amazon Basin: a review. **The Botanical Review**, v. 82, n. 4, p. 407-427, 2016.

NCEI - NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION. **Past Weather**. 2024. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov>. Acesso em: 10/06/2024.

NOGUEIRA, C.C.; GONZALEZ, R.C.; GUEDES, T.; HOOGLMOED, M.S.; MARQUES, O.A.V.; MONTINGELLI, G.G.; *et al.* Atlas of Brazilian Snakes: verified point-locality maps to mitigate the wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology**, v. 4, p. 1-274, 2019.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B. *et al.* **Vegan: community ecology package: ordination, diversity and dissimilarities**. 2ª Version, 2.4-1, 2017, p.p. 295.

OLIVEIRA, M.E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 8, p. 101-110, 2001.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing, 2023.

RODRIGUES, T.S.N.; MOTA-DA-SILVA, A.; JESSICA, G.C.; DUTRA J.S.; GOMES, M.O.; AMARAL, G.L.G.; *et al.* Morbidity survey of the history of snakebites in different communities in the alto Juruá, western Brazilian Amazon. **Toxicon**, v. 224, p. 107033, 2023.

SANTOS, J.C.; TARVIN, R.D.; O'CONNELL, L.A. A review of chemical defense in poison frogs (Dendrobatidae): ecology, pharmacokinetics, and autoresistance. *In*: BUESCHING, C. (Eds.). **Chemical signals in vertebrates**. 13th ed. Cham: Springer; 2016. p. 305-37.

SAWAYA, R.J.; MARQUES, O.A.V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 127-148, 2008.

SILVA, J.L.; FONSECA, W.L.; MOTA-DA-SILVA, A.; AMARAL, G.L.G.; ORTEGA, G.P.; OLIVEIRA, A.S.; *et al.* Venomous snakes and people in a floodplain forest in the Western Brazilian Amazon: Potential risks for snakebites. **Toxicon**, v. 187, p. 232-244, 2020.

SILVEIRA, M.; TOREZAN, J.M.D.; DALY, D.C. Vegetação e diversidade arbórea da região do Alto Juruá. *In*: CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (Org.). **Enciclopédia da Floresta: O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações**. 1 ed. São Paulo, Companhia das Letras, 2002, p.p. 65-75.

TURCI, L.C.B.; ALBUQUERQUE, S.; BERNARDE, P.S.; MIRANDA, D.B. Uso do hábitat, atividade e comportamento de *Bothriopsis bilineatus* e de *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) na floresta do Rio Moa, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 197-206, 2009.

TURCI, L.C.B.; MACHADO, R.A.; BERNARDE, P.S. Snake assemblage in a “terra firme” forest in the Upper Juruá region, western Brazilian Amazon. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 1, p. 203-221, 2021.

URZEDO, D.I.; NEILSON, J.; FISHER, R.; JUNQUEIRA, R.G.P. A global production network for ecosystem services: The emergent governance of landscape restoration in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 61, p. 1-13, 2020.

WALDEZ, F.; MENIN, M.; VOGT, R.C. Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 300-316, 2013.

ZANELLA, N.; CECHIN, S.Z. Taxocenose de serpentes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 211-217, 2006.

APÊNDICE

Espécimes coletados na FEM durante o período de estudo (n = 27):

Bothrops atrox (n = 15): UFACF 4521, 4546, 4547, 4644, 4651, 4661, 4681, 4682, 4684, 4692, 4698, 4722, 4733, 4834, 4853.

Bothrops bilineatus smaragdinus (n = 1): UFACF 4732.

Bothrops brazili (n = 10): UFACF 4650, 4687, 4714, 4825, 4826, 4839, 4840, 4844, 4845, 4854.

Bothrops taeniatus (n = 1): UFACF 4827.

Espécimes coletados na ARIE durante o período de estudo (n = 42):

Bothrops atrox (n = 19): UFACF 4628, 4668, 4669, 4673, 4675, 4676, 4699, 4707, 4716, 4717, 4718, 4720, 4754, 4760, 4771, 4805, 4830, 4835, 4850.

Bothrops bilineatus smaragdinus (n = 23): UFACF 4600, 4603, 4604, 4605, 4615, 4622, 4623, 4624, 4625, 4721, 4749, 4762, 4764, 4765, 4772, 4807, 4808, 4812, 4813, 4814, 4815, 4816, 4841.

6 CAPÍTULO III

Atividade e uso do habitat da serpente *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) em uma floresta de várzea no Oeste da Amazônia brasileira

RESUMO

Informações básicas sobre a história natural das espécies são essenciais para estudos de biologia evolutiva e ecologia, além de serem fundamentais para desenvolver estratégias de conservação. Assim, este estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a atividade da serpente *Bothrops atrox* em uma floresta de várzea no oeste da Amazônia brasileira. Após um esforço amostral de 816 horas de Procura Visual Limitada por Tempo Noturna, foram realizadas 28 observações de 27 indivíduos, dos quais 16 eram adultos e 11 juvenis. A taxa de encontro de *B. atrox* foi de uma serpente a cada 30 horas de procura e, a maioria dos indivíduos amostrados foi registrada durante a estação chuvosa (74%). *Bothrops atrox* representou 20,8% das serpentes amostradas, de um total de 130 espécimes de 21 espécies, sendo a segunda mais frequente. As diferenças ecológicas e morfológicas entre as espécies congêneras *B. atrox* e *B. bilineatus smaragdinus* nesta floresta de várzea, bem como a disponibilidade de recursos, provavelmente influenciam sua abundância local. Esses fatores também podem ajudar a minimizar a competição interespecífica entre as duas espécies.

Palavras-chave: Alto Juruá; Crotalinae; Reptilia; Squamata.

ABSTRACT

Basic information on the natural history of species is essential for evolutionary biology and ecology studies, as well as for developing conservation strategies for species in a given area. Thus, this study aimed to provide information on the activity of the snake *Bothrops atrox* in a várzea forest in the western Brazilian Amazon. After a sampling effort of 816 hours of Nocturnal Time-Constrained Visual Search, we made 28 observations of 27 individuals, of which 16 were adults and 11 juveniles. The encounter rate of *Bothrops atrox* was one snake every 30 hours of search, and most individuals were recorded during the rainy season (74%). *B. atrox* represented 20,8% of the sampled snakes, out of a total of 130 specimens from 21 species, being the second most frequent. The ecological and morphological differences between the congeneric species *B. atrox* and *B. bilineatus smaragdinus* in this várzea forest, as well as

the availability of resources, likely influence their local abundance. These factors may also help minimize interspecific competition between the two species.

Keywords: Alto Juruá; Crotalinae; Reptilia; Squamata.

INTRODUÇÃO

As serpentes são um grupo diversificado de vertebrados terrestres da ordem Squamata, atualmente com 4108 espécies conhecidas (UETZ *et al.*, 2024). Informações básicas sobre história natural das espécies são fundamentais para estudos sobre biologia evolutiva e ecologia (GREENE, 1997; MARTINS e OLIVEIRA, 1998) e com a velocidade em que áreas de florestas na Amazônia estão sendo destruídas, o aumento do conhecimento sobre a ecologia das espécies é fundamental para futuras ações de manejo e conservação das espécies (MARTINS e OLIVEIRA, 1998).

A família Viperidae é representada por serpentes peçonhentas com distribuição por quase todas as partes do mundo, exceto na Austrália, região Ártica do centro-norte do Canadá e na Antártica, e ao sul da Argentina (CAMPBELL e LAMAR, 2004). O gênero *Bothrops* Wagler, 1824, inclui 48 espécies com ocorrência desde o México à Argentina (UETZ *et al.*, 2024) e no Brasil, são registradas 30 espécies (GUEDES *et al.*, 2023). Essas serpentes são capazes de ocupar diferentes tipos de habitats, desde florestas a ambientes antropizados (MARTINS *et al.*, 2001), e são as principais espécies causadoras de acidentes ofídicos no Brasil (CAMPBELL e LAMAR, 2004).

Alguns estudos realizados com serpentes deste gênero focaram a atividade e o uso do habitat das espécies (*e.g.*, SAZIMA, 1988; OLIVEIRA e MARTINS, 2001; NOGUEIRA *et al.*, 2003; WASKO e SASA, 2012; LEÃO *et al.*, 2014; FONSECA *et al.*, 2021). As informações sobre a história natural das espécies, por exemplo, dieta, uso do habitat, reprodução e período de atividade, são fundamentais para a realização e desenvolvimento de estratégias de conservação de espécies que ocorrem em uma determinada área (SAWAYA *et al.*, 2008). Além disso, no caso de serpentes Viperidae, essas informações podem auxiliar na compreensão e nas circunstâncias em que os acidentes ofídicos ocorrem (SAZIMA, 1988; OLIVEIRA e MARTINS, 2001).

A jararaca *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) é uma espécie amplamente distribuída na Bacia Amazônica (NOGUEIRA *et al.*, 2019) e a principal causadora de acidentes ofídicos nessa região (MONTEIRO *et al.*, 2020). Essa serpente, predominantemente noturna, pode ser encontrada em atividade durante o período diurno e ocorre principalmente em áreas florestadas, podendo ser encontrada também em áreas abertas e ambientes antropizados (OLIVEIRA e

MARTINS, 2001). Apresenta tamanho moderado, atingindo até 2,10 metros de comprimento (PALMEIRIM *et al.*, 2021). Os adultos são geralmente encontrados no chão das florestas, enquanto os juvenis podem ser encontrados em atividade de caça ou em deslocamento sobre a vegetação (MARTINS e OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2009).

Devido sua ampla distribuição e relativa facilidade de registro na natureza em comparação com outras serpentes da família Viperidae na Amazônia, *B. atrox* é um bom modelo para estudos sobre uso do habitat e atividade da espécie (FRAGA *et al.*, 2013). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a atividade e uso do habitat da serpente *Bothrops atrox* em uma floresta de várzea no oeste da Amazônia brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em floresta de várzea na Área de Relevante Interesse Ecológico Japiim Pentecoste (07° 37' 29,5 S; 72° 47' 22,6 W), no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre, oeste da Amazônia brasileira (Figura 1). O clima da região é considerado tropical, quente e úmido, com temperatura média anual de 24 °C. Os meses de junho a setembro correspondem ao período mais seco do ano, e a precipitação anual varia entre 1.140 e 2.700 milímetros (ACRE, 2010).

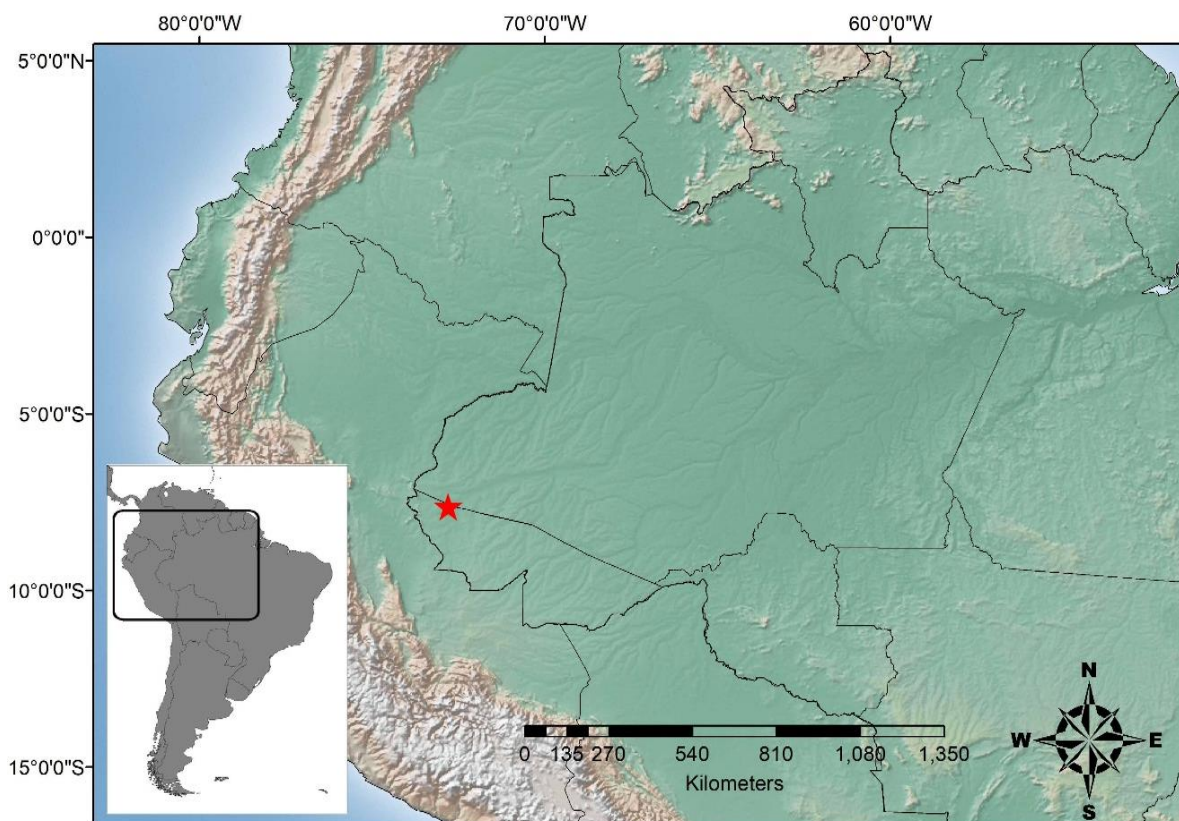


Figura 1. Localização da Área de Relevante interesse Ecológico (ARIE) Japiim Pentecoste, em Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil.

A ARIE Japiim Pentecoste é sazonalmente inundada por influência do rio Moa, e a vegetação é caracterizada como floresta aluvial aberta com palmeiras (ACRE, 2010). O dossel florestal apresenta árvores com altura média de aproximadamente 20 m com algumas espécies emergentes atingindo altura máxima de cerca de 35 m. O dossel é fechado, composto principalmente por indivíduos do gênero *Brosimum* (Moraceae), *Enterolobium* (Fabaceae) e *Virola* (Myristicaceae). A maioria das árvores de grande porte apresenta raízes tabulares (sapopembas), comuns em espécies que ocorrem em solos instáveis e que sofrem influência das cheias durante um período do ano (TURCI *et al.*, 2009). O sub-bosque apresenta uma grande abundância de Poaceae, *Astrocaryum* (Arecaceae), arvoretas e pouca abundância de ervas (Heliconiaceae, Marantaceae e Costaceae). A vegetação apresenta-se pouco abundante para representantes da família Arecaceae (Palmeiras), sendo observados alguns indivíduos das espécies *Euterpe precatoria*, *Iriartella stenocarpa* e *Bactris* sp. (MIRANDA *et al.*, 2015).

COLETA DE DADOS

O estudo foi realizado por quatro pesquisadores, em três trilhas (uma de 800 m e duas de 600m) entre abril de 2018 a março de 2019. As amostragens foram realizadas no período noturno, das 18:00 às 22:00 horas, utilizando o método de Procura Visual Limitada por Tempo

Noturna (PVLTN). Esse método consiste no deslocamento a pé lentamente ao longo de um transecto em busca de serpentes visivelmente expostas, e permite a coleta de informações sobre a atividade e a localização dos animais no habitat (CAMPBELL e CHRISTMAN, 1982).

Durante o período de estudo foram realizadas 68 horas mensais de PVLTN, totalizando 816 horas de amostragem. Na trilha I (800 m), a amostragem foi realizada no período de três horas, sendo que cada dupla percorria 400 m. As trilhas II e III foram amostradas simultaneamente por cada dupla, no período de quatro horas. Na trilha I as serpentes não foram capturadas, sendo apenas observadas para possíveis registros de eventos de história natural, enquanto nas trilhas II e III, todos os espécimes encontrados foram coletados. Os espécimes-testemunhos (Licença de coleta SISBIO 12.178) foram depositados na Coleção Herpetológica da UFAC Campus Floresta (MC06, MC07, MC28, MC29, MC31, MC32, MC38).

As serpentes quando encontradas foram observadas durante cinco minutos para registro de sua atividade. As seguintes informações foram registradas: horário do encontro, substrato utilizado e atividade (caça, movendo-se ou em repouso), inferida a partir da postura de cada serpente observada (ver OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2009). As coordenadas de cada indivíduo registrado foram obtidas utilizando um GPS portátil Garmin GPSMAP 65. Indivíduos com o comprimento rostro-cloacal de até 75 cm foram considerados juvenis (SILVA *et al.*, 2017). Para obter mais informações sobre o tamanho dos indivíduos de *Bothrops atrox*, foram aproveitados nesse estudo alguns espécimes que foram encontrados ocasionalmente e alguns causadores de acidentes ofídicos que foram recebidos no Hospital do Juruá durante o período dessa pesquisa.

ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram organizados e submetidos a uma análise descritiva, que incluiu a apuração de frequências simples e absolutas, percentuais, e medidas descritivas para as variáveis estudadas. Os resultados foram organizados em tabelas para facilitar melhor a compreensão e interpretação.

RESULTADOS

Foram realizadas 28 observações de 27 indivíduos em uma floresta de várzea, representando 20,8% do total de serpentes registradas (21 espécies). Desses indivíduos, 16 eram adultos e 11 eram juvenis (Figuras 2 e 3). A sexagem foi possível para 20 indivíduos, sendo 11 (55%) foram machos e nove (45%) fêmeas. Sete indivíduos foram colecionados das trilhas II e III (Tabela I). A taxa de encontro foi de 1 indivíduo a cada 30 horas ou 0,03 serpente por hora,

sendo a maioria registrada durante a estação chuvosa (20 espécimes; 74%) e na trilha 1, próxima a dois lagos (Figura 2).



Figura 2. Distribuição dos espécimes de *Bothrops atrox* registrados nas três trilhas durante o período de estudo na ARIE Japiim Pentecoste em Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil.

O tamanho dos espécimes registrados na floresta de várzea variou de 30 cm a 131 cm ($\bar{x} = 80,17$ cm), sendo os juvenis de 30 cm a 57,9 cm ($\bar{x} = 41,1$ cm) e os adultos 76 cm a 131 cm ($\bar{x} = 104,9$ cm). As fêmeas adultas variaram entre 76 cm e 131 cm ($\bar{x} = 102,2$ cm) e os machos adultos de 80 cm a 130 cm ($\bar{x} = 109$ cm). Analisando apenas os espécimes coletados nesse estudo juntamente com os obtidos em encontros ocasionais e causadores de acidentes ofídicos (Tabela 1), observamos que as fêmeas são maiores (até 165 cm) que os machos (até 100 cm).

Dos 11 juvenis registrados, 7 (63,6%) apresentaram a ponta da cauda castanha e 4 (36,4%) branca (Figura 3). Os espécimes foram observados se deslocando em 16 ocasiões e caçando de espera em 12 ocasiões. Dois indivíduos machos foram observados em comportamento de combate (registro publicado anteriormente em FONSECA *et al.*, 2022).

Durante o deslocamento, a maioria dos espécimes (12 indivíduos) foi observado no chão e dois, um juvenil (40 cm) e um adulto macho (100 cm), foram registrados se deslocando sobre a vegetação em alturas de 30 cm e 1,50 m, respectivamente.

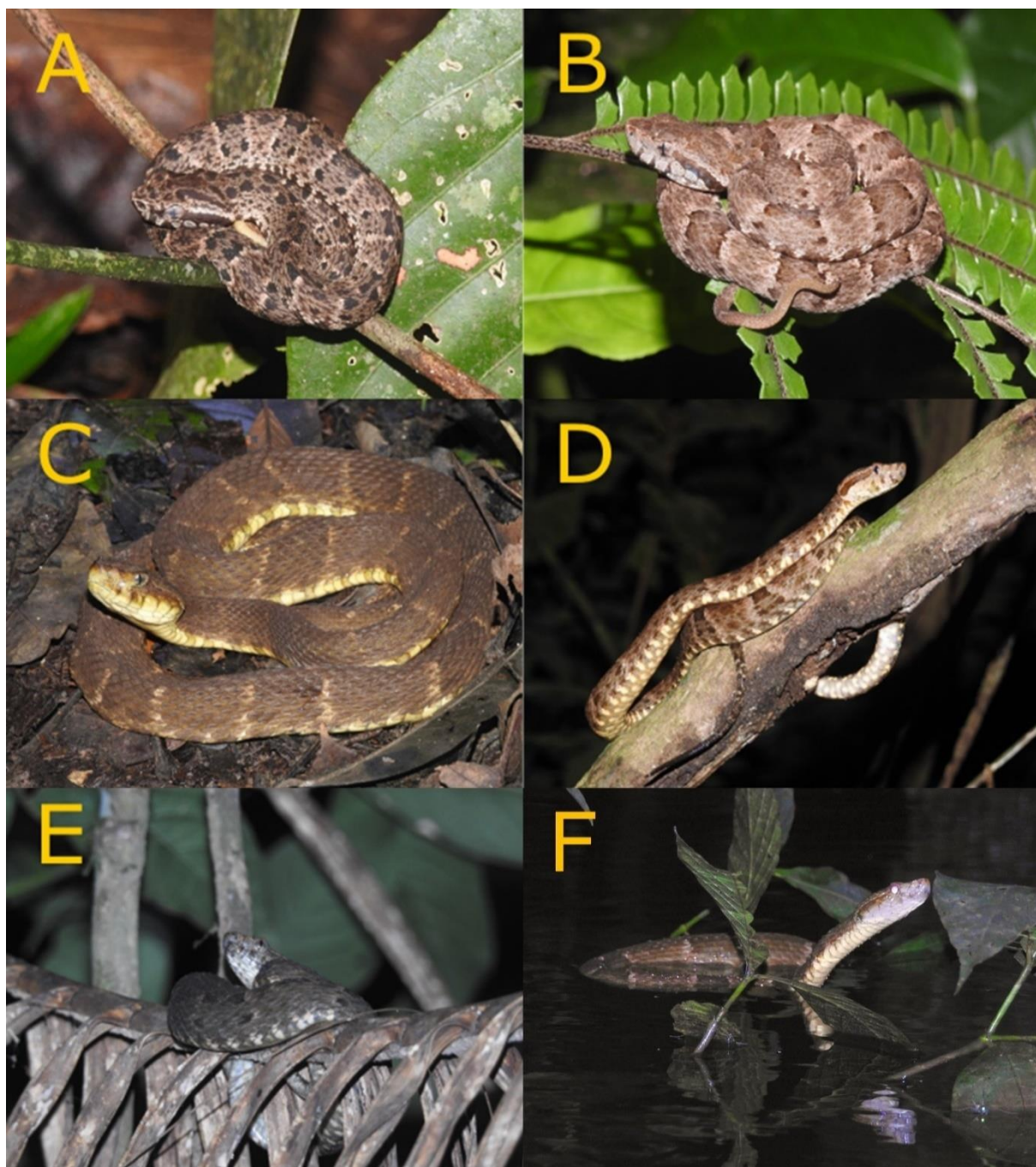


Figura 3. Fotografias de alguns espécimes de *Bothrops atrox* na floresta de várzea: A) Juvenil com ponta da cauda clara caçando de espera sobre a vegetação; B) Juvenil com ponta da cauda castanha caçando de espera sobre a vegetação; C) Adulto caçando de espera no chão; D) Adulto se movendo sobre a vegetação à 1,50 m de altura; E) Adulto caçando de espera sobre vegetação à 4,10 m de altura; F) Juvenil se deslocando sobre água na trilha inundada. Fotos A e B: Paulo Bernarde. Fotos C – F: Wirven Lima da Fonseca.

Dos indivíduos juvenis observados em caça de espera ($n = 5$), três foram registrados sobre a vegetação em alturas de 30 a 60 cm e dois no chão. A maioria ($n = 5$) dos espécimes adultos observado em atividade de caça de espera estavam no chão. Dois indivíduos adultos (76 cm e 100 cm) foram observados caçando de espera sobre a vegetação em alturas de 2,50 m e 4,10 m, respectivamente (Figura 3).

Durante o período desse estudo foram obtidos 21 espécimes procedentes da amostragem dessa pesquisa ($n = 7$; 36 cm – 131 cm; $\bar{x} = 80,24$ cm), que causaram acidentes ofídicos ($n = 11$; 25,5 cm – 165 cm; $\bar{x} = 48,13$ cm) e encontros ocasionais ($n = 3$; 66 cm – 161 cm; $\bar{x} = 98,5$ cm) (Tabela 1). Os espécimes menores (25,5 cm a 50 cm) foram responsáveis pela metade dos acidentes ofídicos (54,5%), enquanto nesse estudo eles perfizeram 28,5% (espécimes coletados e observados).

Tabela 1: Dados de tamanho, peso e sexo dos espécimes coletados nesse estudo e em encontros ocasionais e responsáveis por acidentes ofídicos durante o período dessa pesquisa.

Espécime	Comprimento Total (cm)	Comprimento da Cauda (cm)	Peso (gr)	Fonte
Juvenil	25,5	3,9	6	Acidente ofídico
Juvenil	28	4,5	7,5	Acidente ofídico
Juvenil	29	4,8	10	Acidente ofídico
Juvenil	32,5	4,9	9,8	Acidente ofídico
Juvenil	35	4,2	8	Acidente ofídico
Fêmea juvenil	36	4,4	13	Este estudo
Fêmea juvenil	38	5,4	20	Acidente ofídico
Fêmea juvenil	47,6	5,9	18	Este estudo
Fêmea juvenil	57,9	7,9	34	Este estudo
Fêmea juvenil	59	9	40	Acidente ofídico
Fêmea juvenil	66	10,6	66	Encontro ocasional
Fêmea juvenil	68,5	9,4	100	Encontro ocasional
Fêmea adulta	76	10,3	88	Este estudo
Macho adulto	86,2	13,2	120	Este estudo
Macho adulto	87,5	13	150	Acidente ofídico
Fêmea adulta	89	13,3	155	Acidente ofídico
Macho adulto	100	14,2	155	Acidente ofídico
Fêmea adulta	127	18,5	350	Este estudo
Fêmea adulta	131	18,8	450	Este estudo
Fêmea adulta	161	22	1.100	Encontro ocasional
Fêmea adulta	165	21,5	1.100	Acidente ofídico

DISCUSSÃO

A serpente *Bothrops atrox* costuma ser a espécie mais abundante nos estudos sobre comunidades de serpentes (e.g., MARTINS e OLIVEIRA, 1998; FROTA *et al.*, 2005; BERNARDE e ABE 2006; RODRIGUES *et al.*, 2016; MASSELI *et al.*, 2019; Turci e BERNARDE, 2022), podendo corresponder a até 17,5% (SANTOS-COSTA *et al.*, 2015) e 35,9% das espécies registradas (FRAGA *et al.*, 2011). Nesse estudo, *B. atrox* representou 20,8% das serpentes amostradas nessa comunidade de um total de 130 espécimes de 21 espécies, ficando em segundo lugar em termos de frequência de encontros, atrás de *B. bilineatus smaragdinus* com 27% de registros (FONSECA *et al.*, 2021). Entretanto, foram realizadas apenas procuras noturnas, o que deve ter influenciado em menos registros de outras espécies, em especial as diurnas, ou seja, a proporção de *B. atrox* pode ser menor.

A taxa de encontro de *Bothrops atrox* foi de 0,03 serpente por hora (uma serpente a cada 30 horas de procura), sendo maior do que a obtida por MARTINS e OLIVEIRA (1998) na Reserva Ducke (Manaus, AM), uma floresta de terra firme, que foi de 0,02 serpente por hora (uma serpente a cada 50 horas de procura), durante a PVLTN. Uma das vantagens do método de PVLTN, é que permite comparar a taxa de encontro de uma espécie em uma localidade com outra ou então com outra espécie simpátrica. A taxa de encontro da congênica *B. bilineatus smaragdinus* nessa localidade foi de 0,04 serpente por hora (uma serpente a cada 23 horas de procura), maior do que a de *B. atrox* (FONSECA *et al.*, 2021). No estudo de TURCI *et al.* (2009) realizado nessa localidade anteriormente (2008 a 2009), *B. atrox* foi também menos registrada (0,016 serpente por hora ou uma a cada 60 horas de procura) do que *B. bilineatus* (0,03 serpente por hora ou uma a cada 30 horas de procura). Em um estudo sobre comunidade de serpentes realizado também na região do Alto Juruá em floresta de terra firme na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade por TURCI *et al.* (2021), a taxa de encontro foi de 0,005 espécime de *B. atrox* por hora (uma serpente a cada 180 horas de procura) e nenhum indivíduo de *B. bilineatus*, indicando possível diferença na composição faunística de serpentes entre esses ecossistemas (terra firme e várzea).

A maioria (74%) dos indivíduos de *Bothrops atrox* foi registrada durante a estação chuvosa, assim como no estudo anterior de TURCI *et al.* (2009), período em que as serpentes são mais encontradas nos estudos sobre comunidades na Amazônia (e.g., MARTINS e OLIVEIRA, 1998; BERNARDE e ABE, 2006; TURCI e BERNARDE, 2022). Entretanto, o outro viperídeo que ocorre em simpatria nessa mata de várzea, *B. bilineatus*, é mais frequentemente encontrada durante a estação seca (75,9% dos encontros) (FONSECA *et al.*, 2021). O maior encontro de *B. atrox* na estação chuvosa coincide também com a maior

abundância de pequenos mamíferos (68,8%) nesse período (SILVA *et al.*, 2020) e de maior atividade reprodutiva de anfíbios anuros nessa localidade (MIRANDA *et al.*, 2015). Entretanto, a abundância de anfíbios na estação chuvosa registrada nas trilhas é pouco maior (52,8%) do que durante a estação seca (47,2%) (SILVA *et al.*, 2020), o que explica a maior ocorrência de *B. bilineatus* durante os meses menos chuvosos nessa localidade (FONSECA *et al.*, 2021).

A maior abundância e atividade de *B. atrox* durante a estação chuvosa também contribui para o aumento da quantidade de acidentes ofídicos com essa espécie nesse período nessa região (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019). Durante a estação chuvosa também ocorre o nascimento dos filhotes de *B. atrox* (OLIVEIRA e MARTINS, 2001), o que também contribui para o maior encontro de indivíduos dessa espécie nesse período e explica a ocorrência de metade dos casos de acidentes ofídicos com juvenis (menores do que 50 cm de comprimento) (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019). Apesar da maior abundância de filhotes, assim como relatado por FRAGA *et al.* (2013) e SILVA *et al.* (2020), espécimes menores de *B. atrox* são mais difíceis de serem detectados por pesquisadores durante a procura nas florestas devido o pequeno tamanho. Essa seria outra razão que explicaria a maior quantidade de acidentes ofídicos com os juvenis (MOTA-DA-SILVA *et al.*, 2019).

Bothrops atrox tem o comprimento máximo registrado de 2,10 m (PALMEIRIM *et al.*, 2021), apresentando notável dimorfismo sexual pelo maior tamanho das fêmeas (*e.g.*, SILVA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2019), o que foi também evidenciado nesse estudo com os maiores espécimes registrados correspondendo a fêmeas com tamanho de 1,61 m e 1,65 m. Os espécimes de *B. bilineatus* são relativamente menores (até 75,8 cm), também apresentando dimorfismo sexual com machos menores ($\bar{x}$ = 58,7 cm) do que as fêmeas ($\bar{x}$ = 59,2 cm) (FONSECA *et al.*, 2019).

A maioria dos juvenis apresentou a ponta da cauda castanha, que é utilizada como estratégia de engodo caudal durante a caça de espera (MARTINS e OLIVEIRA, 1998). Assim como observado para *B. jararaca* no sudeste do Brasil (SAZIMA, 1991), alguns juvenis não apresentaram a ponta da cauda com coloração distinta do restante do corpo. Não foi observado nenhum juvenil utilizando a técnica de engodo caudal, tática de caça que nessa localidade é frequentemente observada em juvenis e adultos de *B. bilineatus* (FONSECA *et al.*, 2019). Enquanto que algumas espécies de jararacas (*e.g.*, *B. atrox*, *B. jararaca*) os juvenis deixam de ter a ponta da cauda clara e o comportamento de engodo caudal quando se tornam adultos quando começam a predar mais roedores do que anfíbios (*e.g.*, SAZIMA, 1992; OLIVEIRA e MARTINS, 2001), os indivíduos adultos de *B. bilineatus* continuam com a ponta da cauda com

a coloração distante do restante do corpo e realizando o comportamento de engodo caudal, continuando a predar também anfíbios (FONSECA *et al.*, 2019; 2021).

Três dos cinco juvenis foram observados caçando de espera sobre a vegetação, conforme relatado em outros estudos (*e.g.*, OLIVEIRA e MARTINS, 2001; TURCI *et al.*, 2009). A maior utilização da vegetação durante a caça pelos juvenis do que os adultos provavelmente está associada com a disponibilidade de pequenos anuros nesse micro-habitat (*e.g.*, *Pristimantis fenestratus*) (OLIVEIRA e MARTINS, 2001) e também como uma forma de evitar predadores que se deslocam pelo chão da floresta (MARTINS, 1993), como caranguejeiras que podem predá-los (ALMEIDA *et al.*, 2019). Indivíduos adultos são observados em menos frequência do que juvenis sobre a vegetação (OLIVEIRA e MARTINS, 2001). OLIVEIRA e MARTINS (2001) observaram dois indivíduos inativos em alturas de 1,2 e 1,3 m e MELO-SAMPAIO e MACIEL (2018), observaram um indivíduo em atividade de caça a 4 m de altura sobre folha de palmeira. Os dois indivíduos adultos observados em atividade de caça nesse estudo sobre a vegetação (2,50 e 4,10 m de altura) foram registrados durante a estação chuvosa quando a floresta estava alagada, podendo essa situação influenciar essa serpente ocorrer no substrato arbóreo durante esse período quando grande parte da floresta se encontra alagada.

CONCLUSÃO

Observamos nesse estudo que o método de amostragem através da PVLTN permite a comparação da abundância relativa de espécies simpátricas de serpentes e permite a comparação com outros estudos que aplicaram esse método em outras localidades. Duas espécies de viperídeos são as serpentes mais abundantes nessa localidade de floresta de várzea, sendo que *Bothrops atrox*, foi a segunda mais frequente, diferentemente de outros estudos na Amazônia onde foi a mais abundante. As duas espécies de *Bothrops* nesse estudo diferem na frequência sazonal, sendo que *B. atrox* é mais frequente durante a estação chuvosa e *B. bilineatus smaragdinus* na seca, no tamanho (indivíduos de *B. atrox* são maiores) e no uso do habitat (indivíduos adultos de *B. atrox* ocorrem principalmente no chão e filhotes também na vegetação baixa, enquanto *B. b. smaragdinus* é arborícola). Essas diferenças entre essas duas espécies simpátricas congênicas, dentre outros fatores (*e.g.*, disponibilidade de recursos), devem influenciar na abundância das mesmas nessa localidade, podendo minimizar a competição interespecífica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. **Guia para o uso da terra acreana com sabedoria: Resumo educativo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre: fase II (escala 1: 250.000)**. Rio Branco, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Acre, 2010. p. 356.

ALMEIDA, M.Q.; SOBRAL, R.; SILVA-NETO, A.M.; MENDES, D.M.M.; HIDALGO, R. *M. Bothrops atrox* (Common Lancehead). PREDATION. **Herpetological Review**, v. 50, n. 3, p. 586, 2019.

BERNARDE, P.S.; ABE, A.S.A. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, p. 102-113, 2006.

CAMPBELL, H.W., CHRISTMAN S.P. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: SCOTT JR., N.J. (Org.). **Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League**, Washington, Fish Wildlife Service, 1982. p.p.193-200.

CAMPBELL, J.A.; LAMAR, W.W. **The venomous reptiles of the Western Hemisphere**. Ithaca, Cornell University Press, 2004. p. 528.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; BRAZ, H.B.; ALMEIDA-SANTOS, S.M.; BERNARDE, P.S. First report of male-male combat in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 100, n. 3, p. 239-242, 2022.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, I.; BERNARDE, P.S. Habitat use and activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the western Brazilian Amazon (Serpentes: Viperidae). **Herpetology Notes**, v. 14, p. 567-580, 2021.

FONSECA, W.L.; OLIVEIRA, A.S.; CORREA, R.R.; BERNARDE, P.S. Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 365-374, 2019.

FRAGA, R.; LIMA, A.P.; MAGNUSSON, W.E. Mesoscale spatial ecology of a tropical snake assemblage: the width of riparian corridors in central Amazonia. **Herpetological Journal**, v. 21, n. 1, p. 51-57, 2011.

FRAGA, R.; MAGNUSSON, W.E.; ABRAHÃO, C.R.; SANAIOTTI, T.; LIMA, A.P. Habitat Selection by *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) in Central Amazonia, Brazil. **Copeia**, v. 2013, n. 4. p. 684-690, 2013.

FROTA, J.G.; SANTOS-JR, A.P.; CHALKIDIS, H.M.; GUEDES, A.G. As serpentes da região do baixo rio Amazonas, oeste do Estado do Pará, Brasil (Squamata). **Biociências**, v. 13, n. 2, p. 211-220, 2005.

GREENE, H.W. **Snakes: The Evolution of Mystery in Nature**. University of California Press, Berkeley, 1997. p. 366.

GUEDES, T.B.; ENTIAUSPE-NETO, O.M.; COSTA, H.C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, v. 12, n.1 p. 56-161, 2023.

- LEÃO, S.M.; PELEGRINI, N.; NOGUEIRA, C.C.; BRANDÃO, R.A. Natural history of *Bothrops itapetiningae* Boulenger, 1907 (Serpentes: Viperidae: Crotalinae), an endemic species of the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 48, n. 3, p. 324-331, 2014.
- MARTINS, M. Why do snakes sleep on the vegetation in central Amazonia? **Herpetological Review**, v. 24, n. 3, p. 83-84, 1993.
- MARTINS, M., ARAUJO, M.S., SAWAYA, R.J., NUNES, R. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology**, v. 254, n. 4, p. 529-538, 2001.
- MARTINS, M.; OLIVEIRA, M.E. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, n. 2, p. 78-150, 1998.
- MASSELLI, G.S.; BRUCE, A.D.; SANTOS, J.G.; VINCENT, T.; KAEFER, I.L. Composition and ecology of a snake assemblage in an upland forest from Central Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. e20190080, 2019.
- MELO-SAMPAIO, P.R.; MACIEL, J.M.L. *Bothrops atrox* (Common Lancehead, Jararaca). Habitat use. **Herpetological Review**, v. 49, n. 1, p. 124, 2018.
- MIRANDA, D.B.; ALBUQUERQUE, S.; TURCI, L.C.B.; BERNARDE, P.S. Richness, breeding environments and calling activity of the anurofauna of the lower Moa river forest, state of Acre, Brazil. **Zoologia**, v. 32, n. 2, p. 93-108, 2015.
- MONTEIRO, W.M.; CONTRERAS-BERNAL, J.C.; BISNETO, P.F.; SACHETT, J.; SILVA, I.M.; LACERDA M. *et al.* *Bothrops atrox*, the most important snake involved in human envenomings in the amazon: How venomomics contributes to the knowledge of snake biology and clinical toxinology. **Toxicon**, v. 6, Artigo ID 100037, 2020.
- MOTA-DA-SILVA, A.; COLOMBINI, M.; MOURA-DA-SILVA, A.M.; SOUZA, R.M.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. Epidemiological and clinical aspects of snakebites in the upper Juruá River region, western Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 50, n. 1, p. 90-99, 2020.
- NOGUEIRA, C.; SAWAYA, R.J.; MARTINS, M. Ecology of the pitviper, *Bothrops moojeni*, in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 653-659, 2003.
- NOGUEIRA, C.C.; ARGÔLO, A.J.S.; ARZAMÊNDIA, V.; AZEVEDO, J.A.; BARBO, F.E.; BÉRNILS, R.S. *et al.* Atlas of Brazilian snakes: Verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology**, v. 14, n. sp1, p. 1-274, 2019.
- OLIVEIRA, M.E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 8, n. 2, p. 101-110, 2001.
- PALMEIRIM, A.F.; FRAGA, F.; VIEIRA, M.V.; PERES, C.A. Species-Area Relationships Induced by Forest Habitat Fragmentation Apply Even to Rarely Detected Organisms. **Tropical Conservation Science**, v. 14, n. 9, p. 1-7, 2021.
- RODRIGUES, G.M.; MASCHIO, G.F.; PRUDENTE, A.L. Snake assemblages of Marajó Island, Pará state, Brazil. **Zoologia**, v. 33, n. 1, p. 1-13, 2016.

- SANTOS-COSTA, M.C.; MASCHIO, G.F.; PRUDENTE, A.L. Natural history of snakes from Floresta Nacional de Caxinauã, Amazônia Oriental, Brasil. **Herpetology Notes**, v. 8, p. 69-98, 2015.
- SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 127-148, 2008.
- SAZIMA, I. Caudal luring in two Neotropical pitviper, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. **Copeia**, v. 1991, p. 245-248, 1991.
- SAZIMA, I. Natural history of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J.A.; BRODIE, E.D. (Org.). **Biology of the pitvipers**. 1 ed. Texas, Selva Tyler, 1992. p.p. 199-216.
- SAZIMA, I. Um estudo da biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 50, n. 3, p. 83-99, 1988.
- SILVA, F.M.; OLIVEIRA, L.S.; NASCIMENTO, L.R.; MACHADO, F.A.; PRUDENTE, A.L. Sexual dimorphism and ontogenetic changes of Amazonian pit vipers (*Bothrops atrox*). **Zoologischer Anzeiger**, v. 271, p. 15-24, 2017.
- SILVA, J.L.; FONSECA, W.L.; MOTA-DA-SILVA, A.; AMARAL, G.L.G.; ORTEGA, G.P.; OLIVEIRA, A.S. *et al.* Venomous snakes and people in a floodplain forest in the Western Brazilian Amazon: Potential risks for snakebites. **Toxicon**, v. 187, p. 232-244, 2020.
- SILVA, K.M.P.; SILVA, K.B.; SUEIRO, L.R.; OLIVEIRA, M.E.E.S.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. Reproductive biology of *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae) from the Brazilian Amazon. **Herpetologica**, v. 75, p. 198-207, 2019.
- TURCI, L. C. B.; BERNARDE, P. S. Composição e história natural de serpentes da Zona da Mata, Rondônia, sudoeste da Amazônia brasileira. **Revista de Biologia Neotropical**. v. 19, p. 111-126, 2022.
- TURCI, L.C.B.; ALBUQUERQUE, S.; BERNARDE, P.S.; MIRANDA, D.B. Uso do hábitat, atividade e comportamento de *Bothriopsis bilineatus* e de *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) na floresta do Rio Moa, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 197-206, 2009.
- TURCI, L.C.B.; MACHADO, R.A.; BERNARDE, P.S. Snake assemblage in an unflooded forest in Western Brazilian Amazon. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 1, p. 203-221, 2021.
- UETZ, P.; FREED, P.; AGUILAR, R.; REYES, F.; KUDERA, J.; HOŠEK, J. **The Reptile Database**. 2024. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>. Acesso em: 10/06/2024.
- WASKO, D.K.; SASA, M. Food resources influence spatial ecology, habitat selection, and foraging behavior in an ambush-hunting snake (Viperidae: *Bothrops asper*): an experimental study. **Zoology**, v. 115, n. 3, p. 179-187, 2012.

7 CAPÍTULO IV

First report of male–male combat in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox*)

Wirven Lima da Fonseca, Radraque Rodrigues Correa, Andesson de Souza Oliveira, Henrique Bartolomeu Braz, Selma Maria de Almeida-Santos, and Paulo Sérgio Bernarde

W.L. da Fonseca. Laboratório de Herpetologia, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, 69980-000, Brazil; Programa de Pós-Graduação Bionorte, Universidade Federal do Acre, Campus Universitário, BR 364, Rio Branco, Acre, 69920-900, Brazil.

R.R. Correa, A. de Souza Oliveira, and P.S. Bernarde. Laboratório de Herpetologia, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, 69980-000, Brazil.

H.B. Braz and S.M. de Almeida-Santos. Laboratório de Ecologia e Evolução, Instituto Butantan, Avenida Vital Brasil, 1500, Butantan, São Paulo, 05503-900, Brazil.

Corresponding author: Paulo Sérgio Bernarde (email: SnakeBernarde@hotmail.com).

Abstract: In many snakes, males engage in agonistic interactions (male–male combat) apparently to establish dominant– subordinate relationships to gain priority access to reproductive females. In the Neotropical genus *Bothrops* Wagler, 1824 (~45 species), male–male combat has been recorded only in three species of the monophyletic *Bothrops atrox* group. However, most male combats recorded in this clade occurred in captivity, an environment that facilitates the emergence of agonistic interactions. Here, we provide the first record of male–male combat in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758)) and discuss the implications of this observation for the species mating system. During

fieldwork, we found one immature female and five active adult males, two of them fighting. These observations suggest that reproductive male *B. atrox* actively search and compete for widely dispersed and scarce receptive females.

Key words: mating system, ritual combat, reproductive, behaviour, *Bothrops atrox*, Common Lancehead.

Résumé: Chez de nombreux serpents, les mâles ont des interactions agonistes (combats entre mâles) pour établir, semblerait-il, des relations dominant–subordonné déterminant la priorité d'accès aux femelles reproductrices. Au sein du genre neotropical *Bothrops* Wagler, 1824 (~45 espèces), des combats entre mâles n'ont été observés que chez trois espèces du groupe monophylétique *Bothrops atrox*. La plupart des combats de mâles ont toutefois été observés en captivité, un milieu qui favorise l'émergence d'interactions agonistes. Nous présentons la première observation enregistrée d'un combat entre fers de lance (*Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758)) amazoniens mâles en liberté et une discussion de sa signification en ce qui concerne le type d'accouplement de l'espèce. Durant les travaux de terrain, nous avons relevé une femelle immature et cinq mâles adultes actifs, dont deux s'adonnant à un combat. Ces observations donnent à penser que les mâles reproducteurs cherchent activement et se disputent de rares femelles réceptives dispersées sur un grand territoire. [Traduit par la Rédaction]

Mots-clés: type d'accouplement, combat rituel, comportement de reproduction, *Bothrops atrox*, fer de lance commun.

Introduction

In many snakes, males travel long distances during the mating season, apparently searching for females to mate (Duvall et al. 1992). During this search, males can encounter conspecific males and engage in male–male combat, which is a ritualized behaviour that involves body interaction sequences to establish dominant–subordinate relationships to gain

priority access to reproductive females (Carpenter 1984; Madsen et al. 1993; Schuett 1997). The occurrence of male combat is also expected to influence the evolution of sexual size dimorphism (Shine 1978, 1994) because larger males usually win combat bouts (Madsen et al. 1993; Schuett 1997; Fearn et al. 2005).

Male combat has been recorded in various viperid lineages (Senter et al. 2014). In the Neotropical genus *Bothrops* Wagler, 1824, male–male combat has been recorded only in 3 out of 45 species currently recognized: Common Lancehead (*Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758)), Brazilian Lancehead (*Bothrops moojeni* Hoge, 1966), and Whitetail Lancehead (*Bothrops leucurus* Wagler, 1824) (Leloup 1975; Almeida-Santos and Salomão 2002; Almeida-Santos et al. 2017). These three species belong to the monophyletic *Bothrops atrox* group (Wüster et al. 1996), suggesting that male combat has evolved only in this clade. Except for one observation in *B. moojeni* (Almeida-Santos et al. 2017), all male combats recorded for this clade occurred in captivity (Leloup 1975; Almeida-Santos and Salomão 2002). Because captive conditions may facilitate the emergence of male combat and formation of hierarchies (Barker et al. 1979; Carpenter 1984; Almeida-Santos et al. 1999), confirming whether male combat occurs in nature is important for understanding the evolution of mating systems and sexual dimorphism in *Bothrops*.

Here, we provide the first record of male–male combat in free-ranging *B. atrox*, a large (up to 1720 mm total length), mostly nocturnal, and generalist pitviper found throughout the Amazon Rainforest, in northern South America (Oliveira and Martins 2001; Nogueira et al. 2019). In this species, mating occurs from mid-wet to early-dry season (January to May), as evidenced by numerous records in nature (Martins and Oliveira 1998; Almeida-Santos and Salomão 2002; Sanaiotti et al. 2005; Silva et al. 2019). Curiously, male combat in nature has never been reported, even though the species is abundant and several field studies have been historically conducted within its range (e.g., Sexton 1956; Cunha and Nascimento 1993;

Martins and Oliveira 1998; Oliveira and Martins 2001; Turci et al. 2009; Fraga et al. 2013). We discuss the implications of this observation for the mating system of the species.

Materials and methods

The observations reported here were made between 21 and 23 January 2019 while conducting fieldwork at the Lower Moa River Forest (07°37'24"S, 72°47'23"W, 188 m above sea level), in Cruzeiro do Sul, state of Acre, western Brazilian Amazon. This area presents a hot and humid tropical climate; annual temperature averages 24 °C and the wettest months occur from November to April (Ribeiro 1977). We conducted time-limited visual search (TLVS; Campbell and Christman 1982), which consisted of slowly walking along trails while searching for snakes visually exposed in the environment (for additional details on the sampling method used here see Fonseca et al. 2021). We conducted 816 TLVS person-hours for 1 year in an area of approximately 256 ha. Snake total length was estimated visually. Males ≥ 537 mm snout–vent length (SVL) and females ≥ 665 mm SVL were considered adults (Silva et al. 2019). Male–male combat was recorded using a digital camera and described after examining the videos in the laboratory. Behavioural nomenclature follows Carpenter et al. (1976) and Schuett and Gillingham (1989). Specimens were identified in situ by one of us (P.S.B.) based on the morphological characteristics and diagnosis provided in the snake identification book guide for the Alto Juruá region (Bernarde et al., 2017). A video of part of the combat is available in the Audiovisual Collection of the Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas “Adão José Cardoso” (<https://www2.ib.unicamp.br/fnjv/collection.php?zuec-vid=601>). Individual *B. atrox* collected in a previous study (Turci et al. 2009) at this same site are deposited in the herpetological collection of the Universidade Federal do Acre Campus Floresta (vouchers UFACF 1097, UFACF 1098, UFACF 1099, and UFACF 1175) in Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil.

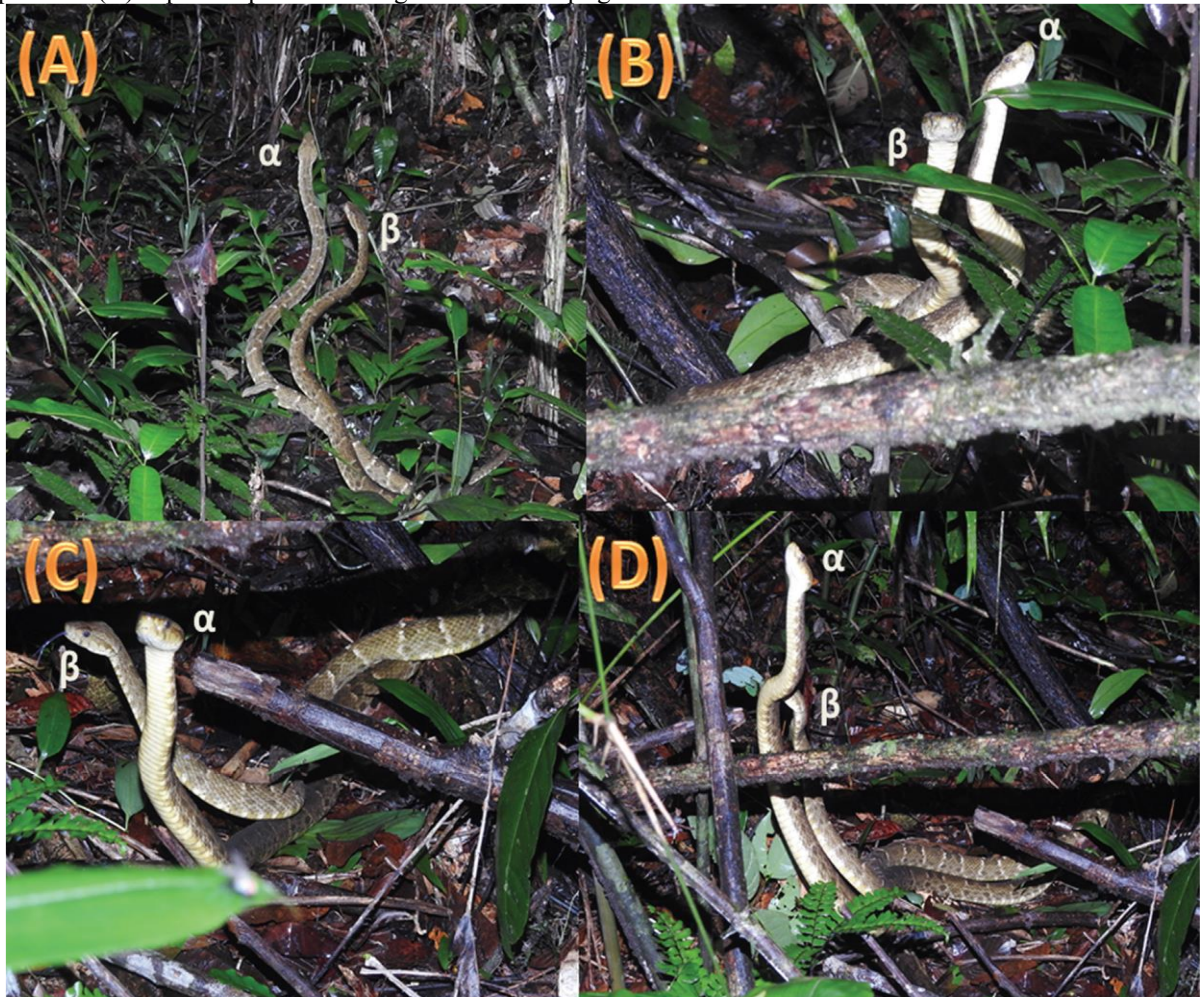
Results

During the 3 days, we observed five adult males and one immature female. The sex of individuals was determined by tail length and body stoutness, as males have relatively longer tails and are less stout than females (Silva et al. 2017). On 21 January 2019, at 18:45 h, we found an immature female (ca. 360 mm total length) coiled on a log 40 cm from the ground in a hunting posture. At 19:20 h, we observed an adult male *B. atrox* (ca. 800 mm total length) moving over the vegetation on a wetland trail. No individuals were seen the next day.

On 23 January 2019, we observed two adult males (ca. 1000 mm total length; one at 19:25 h and the other at 20:10 h) moving on the ground. About 300 m away from these individuals, we later (21:25 h) found two other adult males moving on the ground, approximately 50 cm apart. At 21:28 h, the larger individual (ca. 1300 mm total length; hereinafter alpha) moved towards the smaller one (ca. 1200 mm total length; hereinafter beta).

As alpha approached beta, both snakes lifted their heads off the ground and ascended to a vertical posture (Fig. 1A). At that time, each male tried to lift his head higher than the rival, and the vertical posture was held with up to 40%–50% of the anterior body (Fig. 1B). Once in this position, the snakes began to sway from side to side (Fig. 1C). During the vertical posture, one male attempted to entwine its head and neck around its opponent's body by hooking either to the left or to the right. After topping, both males fell to the ground and separated briefly, but they soon established contact and resumed the combat. Examination of this behavioural sequence indicates that alpha exhibited higher and more vertical posture, and therefore, we considered him to be the dominant and beta to be the subordinate (Fig. 1D). The combat bout lasted about 5 min, and it ended with beta moving away. Alpha remained in the combat site until we left. We thoroughly searched the surroundings of the combat site but found no female.

Fig. 1. Male–male combat behaviour in free-ranging Amazonian Common Lanceheads (*Bothrops atrox*). (A) Vertical posture assumed by alpha (larger male) and beta (smaller male) during the interaction. (B) Alpha orients beta in a vertical display. (C) Alpha in the vertical position, and beta following alpha, although in a lower vertical position. (D) Alpha keeps his head higher and more upright than beta. Colour version online.



Discussion

Our observations confirm that free-ranging male *B. atrox* engage in combat while actively searching for females during mating season. The ritual combat behaviour of *B. atrox* (i.e., intense tongueflicking, solicitation display, ascent, vertical display with swaying of the anterior trunk, bending over backwards, and topping) is similar to that reported for other *Bothrops* (Leloup 1975; Almeida-Santos et al. 2017). Our observation of male–male combat coincides with the mating season (November–May) described for the species (Silva et al. 2019). In this period, the vast majority of adult males exhibit peak of spermatogenesis and hypertrophy of the sexual segment of the kidneys and are therefore reproductive (Silva et al. 2019). In

contrast, most female *B. atrox* probably reproduce non-annually, as we interpreted from the nearly 50:50 ratio of reproductive versus nonreproductive females during the mating season provided by Silva et al. (2019). Non-annual female reproduction suggests that the operational sex ratio (OSR) during mating season is male-biased. The finding of only adult males moving around during the sampled days and the virtual absence of females near the combat site corroborates a male-biased OSR and indicates that reproductive males search for widely dispersed and scarce receptive females. This pattern is consistent with the prolonged mate searching polygyny system (Duvall et al. 1992). However, in many snakes (including viperids), both sexes have been found to mate with multiple partners during a mating season, probably because male-biased OSR reduces mating opportunities for many males and creates opportunities for reproductive females to mate multiple times (Duvall and Schuett 1997; Lind et al. 2016). Consequently, males sire offspring with multiple females, whose offspring may be sired by multiple males (Duvall and Schuett 1997; Lind et al. 2016). This polygynandrous mating system is argued to better describe snake mating systems (Rivas and Burghardt 2005). However, it remains unclear whether female *Bothrops* also copulate with multiple males, although their ability to store sperm for prolonged periods (Almeida-Santos and Salomão 2002; Silva et al. 2020a, 2020b) creates opportunities for sperm mixing and competition and thus multiple paternity.

There are at least nine published records of mating in free-ranging *B. atrox* (Martins and Oliveira 1998; Sanaiotti et al. 2005; Silva et al. 2019). In contrast, our observation is the first report of male–male combat in nature. Why is male combat in free-ranging *B. atrox* so rarely observed in comparison with mating? We offer two possible hypotheses. The first is that the duration of combat bouts may be much briefer than that of mating, which would decrease their chance of being observed (Shine et al. 1981). While the combat bout reported here lasted about 5min, courtship or mating in nature has been reported to last at least 12 h in *B. atrox* (Sanaiotti et al. 2005) and at least 3 h in two congeners (Zacariotti et al. 2011; Marques et al. 2013). The

second hypothesis is that the mating system of *B. atrox* varies geographically, with male combat occurring in some areas but not in others. All observations of mating in free-ranging *B. atrox* have been made in the surroundings (<100 km) of Manaus city, Central Amazonia (Martins and Oliveira 1998; Sanaïotti et al. 2005; Silva et al. 2019), and male–male combat has never been observed in this area. Our observation occurred about 1500 km southwest of Manaus. Geographic variation in mating system has been recorded in at least another widely distributed snake. In the Australian Diamond Python (*Morelia spilota* (Lacépède, 1804)), males from some populations engage in physical combats during the breeding season, whereas males from other populations do not (Shine and Fitzgerald 1995).

In snakes, larger males usually win combat bouts over smaller ones (Madsen et al. 1993; Schuett 1997; Fearn et al. 2005), which was also our interpretation of the interaction presented here. Accordingly, selection is expected to favour larger male body sizes in species exhibiting male–male combat (Shine 1978, 1994). In keeping with the hypothesis of geographic variation in mating system, we expect that sexual size dimorphism (SSD) also varies among populations, as observed in *M. spilota* (Shine and Fitzgerald 1995). Thus, SSD would be female-biased in Manaus and other areas where males do not engage in combat for mating opportunities but less female-biased, absent, or male-biased in populations from our study site. As expected, SSD in Manaus region is largely female-biased (SSD = 048; calculated from body size data from Oliveira 2003). Unfortunately, we currently lack data from our study site to adequately test this hypothesis. Two other studies have also found female-biased SSD in *B. atrox*, but these studies combined data from specimens collected throughout the range of the species, which precludes testing for interpopulation differences (Silva et al. 2017; Silva et al. 2019). Interestingly, in *B. leucurus* (another member of the *atrox* group exhibiting male combat; Almeida-Santos and Salomão 2002), SSD varies geographically, with southern populations (Espírito Santo state) lacking SSD and northern populations (Bahia state) exhibiting female-biased SSD (Barros et

al. 2014). Future studies could assess how widespread male–male combat is in *B. atrox* and test for geographic variation in SSD and mating system in the species.

Funding statement

We thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (through the Institutional Scientific Initiation Scholarship Program PIBIC/UFAC) for providing financial support to R.R.C. and A.S.O., and research productivity grant to S.M.A.-S. (310357/2018–7) and P.S.B. (311509/2020–7).

Acknowledgements

We thank the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) for providing collection permits (SISBIO/12.178).

References

- Almeida-Santos, S.M., and Salomão, M.G. 2002. Reproduction in neotropical pitvipers, with emphasis on species of the genus *Bothrops*. In *Biology of the vipers*. Edited by G.W. Schuett, M. Höggren, M.E. Douglas, and H.W. Greene. Eagle Mountain Publishing, LC, Eagle Mountain, Utah. pp. 445–462.
- Almeida-Santos, S.M., Peneti, E.A., Salomão, M.G., Peneti, E.A., Sena, P.S., and Guimarães, E.S. 1999. Predatory combat and tail wrestling in hierarchical contests of the Neotropical rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Serpentes: Viperidae). *Amphib.-Reptilia*, 20: 88–96. doi:10.1163/156853899X00105.
- Almeida-Santos, S.M., Barros, V.A., Rojas, C.A., Sueiro, L.R., and Nomura, R.H.C. 2017. Reproductive biology of the Brazilian lancehead, *Bothrops moojeni*. *S. Am. J. Herpetol.* 12(2): 174–181. doi:10.2994/sajh-d-16-00047.1.
- Barker, D.G., Murphy, J.B., and Smith, K.W. 1979. Social behavior in a captive group of Indian pythons, *Python molurus* (Serpentes, Boidae) with formation of a linear social hierarchy. *Copeia*, 1979(3): 466–471. doi:10.2307/1443224.

- Barros, V.A., Rojas, C.A., and Almeida-Santos, S.M. 2014. Is rainfall seasonality important for reproductive strategies in viviparous Neotropical pitvipers? A case study with *Bothrops leucurus* from the Brazilian Atlantic Forest. *Herpetol. J.* 24(2): 69–77.
- Bernarde, P.S., Turci, L.C.B., and Machado, R.A. 2017. Serpentes do Alto Juruá, Acre – Amazônia Brasileira. EDUFAC, Rio Branco.
- Campbell, H.W., and Christman, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In *Herpetological communities*. Edited by N.J. Scott, Jr. Wildlife Res. Rep. No. 13, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. pp. 193–200.
- Carpenter, C.C. 1984. Dominance in snakes. In *Vertebrate ecology and systematics: a tribute to Henry S. Fitch*. Edited by R.A. Seigel, L.E. Hunt, J.L. Knight, L. Malaret, and N.L. Zuschlag. University of Kansas Publications, Lawrence. pp. 195–202.
- Carpenter, C.C., Gillingham, J.C., and Murphy, J.B. 1976. The combat ritual of the rock rattlesnake (*Crotalus lepidus*). *Copeia*, 1976(4): 764–780. doi:10.2307/1443461.
- Cunha, O.R., and Nascimento, F.P. 1993. Ofídios da Amazônia. As cobras da região leste do Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ser. Zool.* 9(1): 1–191.
- Duvall, D., and Schuett, G.W. 1997. Straight-line movement and competitive mate searching in prairie rattlesnakes, *Crotalus viridis viridis*. *Anim. Behav.* 54(2): 329–334. doi:10.1006/anbe.1996.0418. PMID:9268464.
- Duvall, D., Arnold, S.J., and Schuett, G.W. 1992. Pitviper mating systems: ecological potential, sexual selection, and microevolution. In *The biology of pitvipers*. 1st ed. Edited by J.A. Campbell and E.D. Brodie. Selva Publishing, Arlington, Tex. pp. 321–336.
- Fearn, S., Schwarzkopf, L., and Shine, R. 2005. Giant snakes in tropical forests: a field study of the Australian scrub python, *Morelia kinghorni*. *Wildl. Res.* 32(2): 193–201. doi:10.1071/WR04084.
- Fonseca, W.L., Correa, R.R., de Souza Oliveira, A.S., de Oliveira, I.S., and Bernarde, P.S. 2021. Habitat use and activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the western Brazilian Amazon (Serpentes: Viperidae). *Herpetol. Notes*, 14: 567–580.
- Fraga, R., Magnusson, W.E., Abrahão, C.R., Sanaiotti, T., and Lima, A.P. 2013. Habitat selection by *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) in Central Amazonia, Brazil. *Copeia*, 2013(4): 684–690. doi:10.1643/CE-11-098.

- Leloup, P. 1975. Observations sur la reproduction de *Bothrops moojeni* Hoge en captivité. Acta Zool. Pathol. Ant. 62: 173–201.
- Lind, C.M., Flack, B., Rhoads, D.D., and Beaupre, S.J. 2016. The mating system and reproductive life history of female timber rattlesnakes in northwestern Arkansas. Copeia, 104(2): 518–528. doi:10.1643/CE-15-254.
- Madsen, T., Shine, R., Loman, J., and Håkansson, T. 1993. Determinants of mating success in male adders, *Vipera berus*. Anim. Behav. 45(3): 491–499. doi:10.1006/anbe.1993.1060.
- Marques, O.A.V., Kasperoviczus, K.N., and Almeida-Santos, S.M. 2013. Reproductive ecology of the threatened pitviper *Bothrops insularis* from Queimada Grande Island, southeast Brazil. J. Herpetol. 47(3): 393–399. doi:10.1670/11-267.
- Martins, M., and Oliveira, M.E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herpetol. Nat. Hist. 6(2): 78–150.
- Nogueira, C.C., Argôlo, A.J.S., Arzamendia, V., Azevedo, J.A., Barbo, F.E., Bérnils, R.S., et al. 2019. Atlas of Brazilian snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. S. Am. J. Herpetol. 14(sp1): 1–274. doi:10.2994/SAJH-D-19-00120.1.
- Oliveira, M.E. 2003. História natural de jararacas brasileiras do grupo *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae). Doctoral dissertation, Paulo State University, Rio Claro, Brazil.
- Oliveira, M.E., and Martins, M. 2001. When and where to find a pitviper: Activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in Central Amazonia, Brazil. Herpetol. Nat. Hist. 8(2): 101–110.
- Ribeiro, A.G. 1977. O clima do Estado do Acre. Boletim Geográfico. 35(255): 112–141.
- Rivas, J.A., and Burghardt, G.M. 2005. Snake mating systems, behavior, and evolution: The revisionary implications of recent findings. J. Comp. Psychol. 119: 447–454. doi:10.1037/0735-7036.119.4.447. PMID:16366778.
- Sanaïotti, T.M., Vale, J.D., Biavati, G.M., and Campos, Z. 2005. *Bothrops atrox* (common lancehead). Mating. Herpetol. Rev. 36(3): 321–322.
- Schuett, G.W. 1997. Body size and agonistic experience affect dominance and mating success in male copperheads. Anim. Behav. 54(1): 213–224. doi:10.1006/anbe.1996.0417. PMID:9268451.

- Schuett, G.W., and Gillingham, J.C. 1989. Male–male agonistic behaviour of the copperhead, *Agkistrodon contortrix*. *Amphib.-Reptilia*, 10(3): 243–266. doi:10.1163/156853889X00412.
- Senter, P., Harris, S.M., and Kent, D.L. 2014. Phylogeny of courtship and male-male combat behavior in snakes. *PLoS One*, 9(9): e107528. doi:10.1371/journal.pone.0107528. PMID:25250782.
- Sexton, O. 1956. The distribution of *Bothrops atrox* in relation to food supply. *Bol. Mus. Cien. Nat.* 2–3: 47–54.
- Shine, R. 1978. Sexual size dimorphism and male combat in snakes. *Oecologia*, 33(3): 269–277. doi:10.1007/BF00348113. PMID:28309592.
- Shine, R. 1994. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia*, 1994(2): 326–346. doi:10.2307/1446982.
- Shine, R., and Fitzgerald, M. 1995. Variation in mating systems and sexual size dimorphism between populations of the Australian python *Morelia spilota* (Serpentes: Pythonidae). *Oecologia*, 103(4): 490–498. doi:10.1007/BF00328688. PMID:28306998.
- Shine, R., Grigg, G.C., Shine, T.G., and Harlow, P. 1981. Mating and male combat in Australian blacksnakes, *Pseudechis porphyriacus*. *J. Herpetol.* 15(1): 101–107. doi:10.2307/1563652.
- Silva, F.M., Oliveira, L.S., Nascimento, L.R.S., Machado, F.A., and Prudente, A.L.C. 2017. Sexual dimorphism and ontogenetic changes of Amazonian pit vipers (*Bothrops atrox*). *Zool. Anz.* 271: 15–24. doi:10.1016/j.jcz.2017.11.001.
- Silva, K.M.P., Silva, K.B., Sueiro, L.R., Oliveira, M.E.E.S., and Almeida-Santos, S.M. 2019. Reproductive biology of *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae) from the Brazilian Amazon. *Herpetologica*, 75(3): 198–207. doi:10.1655/D-18-00023.
- Silva, K.M.P., Barros, V.A., Rojas, C.A., and Almeida-Santos, S.M. 2020a. Infundibular sperm storage and uterine muscular twisting in the Amazonian lancehead, *Bothrops atrox*. *Anat. Rec.* 303(12): 3145–3154. doi:10.1002/ar.24309.
- Silva, K.M.P., Braz, H.B., Kasperoviczus, K.N., Marques, O.A.V., and Almeida-Santos, S.M. 2020b. Reproduction in the pitviper *Bothrops jararacussu*: large females increase their reproductive output while small males increase their potential to mate. *Zoology*, 142: 125816. doi:10.1016/j.zool.2020.125816.

Turci, L.C.B., Albuquerque, S., Bernarde, P.S., and Miranda, D.B. 2009. Uso do hábitat, atividade e comportamento de *Bothriopsis bilineatus* e de *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) na floresta do Rio Moa, Acre, Brasil. *Biota Neotrop.* 9(3): 197–206. doi:10.1590/S1676-06032009000300020.

Wüster, W., Thorpe, R.S., and Puerto, G. BBBSP. 1996. Systematics of the *Bothrops atrox* complex (Reptilia: Serpentes: Viperidae) in Brazil: A multivariate analysis. *Herpetologica*, 52(2): 263–271.

Zacariotti, R.L., Zimak, T.F., and Valle, R.R. 2011. *Bothrops moojeni* (Brazilian lancehead): Mating. *Herpetol. Bull.* 115: 33–34.

8 DISCUSSÃO INTEGRADORA

As serpentes *Bothrops atrox* e *Bothrops bilineatus smaragdinus* são as duas espécies mais abundantes no estado do Acre, e as que mais causam acidentes ofídicos na região do Alto Juruá, respectivamente. As espécies *Bothrocophias hyoprora*, *Bothrops brazili*, *Bothrops taeniatus* e *Lachesis muta* são menos frequentes e pouco registradas em estudos relacionados a herpetofauna no estado e não foram registradas em florestas de várzea da região.

Os resultados obtidos indicam que a floresta de terra firme possui maior riqueza de viperídeos em comparação à floresta de várzea. No entanto, a floresta de várzea apresenta uma maior abundância de espécimes de viperídeos. Os viperídeos registrados na floresta de várzea corresponderam a 40,5% dos espécimes registrados (N = 180), enquanto na floresta de terra firme, corresponderam a 17,5% dos espécimes registrados (N = 154), ao longo do período de dois anos.

As duas espécies de *Bothrops* registradas na ARIE Pentecostes-Japiim diferem em vários aspectos relacionados à biologia. Em relação à frequência sazonal, *B. atrox* é mais comum durante a estação chuvosa, enquanto *B. bilineatus smaragdinus* é mais frequente na estação seca. No que diz respeito ao tamanho, os indivíduos de *B. atrox* são maiores. Além disso, há diferenças no uso do habitat: adultos de *B. atrox* ocorrem principalmente no chão, com filhotes também sendo registrados na vegetação baixa, enquanto *B. b. smaragdinus* é predominantemente arborícola.

Apesar da serpente *Bothrops atrox* ser geralmente a espécie de viperídeo mais abundante em estudos sobre comunidade de serpentes na Amazônia, na ARIE Pentecostes Japiim, esta espécie é a segunda mais abundante, sendo menos frequente que a congênere *Bothrops bilineatus smaragdinus*.

Este estudo alcançou os objetivos propostos de investigar a diversidade e ecologia das serpentes da família Viperidae em florestas de terra firme e várzea no Oeste da Amazônia brasileira. Comparamos a riqueza e abundância de espécies entre essas duas localidades, analisamos as taxas de encontro e coletamos informações sobre a história natural das espécies. Estudos futuros relacionados aos viperídeos do estado do Acre poderão contribuir significativamente para uma melhor compreensão das interações dessas serpentes com o ambiente, além de auxiliar no desenvolvimento de estratégias para conservação e manejo das espécies.

9 CONCLUSÕES

Apesar de vários estudos envolvendo viperídeos no estado do Acre, ainda são necessários estudos que abordem questões etno-herpetológicas e acidentes ofídicos, além de pesquisas sobre o comportamento das espécies em campo e estudos ecológicos utilizando radiotelemetria, variação genética e diferenciação entre populações e espécies, e composição bioquímica dos venenos, especialmente das espécies raras e menos abundantes.

A floresta de várzea apresenta uma maior abundância de viperídeos em comparação com a de terra firme, o que deve ser um dos fatores para maior risco de acidentes ofídicos nesse ambiente, principalmente com pessoas que desenvolvem atividades extrativistas e utilizam as de acesso aos lagos nessa floresta.

Os registros e resultados obtidos através do estudo realizado, destacam a necessidade de conscientizar as populações locais sobre o papel das espécies de viperídeos no meio ambiente, bem como a importância de promover ações educativas de prevenção e primeiros socorros sobre acidentes ofídicos, principalmente com populações vivem em áreas rurais e que realizam atividades extrativistas.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-SANTOS, S.M.; SALOMÃO, M.G. Reproduction in Neotropical Pitvipers, with Emphasis on Species of the Genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. (Org.). **Biology of the Vipers**, 2 ed. Utah, Eagle Mountain Publishing, 2002. p.p. 445-462.
- AVILA-PIRES, T.C.S.; VITT, L.J.; SARTORIUS, S.S.; ZANI, P.A. Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 4, n. 2, p. 99-118, 2009.
- BARRIO-AMORÓS, C.L.; CORRALES, G.; RODRÍGUEZ, S.; CULEBRAS, J.; DWYER, Q.; FLORES, D.A. The Bushmasters (*Lachesis* spp.): Queens of the rainforest. An overview of the taxonomy, distribution, natural history, lore, and conservation of the largest vipers in the world. **IRCF. Reptiles & Amphibians**, v. 27, n. 3, p. 358-381, 2020.
- BEJA, P.; SANTOS, C.D.; SANTANA, J.; PEREIRA, M.J.; MARQUES, J.T.; QUEIROZ, H. L. *et al.* Seasonal patterns of spatial variation in understory bird assemblages across a mosaic of flooded and unflooded Amazonian forests. **Biodiversity and conservation**, v. 19, n. 1, p. 129-152, 2010.
- BERNARDE P.S. **Anfíbios e Répteis: Introdução ao Estudo da Herpetofauna Brasileira**. 1 ed. Curitiba, Anolisbooks, 2012a. p. 320.
- BERNARDE, P.S. **Serpentes Peçonhentas e Acidentes Ofídicos no Acre**. 1. ed. Curitiba, Anolis Books, 2012b. p. 112.
- BERNARDE, P.S. **Serpentes Peçonhentas e Acidentes Ofídicos no Brasil**. 1. ed. Curitiba, Anolis Books, 2014, p. 223.
- BERNARDE, P.S.; ABE, A.S.A. Hábitos alimentares de serpentes em Espigão do Oeste, Rondônia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 167-173, 2010.
- BERNARDE, P.S.; ABE, A.S.A. Snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, southwestern Amazon, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, n. 2, p. 102-114, 2006.
- BERNARDE, P.S.; ALMEIDA, M.R.N. The Brazil's Lancehead (*Bothrops brazili*): An Uncommon Pit Viper of the Amazonia. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 31, n. 1, p. 126-127, 2020.
- BERNARDE, P.S.; COSTA, H.C.; MACHADO, R.A.; SÃO PEDRO, V.A. *Bothriopsis bilineata bilineata* (Wied, 1821) (Serpentes: Viperidae): new records in the states of Amazonas, Mato Grosso and Rondônia, northern Brazil. **Check List**, v. 7, n. 3, p. 343-347, 2011a.
- BERNARDE, P.S.; GOMES, J.O. Serpentes peçonhentas e ofidismo em Cruzeiro do Sul, Alto Juruá, estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 1, p. 65-72, 2012.
- BERNARDE, P.S.; MACHADO, R.A.; TURCI, L.C.B. Herpetofauna of Igarapé Esperança area in the Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre - Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 117-144, 2011b.

- BERNARDE, P.S.; PUCCA, M.B.; MOTA-DA-SILVA, A.; FONSECA, W.L.; ALMEIDA, M.R.N.; OLIVEIRA, I.S.; *et al.* *Bothrops bilineatus*: An Arboreal Pitviper in the Amazon and Atlantic Forest. **Frontiers in Immunology**, v. 12, p. 778302, 2021.
- BERNARDE, P.S.; TURCI, L.C.B.; MACHADO, R.A. **Serpentes do Alto Juruá, Acre - Amazônia Brasileira**, 1 ed. Rio Branco, Edufac, 2017. p. 165.
- BOBROWIEC, P.E.D.; ROSA, J.S.; GAZARINI, J.; HAUGAASEN, T. Phyllostomid bat assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. **Biotropica**, v. 46, n. 3, p. 312-321, 2014.
- BOVO, R.P.; MARQUES, O.A.V.; ANDRADE, D.V. Does feeding or gestation affect the body temperature of the Golden Lancehead, *Bothrops insularis* (Squamata, Viperidae) under natural conditions? **Zoologia**, v. 27, p. 973-978, 2010.
- CAMPBELL, J.A.; LAMAR, W.W. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Ithaca, Cornell University Press, 2004. p. 976.
- CARRASCO, P.A.; MATTONI, C.I.; LEYNAUD, G.C.; SCROCCHI, G.J. Morphology, phylogeny and taxonomy of South American bothropoid pitvipers (Serpentes, Viperidae). **Zoologica Scripta**, v. 41, n. 2. p. 1-15, 2012.
- CECHIN, S.Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 729-740, 2000.
- CISNEROS-HEREDIA, D.F.; BORJA, M.O.; PROAÑO, D.; TOUZET, J M. Distribution and natural history of the Ecuadorian toad-headed pitvipers of the genus *Bothrocophias* (Squamata: Serpentes: Crotalinae). **Herpetozoa**, v. 19, n. 1/2, p. 17-26, 2006.
- COSTA, H.C.M.; PERES, C.A.; ABRAHAMS, M.I. Seasonal dynamics of terrestrial vertebrate abundance between Amazonian flooded and unflooded forests. **PeerJ**, v. 6, p. e5058, 2018.
- COSTA, M.H.; BORMA, L.; BRANDO, P.M.; MARENGO, J.A.; SALESKA, S.R.; GATTI, L.V. Biogeophysical Cycles: Water Recycling, Climate Regulation. *In*: NOBRE, C.; ENCALADA, A.; ANDERSON, E.; ROCA, A.F.H.; BUSTAMANTE, M.; MENA, C. *et al.* (Org.). **Amazon Assessment Report 2021**. 2021. New York, United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. p.p. 1-22.
- CUNHA, O.R.; NASCIMENTO, F.P. Ofídios da Amazônia. As cobras da região leste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi série Zoologia**, v. 9, p. 1-191, 1993.
- DAL VECHIO, F.; PRATES, I.; GRAZZIOTIN, F.G.; GRABOSKI, R.; RODRIGUES, M.T. Molecular and phenotypic data reveal a new Amazonian species of pit vipers (Serpentes: Viperidae: *Bothrops*). **Journal of Natural History**, v. 54, n. 37-38, p. 2415-2437, 2021.
- DAL VECHIO, F.; PRATES, I.; GRAZZIOTIN, F.G.; ZAHER, H.; RODRIGUES, M.T. Phylogeography and Historical Demography of the Arboreal Pit Viper *Bothrops bilineatus* (Serpentes, Crotalinae) Reveal Multiple Connections Between Amazonian and Atlantic Rain Forests. **Journal of Biogeography**, v. 45, n. 12, p. 2415-2426, 2018.

DEBIEN, I.V.; WALDEZ, F.; MENIN, M. Diversity of reptiles in flooded and unflooded forests of the Amanã Sustainable Development Reserve, central Amazonia. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 1051-1065, 2019.

DEMARCHI, L.O.; SCUDELLER, V.V.; MOURA, L.C.; DIAS-TERCEIRO, R.G.; LOPES, A.; WITTMANN, F.K.; *et al.* Floristic composition, structure and soil-vegetation relations in three white-sand soil patches in central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 48, n.1, p. 46-56, 2018.

DIXON, J.R.; SOINI, P. **The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru**. 2 ed. Milwaukee Public Museum, Milwaukee, 1986. p. 154.

FENWICK, A.M.; GUTBERLET, R.L.JR. VANS, J.A.E.; PARKINSON, C.L. Morphological and molecular phylogeny and classification of South American pitvipers, genera *Bothrops*, *Bothriopsis*, and *Bothrocophias* (Serpentes: Viperidae). **Zoological Journal of the Linnean Society**. v. 156, p. 617-640, 2009.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; BERNARDE, P.S. Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 365-374, 2019a.

FONSECA, W.L.; CORREA, R.R.; OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, I.S.; BERNARDE, P.S. Habitat Use and Activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Brazilian Amazon (Serpentes: Viperidae). **Herpetology Notes**, v. 14, p. 567-580, 2021.

FONSECA, W.L.; SILVA, J.D.; ABEGG, A.D.; ROSA, C.M.; BERNARDE, P.S. Herpetofauna of Porto Walter and surrounding areas, Southwest Amazonia, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 91-107, 2019b.

FRAZÃO, L.; OLIVEIRA, M.E.; MENIN, M.; CAMPOS, J.; ALMEIDA, A.; KAEFER, I.L.; *et al.* Species richness and composition of snake assemblages in poorly accessible areas in the Brazilian Amazonia. **Biota Neotropica**, v. 20, n.1, p. e20180661, 2020.

GAMA, J.R.B.; SOUZA, A.L.; MARTINS, S.V.; SOUZA, D.R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Revista Árvore**, v. 29, p. 607-616, 2005.

GASCON, C. Amphibian litter fauna and river barriers in flooded and non-flooded Amazonian rain forest. **Biotropica**, v. 28, n. 1, p. 136-140, 1996.

GREENE, H.W. Natural history and evolutionary biology. *In*: Feder, M.E.; Lauder, G.V. (Org.). **Predator-prey relationships: perspectives and approaches from the study of lower vertebrates**, 1 ed. Chicago, University of Chicago Press, 1986. p.p. 99-108.

GREENE, H.W. **Snakes: The Evolution of Mystery in Nature**. 1. ed. University of California Press, Berkeley. 1997. p. 351.

GREENE, H.W. Systematics and natural history, foundations for understanding and conserving biodiversity. **American Zoologist**, v. 34, p. 48-56, 1994.

GREENE, H.W., LOSOS, J.B. Systematics, natural history and conservation. **BioScience**, v. 38, p. 458-452, 1988.

GUAYASAMIN, J.M.; RIBAS, C.C.; CARNAVAL, A.C.; CARRILLO, J.D.; HOORN, C.; LOHMANN, L.G. *et al.* Evolution of Amazonian Biodiversity. *In*: NOBRE, C.; ENCALADA,

A.; ANDERSON, E.; ROCA, A.F.H.; BUSTAMANTE, M.; MENA, C. *et al.* (Org.). **Amazon Assessment Report 2021**. 2021. New York, United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. p.p. 1-42.

GUEDES, T.B.; ENTIAUSPE-NETO, O.M.; COSTA, H.C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, v. 12, n. 1, 56-161, 2023.

GUTBERLET, R.L.JR.; CAMPBELL, J.A. Generic recognition for a neglected lineage of South American pitvipers (Squamata: Viperidae: Crotalinae), with the description of a new species from the Colombian Chocó. **American Museum Novitates**, v. 3316, p. 1-15, 2001.

HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T.; MARTINS, M. Ecologia e história natural de uma taxocenose de serpentes no Núcleo Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, no Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p.173-184, 2009.

HAUGAASEN, T.; PERES, C.A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazonia, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 25-35, 2006.

HOGUE, A.R. Preliminary Account on Neotropical Crotalinae (Serpentes Viperidae). **Memorias do Instituto Butantan**, v. 32, p. 109-184, 1965.

JUNG, M.; ARNELL, A.; LAMO, X. Areas of global importance for conserving terrestrial biodiversity, carbon and water. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n.11, p. 1499-1509, 2021.

LANCINI, A.R. **Serpientes de Venezuela**. Caracas, Armitano, 1979. p. 262.

LIMA, A.C.S.F.; CAMPOS, C.E.C.; RIBEIRO, J.R. Perfil epidemiológico dos acidentes ofídicos no Estado do Amapá. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 3, p. 329-335, 2009.

LOVEJOY, T.E.; NOBRE, C. Amazon tipping point. **Science Advances**, v. 4, n. 2, p. eaat2340, 2018.

MACCARTNEY, J.M.; GREGORY, P.T.; LARSEN, K.W. A tabular survey of data on movements and home ranges of snakes. **Journal of Herpetology**, v. 22, p. 61-73, 1988.

MARQUES, O.A.V.; MARTINS, M.; DEVELEY, P.F.; MACARRÃO, A.; SAZIMA, I. The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. **Journal of Natural History**, v. 46, p. 885-895, 2012.

MARQUES, O.A.V.; MARTINS, M.; SAZIMA, I. A new insular species of pitviper from Brazil, with comments on evolutionary biology and conservation of the *Bothrops jararaca* group (Serpentes, Viperidae). **Herpetologica**, v. 58, p. 303-312, 2002.

MARTINS, M. Why do snakes sleep on the vegetation in Central Amazonia? **Herpetological Review**, v. 24, n. 1, p. 83-84, 1993.

MARTINS, M.; ARAUJO, M.S.; SAWAYA, R.J.; NUNES, R. Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). **Journal of Zoology**, v. 254, p. 529-538, 2001.

MARTINS, M.; MARQUES, O.A.V.; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT, G.W.; HÖGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. (Org.). **Biology of the Vipers**. 1 ed. Eagle Mountain, Eagle Mountain Publishing, 2002. p.p. 307-328.

MARTINS, M.; OLIVEIRA, M.E. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, p. 78-150, 1998.

MELACK, J.M.; HESS, L.L. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In: JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, F.; PAROLIN, P. (Orgs.). **Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management**. 2011 ed. Springer, Berlin, 2010. p.p. 43-59.

MELO-SAMPAIO, P.R.; MACIEL, J.M.L. *Bothrops atrox* (Common Lancehead, Jararaca). Habitat use. **Herpetological Review**, v. 49, n. 1, p. 124, 2018.

MONTEIRO, W.M.; CONTRERAS-BERNAL, J.C.; BISNETO, P.F.; SACHETT, J.; MENDONÇA DA SILVA, I.; LACERDA M.; *et al.* *Bothrops atrox*, the most important snake involved in human envenomings in the amazon: How venomics contributes to the knowledge of snake biology and clinical toxinology. **Toxicon**, v. 23, p. 6:100037, 2020.

MORAES, L.J.C.L.; RAINHA, R.N.; WERNECK, F.P.; OLIVEIRA, A.F.S.; GASCON, C.; CARVALHO, V.T. Amphibians and reptiles from a protected area in western Brazilian Amazonia (Reserva Extrativista do Baixo Juruá). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 62, p. e202262054, 2022.

MORENO, E.; QUEIROZ-ANDRADE, M.; LIRA-DA-SILVA, R.M. Características clínico-epidemiológicas dos acidentes ofídicos em Rio Branco, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 1, p. 15-21, 2005.

MOTA-DA-SILVA, A.; COLOMBINI, M.; MOURA-DA-SILVA, A.M.; SOUZA, R.M.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P. S. Ethno-knowledge and attitudes regarding snakebites, in the Alto Juruá region, western Brazilian Amazonia. **Toxicon**, v. 171, p. 66-77, 2019a.

MOTA-DA-SILVA, A.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. (2019c). Popular names for bushmaster (*Lachesis muta*) and lancehead (*Bothrops atrox*) snakes in the Alto Juruá region: repercussions for clinical-epidemiological diagnosis and surveillance. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 52, p. e-20180140, 2019c.

MOTA-DA-SILVA, A.; SACHETT, J.; MONTEIRO, W.M.; BERNARDE, P.S. Extractivism of palm tree fruits: A risky activity because of snakebites in the state of Acre, Western Brazilian Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 52, p. e-20180195, 2019b.

MYSTER, R.W. The physical structure of forests in the Amazon Basin: a review. **The Botanical Review**, v. 82, n. 4, p. 407-427, 2016.

NEILL, W.T. Notes on *Bothrops hyoprora* (Serpentes, Crotalidae). **Herpetologica**, v. 22, n. 3, p. 235-239, 1966.

OLIVEIRA, M.E.; MARTINS, M. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 8, p. 101-110, 2001.

PALMEIRIM, A.F.; FRAGA, F.; VIEIRA, M.V.; PERES, C.A. Species-Area Relationships Induced by Forest Habitat Fragmentation Apply Even to Rarely Detected Organisms. **Tropical Conservation Science**, v. 14, n. 9, p. 1-7, 2021.

PIERINI, S.V.; WARELL, D.A.; DE PAULO, A.; THEAKSTON, R.D.G. High incidence of bites and stings by snakes and other animals among rubber tappers and Amazonian Indians of the Juruá Valley, Acre state, Brazil. **Toxicon**, v. 34, p. 225-236, 1996.

POUGH, F.H.; HEISER, J.B.; JANIS, C.M. **A vida dos vertebrados**. 4 ed. São Paulo, Atheneu, 2008. p. 750.

SANDNER-MONTILLA F. **Mini Información Sobre Serpientes Venezolanas**. Caracas, Instituto Venezolano de Ofidiologia, 1994. p. 40.

SANTOS, M.C. Serpentes peçonhentas e ofidismo no Amazonas. In: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, O.S.F.; WEN, F.H.; MÁLAQUE, C.M.; HADDAD, JR. V. (Org.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2 ed. São Paulo, Sarvier, 2009. p.p. 132-142.

SAWAYA, R.J.; MARQUES, O.A.V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 127-148, 2008.

SAZIMA, I. Natural history of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J.A.; BRODIE, E.D. (Org.). **Biology of the pitvipers**. 1 ed. Texas, Selva Press, 1992. p.p. 199-216.

SAZIMA, I. Um estudo da biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 50, p. 83-99, 1988.

SILVA, F.M.; OLIVEIRA, L.S.; NASCIMENTO, L.R.; MACHADO, F.A.; PRUDENTE, A.L. Sexual dimorphism and ontogenetic changes of Amazonian pit vipers (*Bothrops atrox*). **Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology**, v. 271, p. 15-24, 2017.

SILVA, K.M.P.; SILVA, K.B.; SUEIRO, L.R.; OLIVEIRA, M.E.E.S.; ALMEIDA-SANTOS, S.M. Reproductive biology of *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae) from the Brazilian Amazon. **Herpetologica**, v. 75, p. 198-207, 2019.

SILVA, S.S.; FEARNside, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A.; BROWN, I.F.; ALENCAR, A.; MELO, A.W.F. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 312-322, 2018.

SILVEIRA, M.; TOREZAN, J.M.D.; DALY, D.C. Vegetação e diversidade arbórea da região do Alto Juruá. In: CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (Org.). **Enciclopédia da Floresta: O Alto Juruá: Práticas e Conhecimentos das Populações**. 1 ed. São Paulo, Companhia das Letras, 2002, p.p. 65-75.

SOUZA Jr., C.M.; SIQUEIRA, J.A.; SALES, M.H.; FONSECA, A.V.; RIBEIRO, J.G.; NUMATA, I. *et al.* Ten-year Landsat classification of deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 5, n. 11, p. 5493-5513, 2013.

SOUZA, J.R.D.; VENÂNCIO, N.M.; FREITAS, M.A.; SOUZA, M.B.; VERISSIMO, D. First record of *Bothriopsis taeniata* for the state of Acre, Brazil. **Check List**, v. 9, p. 430-431, 2013.

SOUZA, R.C.G. Aspectos clínicos do acidente laquétrico. *In*: CARDOSO, J.L.C.; FRANÇA, F.O.S.; WEN, F.H.; MÁLAQUE, C.M.S.; HADDAD, JR.V. (Org.). **Animais Peçonhentos no Brasil – biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2.ed. São Paulo, Sarvier, 2009. p.p. 96-107.

STEEN, D.A. Snakes in the grass: Secretive natural histories defy both conventional and progressive statistics. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 5, p. 183-188, 2010.

TURCI, L.C.B.; ALBUQUERQUE, S.; BERNARDE, P.S.; MIRANDA, D.B. Uso do hábitat, atividade e comportamento de *Bothriopsis bilineatus* e de *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) na floresta do Rio Moa, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 197-206, 2009.

TURCI, L.C.B.; MACHADO, R.A.; BERNARDE, P.S. Snake assemblage in a “terra firme” forest in the Upper Juruá region, western Brazilian Amazon. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 8, n. 1, p. 203-221, 2021.

UETZ, P.; FREED, P.; AGUILAR, R.; REYES, F.; KUDERA, J.; HOŠEK, J. **The Reptile Database**. 2024. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>. Acesso em: 23/04/2024.

VENEGAS, P.J.; CHÁVEZ-ARRIBASPLATA, J.C.; ALMORA, E.; GRILLI, P.; DURAN, V. New observations on diet of the South American two-striped forest-pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Hoge, 1966). **Cuadernos de herpetología**, v. 33, p. 29-31, 2019.

WALDEZ, F.; MENIN, M.; VOGT, R.C. Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 300-316, 2013.

WÜSTER, W., SALOMÃO, M. G., QUIJADA-MASCAREÑAS, J. A., THORPE, R. S. BBBSP. Origins and evolution of the South American pitviper fauna: evidence from mitochondrial DNA sequence analysis. *In*: SCHUETT, G.W.; HOGGREN, M.; DOUGLAS, M.E.; GREENE, H.W. (Org.). **Biology of the Vipers**, 2 ed. Utah, Eagle Mountain Publishing, 2002. p.p. 111-128.

ZAHER, H.; GRAZZIOTIN, F.G.; CADLE, J.E.; MURPHY, R.W.; MOURALEITE, J.C.; BONATTO, S.L. Molecular phylogeny of advanced snakes (Serpentes, Caenophidia) with an emphasis on South American Xenodontines: a revised classification and descriptions of new taxa. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 49, n. 11, p. 115-153, 2009.

ZANELLA, N.; CECHIN, S.Z. Taxocenose de serpentes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 211-217, 2006.

ZAPATA-RÍOS, G.; ANDREAZZI, C.S.; CARNAVAL, A.C.; DORIA, C.R.C.; DUPONCHELLE, F.; FLECKER, A. *et al.* Biological diversity and ecological networks in the Amazon. *In*: NOBRE, C.; ENCALADA, A.; ANDERSON, E.; ROCA, A.F.H.; BUSTAMANTE, M.; MENA, C. *et al.* (Org.). **Amazon Assessment Report 2021**. 2021. New York, United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. p.p. 1-50.

11 ANEXOS

11.1 COMPROVANTE DE ACEITE DO CAPÍTULO I



Vipers in the state of Acre, western Brazilian Amazon: a review

Viperídeos no estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira: uma revisão

Víboras en el estado de Acre, Amazonia occidental brasileña: una revisión

DOI: 10.55905/rdelosv17.n54-014

Originals received: 03/05/2024

Acceptance for publication: 04/01/2024

Wirven Lima da Fonseca

Master in Ecology and Natural Resource Management

Institution: Universidade Federal do Acre (UFAC)

Address: Rio Branco - Acre, Brazil

E-mail: wirvenlima.pw@outlook.com

11.2 COMPROVANTE DE ACEITE DO CAPÍTULO IV

Canadian Journal of Zoology Editorial Office
Canadian Science Publishing
1840 Woodward Drive, Suite 1,
Ottawa, ON
K2C 0P7
Canada
Phone: 343-803-3878
Fax: 613-656-9838
E-mail: cjz@cdnsiencepub.com
Website (NEW!): cdnsiencepub.com/journal/cjz

06-Jan-2022

Dear Dr. Bernarde (c.c. to all authors):

Subject: First report of male-male combat in free-ranging Amazonian lanceheads, *Bothrops atrox*

The above-mentioned manuscript has been accepted for publication as it stands presently. You will be contacted shortly by the Editorial Office via a separate e-mail message with instructions for providing any electronic Production Files and outstanding forms that may be required.

We strive to continuously improve our service to authors. We invite you to participate in a brief survey to share your experience of our submission and peer review process:
<https://www.surveymonkey.com/r/XTLFK7M>

Thank you for submitting your work to the Canadian Journal of Zoology.

Yours sincerely,

C. Audet/R.M. Bringham
Editors