

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JHENIFER RAMALHO DA PAZ

**CICLO REPRODUTIVO, DIMORFISMO SEXUAL E ANATOMIA DO
SISTEMA REPRODUTOR DA JARARACA *Bothrops leucurus* (WAGLER, 1824)
(SQUAMATA:VIPERIDAE) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO
CATOLÉ E FERNÃO VELHO, UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA
NO ESTADO DE ALAGOAS**

MACEIÓ – AL

2025

JHENIFER RAMALHO DA PAZ

**CICLO REPRODUTIVO, DIMORFISMO SEXUAL E ANATOMIA DO
SISTEMA REPRODUTOR DA JARARACA *Bothrops leucurus* (WAGLER, 1824)
(SQUAMATA:VIPERIDAE) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO
CATOLÉ E FERNÃO VELHO, UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA
NO ESTADO DE ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Ma. Selma Torquato da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Tamí Mott

MACEIÓ – AL

2025

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

- P348c Paz, Jhenifer Ramalho da.
Ciclo reprodutivo, dimorfismo sexual e anatomia do sistema reprodutor da jararaca *Bothrops leucurus* (Wagler, 1824) (Squamata: Viperidae) na área de proteção ambiental do Catolé e Fernão Velho, um remanescente de Mata Atlântica no estado de Alagoas / Jhenifer Ramalho da Paz. – 2025.
50 f. : il.
- Orientadora: Selma Torquato da Silva.
Coorientadora: Tamí Mott.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas : Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2025.
- Bibliografia: f. 41-47.
Apêndices: f. 48-50.
1. Biologia reprodutiva. 2. Serpentes. 3. Viperidae. 4. *Bothrops leucurus*.
5. Mata Atlântica. I. Título.

CDU: 568.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

JHENIFER RAMALHO DA PAZ

**CICLO REPRODUTIVO, DIMORFISMO SEXUAL E ANATOMIA DO SISTEMA
REPRODUTOR DA JARARACA *Bothrops leucurus* (WAGLER, 1824)
(SQUAMATA:VIPERIDAE) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CATOLÉ
E FERNÃO VELHO, UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO ESTADO
DE ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente

SELMA TORQUATO DA SILVA

Data: 21/05/2025 10:50:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora: Ma. Selma Torquato da Silva

(Universidade Federal de Alagoas - Museu de História Natural)

Coorientadora: Profa. Dra. Tamí Mott
(Universidade Federal de Alagoas)

Examinadora: Profa. Dra. Leonora Tavares Bastos
(Universidade Federal de Alagoas)

Examinadora: Priscilla Monteiro de Oliveira
(Universidade Federal de Alagoas - Museu de História Natural)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, à minha mãe, Maria Cícera, por sempre me apoiar e incentivar em todos os caminhos que decidi seguir, por tudo que fez e têm feito para que eu pudesse seguir o sonho de me tornar bióloga, por me animar, dar forças e sempre me dizer o quanto acredita em mim mesmo nos momentos em que eu duvidei de mim mesma. Você é o meu maior exemplo na vida e nada disso teria sido possível sem a senhora!

Ao meu pai, Rogeânio, por também me apoiar e incentivar em todos os caminhos que decidi seguir, que por mais difícil que a vida tenha sido nos últimos anos, nunca deixou de demonstrar o quanto também eram importantes para o senhor, as coisas que eram importantes para mim. O amor e os ensinamentos de vocês moldaram quem eu sou hoje (inclusive o gosto musical, principalmente a parte herdada do pai, desculpa mãe!) e sou eternamente grata por tudo! Amo vocês infinitamente!

Às minhas avós, Josefa e Maria do Socorro, meus irmãos, Jéssica e João Vítor, minhas tias, Ana Paula e Erivalda, por todo apoio sempre, amo vocês!

À Aline, minha amiga, esposa, parceira de vida, muito obrigada por ter me ajudado a passar por todos os momentos difíceis e estar ao meu lado na vida.

Aos meus colegas e amigos do Setor de Herpetologia, especialmente Gabriel, Thayná e Michelly, pelo companheirismo e por toda ajuda, a rotina de laboratório e pesquisa foram muito mais leves e divertidas graças a vocês. Vocês foram essenciais na minha jornada até aqui.

Aos meus amigos de graduação: Arthur, Fernando, João, Soraya, Tony, Mary, muito obrigada por todos os momentos alegres. Alana, Bruna, Nathan, Thays, Tadeu (apelidado carinhosamente de Santo Tadeus das causas impossíveis), vocês estiveram comigo nos melhores e piores momentos, muito obrigada.

À minha orientadora, Selma Torquato, por me aceitar no Setor de Herpetologia, por todo o aprendizado ao longo desses anos, pelas oportunidades e por toda parceria. Muito obrigada por todos os ensinamentos científicos e de vida, são coisas que levarei sempre comigo. A senhora é uma grande inspiração!

À minha coorientadora, Tamí Mott, por todo o conhecimento passado ao longo da graduação como professora, pelas oportunidades e por todas as contribuições para este trabalho.

À Universidade Federal de Alagoas pelo ensino público de qualidade, ao Museu de História Natural por ter sido como uma segunda casa durante esses anos e, ao Setor de Herpetologia pelo acolhimento, pelas experiências e todas as oportunidades que vieram através dele.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na minha formação, muito obrigada!

RESUMO

A biologia reprodutiva de serpentes é um campo essencial para a compreensão das estratégias adaptativas, incluindo os ciclos gonadais e padrões morfológicos associados à reprodução. A jararaca *Bothrops leucurus*, pertencente à subfamília Crotalinae (Viperidae), é uma serpente peçonhenta endêmica do Brasil, amplamente distribuída no Nordeste, onde atua como predadora em diferentes pontos do nicho trófico, exercendo um importante papel ecológico e é responsável por grande parte dos acidentes ofídicos registrados na região. Apesar de sua relevância, os estudos voltados à biologia reprodutiva ainda são escassos. Neste trabalho, a biologia reprodutiva de *Bothrops leucurus* foi analisada a partir de 53 indivíduos provenientes da coleção científica do MHN-UFAL, com foco em anatomia morfológica do sistema reprodutor, ciclos gonadais e tamanho de prole. Os exemplares foram coletados na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho (APACFV), em Alagoas. Os resultados revelaram dimorfismo sexual marcante, com fêmeas apresentando maior comprimento rostro-cloacal (CRC) e machos exibindo caudas proporcionalmente mais longas. A atividade reprodutiva mostrou-se sazonal, concentrada nos meses de maior pluviosidade (abril à agosto). Nos machos, indivíduos com ducto deferente enovelado (indicativo de espermatogênese e espermiogênese ativas) foram registrados preferencialmente durante a estação chuvosa, e observou-se correlação positiva entre o volume testicular e o CRC. Nas fêmeas, houve desenvolvimento folicular progressivo entre junho e agosto, com ocorrência de folículos em vitelogênese secundária e ovos nos ovidutos; a média do tamanho estimado da ninhada foi de 27 ± 7 . Casos de atresia folicular foram observados mesmo durante o período reprodutivo ativo. A umidade ambiental atua como fator fisiológico modulador do ciclo reprodutivo da espécie, indicando uma adaptação à sazonalidade climática da Mata Atlântica nordestina. Os dados obtidos corroboram os padrões de sazonalidade da atividade reprodutiva, de dimorfismo sexual e tamanho de ninhada, conhecidos para o gênero, evidenciando a conservação filogenética no clado e oferecem suporte a ações de manejo e conservação em áreas fragmentadas e sob intensa pressão antrópica.

Palavras-chave: Biologia reprodutiva. Serpentes. Viperidae. *Bothrops leucurus*. Mata Atlântica.

ABSTRACT

The reproductive biology of snakes is an essential field for understanding adaptive strategies, seasonal cycles and morphological patterns associated with reproduction. *Bothrops leucurus*, belonging to the subfamily Crotalinae (Viperidae), is a venomous snake endemic to Brazil, widely distributed in the Northeast, where it acts as an important predator and is responsible for most of the snakebites recorded in the region. Despite its medical and ecological importance, studies on its reproductive biology are still scarce. In this study, the reproductive biology of *Bothrops leucurus* was analyzed using 53 individuals from the MHN-UFAL scientific collection, focusing on morphological, seasonal and sexual patterns. The specimens were collected in the Catolé and Fernão Velho Environmental Protection Area (APACFV), in Alagoas. The results revealed marked sexual dimorphism, with females showing greater snout-vent length (SVL) and males showing proportionally longer tails. Reproductive activity was seasonal, concentrated in the months with the highest rainfall. In males, individuals with a coiled vas deferens (indicative of active spermatogenesis) were recorded preferentially during the rainy season, and there was a positive correlation between testicular volume and SVL. In the females, there was progressive follicular development between June and August, with the occurrence of follicles in secondary vitellogenesis and eggs in the oviducts; the average estimated clutch size was 27 ± 7 . Cases of follicular atresia were observed even during the active reproductive period. Environmental humidity apparently acts as a physiological factor modulating the reproductive cycle of the species, indicating an adaptation to the seasonal climate of the northeastern Atlantic Forest. The data obtained corroborates the patterns of seasonality of reproductive activity, sexual dimorphism and litter size known for the genus, highlighting phylogenetic conservation in the clade and offering support for management and conservation actions in fragmented areas under intense anthropic pressure.

Keywords: Reproductive biology. Serpents. Viperidae. *Bothrops leucurus*. Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico representando a riqueza mundial da ordem Squamata.	15
Figura 2: Gráfico representando a riqueza atual da ordem Squamata no Brasil.	16
Figura 3: Indivíduo adulto de <i>Bothrops leucurus</i>	20
Figura 4: Mapa de distribuição de <i>Bothrops leucurus</i> no território brasileiro, destacando dois registros para o Ceará. Retirado e modificado de Roll <i>et al.</i> , 2017.	21
Figura 5: Mapa de distribuição original do bioma Mata Atlântica (verde claro) no território brasileiro.	23
Figura 6: Mapa da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil, com delimitação dos municípios abrangidos. Imagem de satélite desta Unidade de Conservação.	26
Figura 7: Anatomia macroscópica do sistema reprodutor masculino de <i>Bothrops leucurus</i> da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil. (A) Vista dorsal do testículo esquerdo, com aspecto cilíndrico e alongado, localizado cranialmente ao rim. (B) Ducto deferente evidenciado com enovelamento acentuado na porção caudal, onde se apresenta mais espesso.	31
Figura 8: Regressão linear entre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e o volume testicular em machos de <i>Bothrops leucurus</i> . Distribuição dos indivíduos em função do CRC (mm) e volume testicular (mm ³), seguindo a linha de média. Os pontos azuis representam indivíduos com ducto deferente enovelado, indicativo de atividade reprodutiva, os pontos pretos indicam indivíduos imaturos.	32
Figura 9: Fêmeas de <i>Bothrops leucurus</i> coletadas na Área de Proteção Ambiental Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil apresentando folículos primários e secundários (A) e oviduto preguiado (B).	33
Figura 10: Variação sazonal do comprimento (em mm) do maior folículo ovariano (círculos cinza) em V1 (abaixo da linha pontilhada) e V2 (acima da linha pontilhada) e dos ovos (círculos laranja) de fêmeas de <i>Bothrops leucurus</i> coletadas na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil.	34
Figura 11: Fêmeas de <i>Bothrops leucurus</i> coletadas na Área de Proteção Ambiental Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil, apresentando ovos atrésicos nos ovidutos. Fêmeas coletadas na estação chuvosa com Comprimento Rostro Cloacal de 1.035 e 970 mm em A e B.	35

Figura 12: Estágios reprodutivos de *Bothrops leucurus* ao longo do ano em relação à precipitação pluviométrica na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil. NR: indivíduos não reprodutivos; MR: machos reprodutivos; V1: fêmeas em vitelogênese primária; V2: fêmeas em vitelogênese secundária e; Prec: precipitação..... 36

Figura 13: Análise de Componentes Principais utilizando os caracteres morfométricos: Comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CCAB) e comprimento da cauda (CC) de *Bothrops leucurus* da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, município de Maceió, estado de Alagoas, Brasil. 38

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice: Lista com as informações de tombo e coleta dos espécimes de <i>Bothrops leucurus</i> utilizados.	48
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Biologia reprodutiva das serpentes.....	12
1.2 Papel da biologia reprodutiva na conservação	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 As serpentes da mata atlântica	14
2.2 Viperídeos e o gênero <i>Bothrops</i>	17
2.3 A Mata Atlântica.....	22
3. OBJETIVO	25
3.1 Objetivo geral	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Área de estudo	25
4.2 Obtenção da amostra	27
4.3 Análise morfológica	27
4.4 Ciclo reprodutivo dos machos	27
4.5 Ciclo reprodutivo das fêmeas	28
4.6 Análise dos dados	28
4.6.1 Anatomia do sistema reprodutor e ciclo reprodutivo.....	28
4.6.2 Dimorfismo sexual	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Anatomia do sistema reprodutor e ciclo reprodutivo.....	30
5.1.1 Machos.....	30
5.1.2 Fêmeas	33
5.2 Sazonalidade do ciclo reprodutivo	36
5.3 Dimorfismo sexual	37
6. CONCLUSÃO.....	39

REFERÊNCIAS	41
-------------------	----

1. INTRODUÇÃO

1.1 Biologia reprodutiva das serpentes

Conhecer a biologia reprodutiva de uma espécie é fundamental para compreender a ecologia, a dinâmica populacional e as estratégias adaptativas de serpentes em ambientes naturais, visto que é através da fertilização que os genes são passados para as próximas gerações (Shine, 2003; Van Dyke *et al.*, 2014). Entretanto, o comportamento discreto e a baixa abundância da maioria das espécies de serpentes dificultam seu encontro em áreas naturais (Shine, 2003; Steen, 2010). Apenas, nas últimas décadas as serpentes passaram a ser mais intensivamente estudadas quanto à sua ecologia e comportamento (Shine e Bonnet, 2003; Almeida-Santos *et al.*, 2014). De fato, estudos sobre aspectos da biologia reprodutiva de serpentes têm crescido recentemente, principalmente, pela disponibilidade de espécimes testemunhos depositados em coleções científicas (Almeida-Santos *et al.*, 2014).

A biologia reprodutiva das serpentes compreende uma variedade de aspectos como modos reprodutivos, ciclos reprodutivos, fecundidade, tamanho da ninhada, idade em que os indivíduos atingem a maturidade sexual, comportamentos reprodutivos (como os de combate intrasexual e cuidado parental) e dimorfismo sexual (Almeida-Santos *et al.*, 2014).

Dentre as cerca de 12 mil espécies de “répteis” (excluindo aves) conhecidas atualmente, as serpentes estão incluídas na ordem Squamata que se destaca como a mais numerosa, representando aproximadamente 95% dessa diversidade (Uetz *et al.*, 2024). Essa ordem, que inclui além das serpentes, as anfisbênias e os lagartos, apresenta um conjunto de características morfológicas e reprodutivas que a distingue dos demais grupos, como a presença de escamas epidérmicas, uma fenda cloacal transversal e a presença de hemipênis (estruturas pares de cópula em machos). Os Squamata se dividem em dois clados baseados em caracteres morfológicos, Iguania (língua mole, se alimentam utilizando a língua) e Scleroglossa (língua dura, se alimentam utilizando a mandíbula) e podem apresentar como estratégia reprodutiva tanto a oviparidade quanto a viviparidade, com essa variação estando muitas vezes relacionada a fatores ambientais, como a temperatura e a disponibilidade de abrigo para os ovos ou filhotes (Pough *et al.*, 2008).

As serpentes apresentam corpo cilíndrico e seus órgãos reprodutivos possuem particularidades anatômicas, como disposição assimétrica, sendo comumente os órgãos do lado direito do corpo craniais e mais desenvolvidos em comparação com os do lado esquerdo. Nas fêmeas o trato reprodutivo é composto por dois ovários alongados com dois ovidutos adjacentes a estes, os ovidutos se estendem ao longo do corpo da fêmea, e são divididos em três partes: infundíbulo (parte cranial mais próxima ao ovário), útero (onde são desenvolvidos os ovos ou embriões) e vagina (parte caudal que se abre na cloaca). O trato reprodutivo dos machos é composto por um par de testículos de formato ovalado, o direito cranial ao esquerdo, que se conectam aos ductos deferentes, tubos de aspecto fino e liso (quando não há atividade reprodutiva) ou enovelado (quando há atividade reprodutiva). Estes ductos transportam os espermatozoides e se estendem ao longo do corpo até a cloaca, que por sua vez é uma câmara que libera o esperma para os hemipênis, órgãos intromitentes pares que se entumescem e se evertem para fora do corpo, a partir da abertura da cloaca, durante a cópula. Quando em repouso, os hemipênis ficam murchos e invertidos, dentro da cauda. O tamanho dos testículos dos machos pode variar sazonalmente, sendo este aumento um indicativo da sua fase de espermatogênese (Lillywhite, 1987; Almeida-Santos, 2006).

O ciclo reprodutivo das serpentes é um processo composto por diversos elementos, que pode ser influenciado por fatores endócrinos e ambientais e que varia entre as espécies, dependendo também do modo reprodutivo (Shine, 2003; Almeida-Santos *et al.*, 2014). O ciclo compreende a gametogênese: espermatogênese e vitelogênese (desenvolvimento dos gametas masculinos e femininos, respectivamente, espermatozoides e ovócitos), cópula, gestação e nascimento dos filhotes ou postura dos ovos (Sever e Hamlett, 2002). A atividade reprodutiva pode apresentar padrão sazonal, com picos reprodutivos em determinadas épocas do ano (período seco ou chuvoso, por exemplo), ou padrão não sazonal, com atividade reprodutiva ocorrendo ao longo do ano, podendo ser influenciada por fatores como o clima ou disponibilidade de recursos (Shine, 1994), mas entre essas duas extensões de ciclo há, na verdade, um gradiente de variação. Nas fêmeas, é possível encontrar folículos em diferentes estágios de vitelogênese: primária (crescimento mais lento com depósito de proteínas, lipídios e cálcio e geralmente de cor esbranquiçada) e secundária (crescimento acelerado, iniciando o acúmulo de vitelo e ainda proteínas, lipídios, cálcio e fosfoproteínas, e geralmente de cor mais amarelado), sendo a vitelogênese secundária um indicativo de fêmeas

sexualmente maduras (Aldridge, 1979; Pizzato e Marques, 2002; Almeida-Santos *et al.*, 2014).

1.2 Papel da biologia reprodutiva na conservação

O conhecimento sobre a biologia reprodutiva de uma espécie é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação (Seigel e Ford, 1987; Shine, 2003). Essa importância torna-se ainda mais evidente em regiões onde áreas naturais protegidas estão cada vez mais próximas de áreas urbanas. Nesses contextos, o aumento dos encontros entre seres humanos e serpentes, frequentemente resulta em conflitos, muitas vezes motivados pelo medo e pela desinformação (Teixeira *et al.*, 2016). Estudar os ciclos reprodutivos de serpentes permite, por exemplo, entender que durante seu período reprodutivo, estes animais aumentam sua atividade, aumentando os encontros com seres humanos (Brasil, 2009) e a partir disso, planejar ações que contribuam para prevenir acidentes e promover uma convivência harmoniosa com a fauna silvestre. As serpentes exercem um papel ecológico fundamental como predadoras, regulando populações de roedores, anfíbios, artrópodes, moluscos, peixes e até de outras serpentes (Lillywhite, 1987; Martins, Marques e Sazima, 2002; Campbell e Lamar, 2004), o que reforça sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas.

No caso de *Bothrops leucurus*, uma espécie de jararaca que ocorre na Mata Atlântica, é comumente encontrada em determinadas épocas do ano em áreas urbanas próximas a remanescentes florestais (Campbell e Lamar, 2004; Lira-da-Silva, 2009), isso tem se tornando ainda mais frequente diante da crescente perda de hábitat e da fragmentação da vegetação dessa ecorregião, uma das mais ricas em biodiversidade e uma das mais ameaçadas do mundo (Ribeiro *et al.*, 2009; Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2023).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As serpentes da Mata Atlântica

Os “répteis” atuais (Classe Reptilia), excluindo as aves, constituem um grupo de vertebrados amniotas amplamente distribuídos e adaptados a diferentes ambientes,

caracterizados pela presença de escamas epidérmicas, respiração pulmonar e regulação térmica dependente de fonte externa de calor (ectotermia). Atualmente há cerca de 12 mil espécies conhecidas no mundo (Uetz *et al.*, 2025), sendo representadas pelos Testudines (tartarugas, cágados e jabutis), Crocodylia (crocodilos e jacarés) e Squamata (“lagartos”, anfisbenas e serpentes) (Pough *et al.*, 2008; Zaher *et al.*, 2011; Roll *et al.*, 2017). A ordem Squamata destaca-se como a mais numerosa (Figura 1), representando aproximadamente 95% dessa diversidade (Uetz *et al.*, 2025). Mundialmente, os “lagartos” representam a maior porcentagem da riqueza de Squamata (Figura 1). A presença de aspas em lagartos representa que este grupo não é um agrupamento monofilético de acordo com as filogenias recentes de Pyron *et al.* (2013).

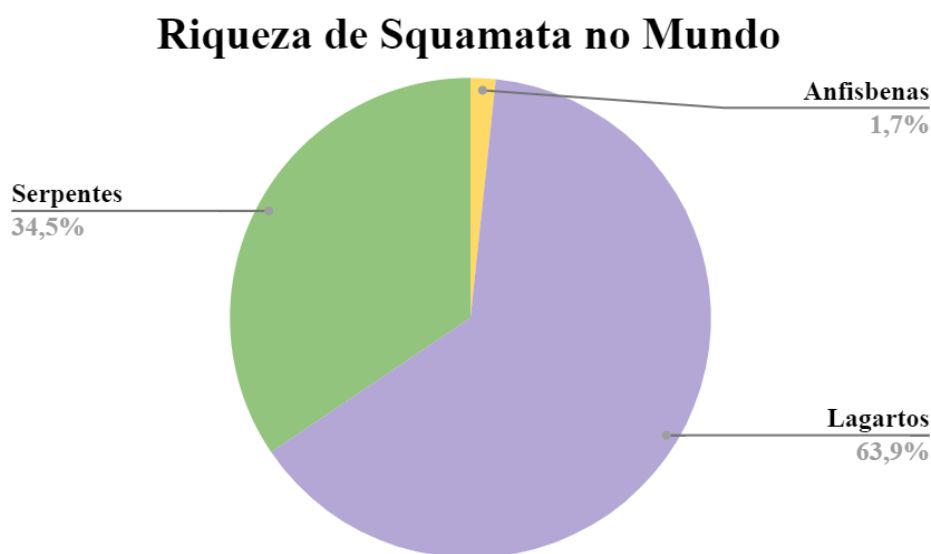


Figura 1: Gráfico representando a riqueza mundial da ordem Squamata.

Fonte: Elaboração própria

No Brasil, o terceiro país que apresenta maior riqueza de “répteis” do planeta, são conhecidas 856 espécies, sendo 39 de Testudines, 6 de Crocodylia e 811 de Squamata e dentre estas, as serpentes que se destacam com a maior porcentagem de riqueza, com cerca de 435 espécies descritas, representando um dos grupos mais numerosos e diversos da herpetofauna brasileira (Guedes *et al.*, 2023) (Figura 2).

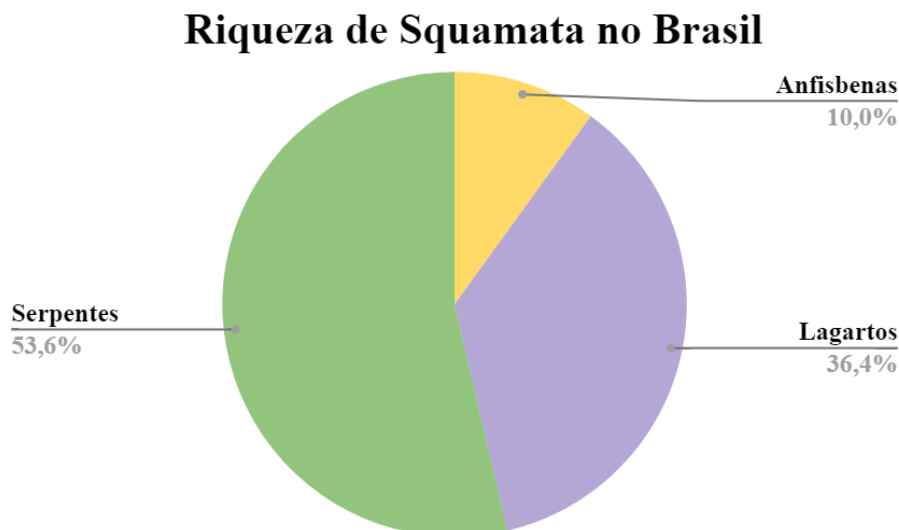


Figura 2: Gráfico representando a riqueza atual da ordem Squamata no Brasil.

Fonte: Elaboração própria

Apesar dos números elevados, estima-se que a verdadeira diversidade de “répteis” no país ainda esteja subestimada. Zaher *et al.*, (2011) já indicava que novas espécies ainda seriam descritas, o que se confirmou ao longo da última década. De 2011 a 2025, por exemplo, foram registradas 75 novas espécies, superando os 58 registros anteriores entre 2011 e 2017 (Uetz *et al.*, 2025; Guedes *et al.*, 2023). Ainda, no ano de 2022 duas novas espécies de serpentes foram descritas para o gênero *Bothrops* no Brasil, a *Bothrops germanoi* Barbo, Booker, Duarte, Chaluppe, Portes-Junior, Franco, Grazziotin, 2022 e *Bothrops jabrensis* Barbo, Grazziotin, Pereira-Filho, Freitas, Abrantes, Kokubum, 2022, o que revela a contínua ampliação do conhecimento sobre o grupo e reforça a necessidade de mais estudos sistemáticos e conservacionistas.

As serpentes têm papel ecológico de destaque, especialmente como predadoras em diferentes níveis da cadeia trófica, principalmente nos ecossistemas tropicais megadiversos, como os da Mata Atlântica. Diversas espécies são importantes predadoras de topo de cadeia, exercendo influência direta no controle populacional de presas e na estabilidade das comunidades ecológicas (Martins, Marques e Sazima, 2002; Almeida-Santos *et al.*, 2021). As serpentes de porte menor, atuam como consumidoras secundárias, alimentando-se de invertebrados e pequenos vertebrados, contribuindo de forma significativa para o equilíbrio dos ecossistemas (Seigel, Collins e Novak, 1987). Algumas, ainda apresentam hábitos alimentares especializados, como por exemplos *Dipsas mikanii*

que se alimenta exclusivamente de moluscos ou *Xenodon merremi* que se especializou em anfíbios (Céspedes *et al.*, 2014; Pilatos *et al.*, 2020), e o estreitamento de nicho, característico em regiões de elevada diversidade, pode aumentar a vulnerabilidade frente à perda de habitat.

No campo socioeconômico, o estudo da composição e do efeito das toxinas de diversas espécies de serpentes culminou na produção de substâncias bioativas utilizadas pela indústria, que atuam como fármacos, sendo este um dos exemplos mais claros da aplicação do conhecimento sobre a biodiversidade em benefício da saúde humana (Martins e Molina, 2008). Espécies como as jararacas do gênero *Bothrops* seguem sendo alvo de estudos toxicológicos e farmacológicos com grande repercussão científica e médica (ver Opie e Kowolik, 1995; Amaral *et al.*, 2004; Luft, 2008; Santos, Fortes-Dias e Santos, 2017). Ainda, apesar de tal importância, o ofidismo é um agravo negligenciado, de acordo com Bhaumik *et al.*, (2023) causando a morte de 81.000 a 138.000 pessoas por ano em todo o mundo.

As formações florestais do estado de Alagoas representam atualmente os mais significativos remanescentes do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) da Mata Atlântica, uma área com alta diversidade e que abriga diversas espécies raras e endêmicas. Afunilando para serpentes, o CEP abriga cerca de 88 espécies, sendo sete delas endêmicas (Pereira Filho *et al.*, 2023). As serpentes da Mata Atlântica alagoana apresentam ampla variação em suas distribuições geográficas, desde espécies estritamente endêmicas (restritas a um único fragmento de floresta, por exemplo, *Bothrops muriciensis*, endêmica da ESEC de Murici) (Dubeux *et al.*, 2022), até aquelas com ampla dispersão por diferentes biomas e formações vegetais (por exemplo, *Leptodeira tarairiu*, amplamente distribuída no Brasil (Guedes *et al.*, 2023). Essa riqueza taxonômica, somada à diversidade ecológica e funcional das serpentes, reforça a urgência por estratégias de conservação voltadas para esse grupo, ainda frequentemente negligenciado nas políticas públicas e nas discussões ambientais.

2.2 Viperídeos e o gênero *Bothrops*

Viperidae é uma família de serpentes peçonhentas amplamente distribuída por quase todo o mundo, exceto na Austrália e na região ártica (Campbell e Lamar, 2004). É dividida em três subfamílias: Azemiopinae (víboras de Fea), Viperinae (víboras

verdadeiras distribuídas pelo velho mundo) e, Crotalinae (as “víboras de fosseta” distribuídas pelo novo mundo), sendo esta última a mais numerosa e a que abriga o gênero *Bothrops* (Oliveira, 2013; Carrasco *et al.*, 2023). Esta subfamília é caracterizada taxonomicamente pela presença da fosseta loreal desenvolvida (estrutura presente apenas nos viperídeos que atua como um órgão termorreceptor), escamas dorsais quilhadas e coloração críptica (Wüster *et al.*, 2005; Oliveira, 2013; Carrasco *et al.*, 2023). Possui dentição do tipo solenóglifa (presas móveis e situadas na região anterior da maxila) especializada na inoculação de peçonha (Nogueira *et al.*, 2003).

Dentro dessa subfamília, destaca-se o gênero *Bothrops*, que reúne a maior parte das serpentes popularmente conhecidas no Brasil como jararacas. Trata-se de um dos gêneros mais diversos e amplamente distribuídos entre as serpentes peçonhentas neotropicais, com mais de 40 espécies atualmente reconhecidas (Uetz *et al.*, 2025), sendo dividido nos grupos *alternatus*, *atrox*, *neuwiedi*, *jararaca*, *jararacussu*, *taeniatus* e *osbornei* (Oliveira, 2013; Carrasco *et al.*, 2016, 2023). As espécies de *Bothrops* apresentam considerável diversidade morfológica, ecológica e comportamental, que é o reflexo da sua ampla capacidade adaptativa a diferentes ambientes (Carrasco *et al.*, 2016; Campos *et al.*, 2019), indo de áreas naturais de florestas tropicais, formações abertas como o Cerrado e a Caatinga, até áreas já atingidas pela antropização, como zonas rurais e fragmentos florestais próximos vizinhos a centros urbanos, indicando plasticidade ecológica para o gênero (Hartmann *et al.*, 2003; Fraga *et al.*, 2013; Rojas e Almeida-Santos, 2014; Campos *et al.*, 2019). Tal capacidade adaptativa é um dos fatores que contribuem para o sucesso evolutivo do grupo (Fenker *et al.*, 2014) e aponta a importância de se considerar a diversidade de habitats na conservação destes animais. As espécies apresentam, em maioria, atividade noturna, possuindo hábitos que podem ser terrestres (ex. *Bothrops neuwiedi*), semi-arborícolas (ex. *Bothrops jararaca*) e também arborícolas (*Bothrops bilineatus*). Quando juvenis predam animais ectotérmicos (anuros, lagartos, lacraias) e quando adultos passam a preda animais endotérmicos (aves e pequenos mamíferos), demonstrando uma mudança ontogenética em sua dieta, tornando-as predadoras importantes em seus ecossistemas (Martins, Marques e Sazima, 2002). Ademais, em condições específicas, podem se tornar especialistas em algum tipo de presa, como é o caso de *Bothrops insularis*, que se alimenta exclusivamente de aves devido a sua condição de endemismo na ilha Queimada Grande do estado de São Paulo, Brasil (Marques *et al.*, 2012).

No Brasil, por exemplo, representantes do gênero *Bothrops* são encontrados em todos os biomas, desde a Amazônia até a Caatinga, o que ressalta sua capacidade de adaptação ecológica (Turci *et al.*, 2009). Além disso, muitas dessas serpentes são predadoras oportunistas, alimentando-se de uma variedade de vertebrados e, ocasionalmente, invertebrados, contribuindo para o controle natural de populações de presas e para o equilíbrio ecológico (Martins, Marques e Sazima, 2002). Como para a maioria os viperídeos neotropicais, a reprodução em serpentes do gênero *Bothrops* é tipicamente vivípara, ou seja, o desenvolvimento embrionário ocorre no interior do corpo materno, culminando no nascimento de filhotes já desenvolvidos. Essa característica está associada às vantagens adaptativas em ambientes tropicais e sazonais, onde a temperatura e a umidade influenciam diretamente o sucesso reprodutivo (Shine, 2003). Além da viviparidade, a existência de um ciclo sazonal é uma condição conservada no gênero *Bothrops*, evidenciando a influência filogenética na biologia reprodutiva do clado (Bisneto e Kaefer, 2019).

Bothrops leucurus (Wagler, 1824) (Figura 3) está inserida no grupo *atrox*, juntamente com *B. caribbaeus*, *B. lanceolatus*, *B. asper*, *B. marajoensis*, *B. moojeni* e *B. atrox* (Carrasco *et al.*, 2023), é popularmente conhecida como jararaca-malha-de-sapo ou jararaca-da-cauda-branca (do grego leuco= branco e, oura= cauda). Possui hábito terrestre e noturno, alcança médio porte (259-1.850 mm) e é endêmica do Brasil, com registros de ocorrência para a região sul do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (Campbell e Lamar, 2004; Lira-da-Silva *et al.*, 2009; Nogueira *et al.*, 2019) (Figura 4).



Figura 3: Indivíduo adulto de *Bothrops leucurus*.

Fonte: Michelly Cordeiro, 2025.

Bothrops leucurus é a espécie de jararaca predominante no Nordeste, onde ocupa principalmente fragmentos de Mata Atlântica e áreas de transição com a Caatinga e o Cerrado (Campos *et al.*, 2010; Oliveira, 2013; Santos-Costa *et al.*, 2021), além de ambientes afetados por ação antrópica, como áreas peridomiciliares (Lira-da-Silva, 2009; Carrasco *et al.*, 2016).

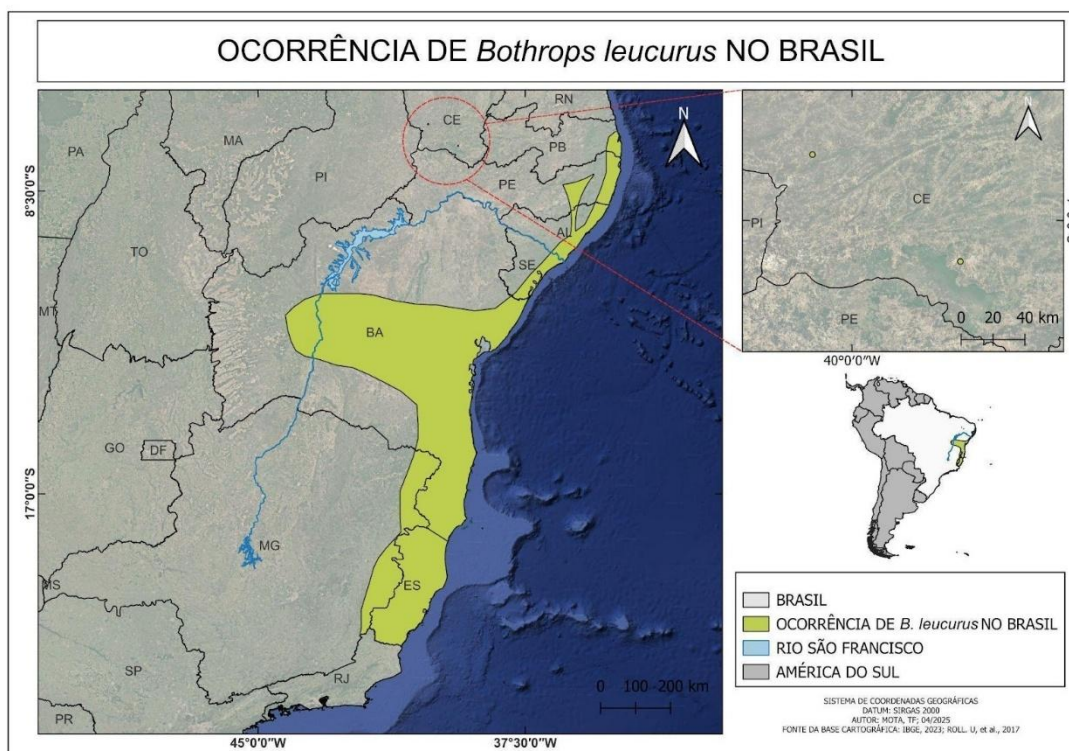


Figura 4: Mapa de distribuição de *Bothrops leucurus* no território brasileiro, destacando dois registros para o Ceará. Retirado e modificado de Roll et al., 2017.

Fonte: Thayná Mota, 2025.

Estudos voltados para *B. leucurus* abordam sobre a dieta, reprodução, composição de veneno, engodo caudal, dentre outras temáticas (ver Sant'anna *et al.*, 2001; Carvalho-Junior e Nascimento, 2005; Lira-da-Silva, 2009; Fagundes *et al.*, 2009; Freitas e Silva, 2011; Jesus, 2011; Carrasco *et al.*, 2016), mas ainda são insuficientes, principalmente porque não contemplam as diferentes populações ao longo da distribuição da espécie. Os estudos voltados à reprodução, têm indicado um padrão sazonal, com maior registro de atividade reprodutiva durante os meses mais quentes e chuvosos (abril a agosto) do ano (Oliveira, 2013; Barros *et al.*, 2014) o que favorece tanto a disponibilidade de presas quanto a sobrevivência dos neonatos (Pizzato e Marques, 2002; Barros *et al.*, 2014). O conhecimento sobre aspectos reprodutivos como o período reprodutivo, o tamanho da ninhada, ocorrência de dimorfismo sexual e idade em que os indivíduos atingem a maturidade sexual é fundamental para traçar estratégias de conservação, especialmente em regiões impactadas por fragmentação de habitat e expansão urbana desordenada. Além disso, aspectos reprodutivos podem diferir nas populações que experimentam diferentes condições ambientais presentes nas diversas ecorregiões do país. Portanto, os

conhecimentos gerados acerca dos aspectos reprodutivos das espécies são essenciais para avaliar a resiliência das populações silvestres frente aos distúrbios ambientais e às mudanças climáticas (Santos-Costa *et al.*, 2021) ao longo da sua distribuição. A frequente presença desta espécie peçonhenta em áreas urbanas, somada à taxa de acidentes que ela promove no nordeste do Brasil, coloca *B. leucurus* em uma posição de urgência para a realização de estudos que aprofundem o conhecimento sobre sua biologia e ecologia, essenciais para planejar o manejo da espécie (Bahia *et al.*, 2022).

2.3 A Mata Atlântica

A Mata Atlântica é uma ecorregião composta por um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que se estendem por toda a costa brasileira (3°– 31°S e 35°– 60°O) (Figura 5). Abriga mais de 20.000 espécies vegetais, 1.025 de aves, 719 de anfíbios, 517 de répteis e cerca de 348 de mamíferos, incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Figueiredo *et al.*, 2021).

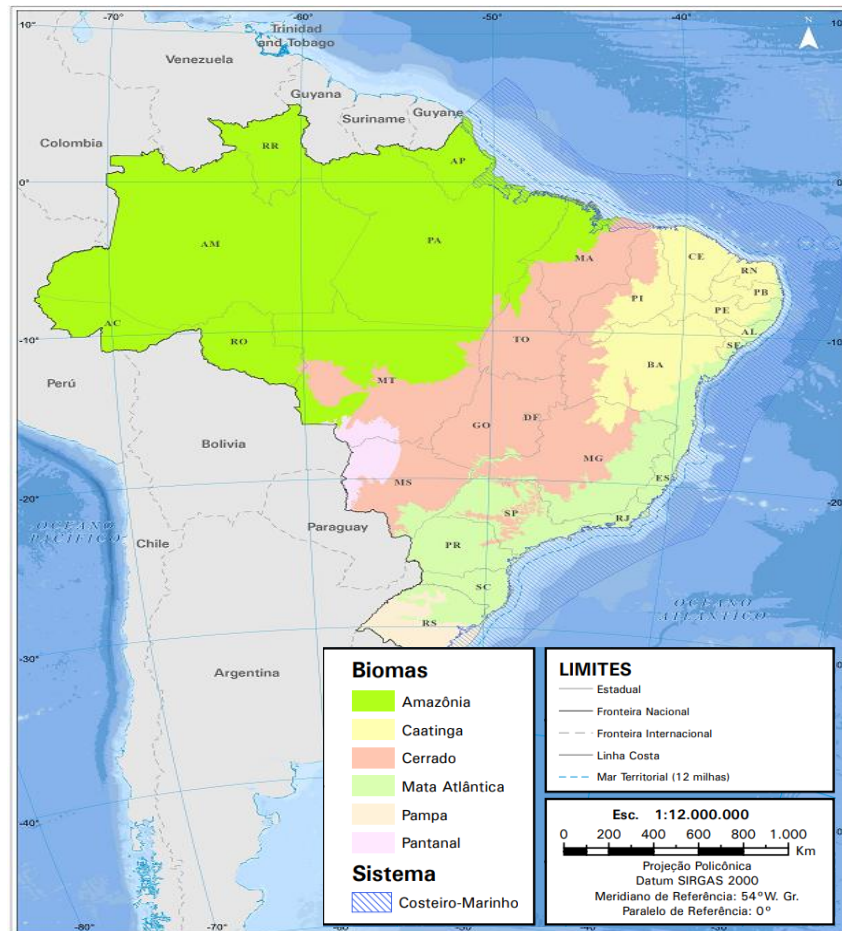


Figura 5: Mapa de distribuição original do bioma Mata Atlântica (verde claro) no território brasileiro.

Fonte: IBGE, 2024

O alto grau de endemismo associado à perda da sua cobertura original fez com que a Mata Atlântica fosse incluída na lista dos 36 *hotspots* de biodiversidade do planeta (Critical Ecosystem Partnership Fund, 2024), ou seja, uma das ecorregiões prioritárias para a conservação em todo o mundo. Ademais, esta ecorregião foi decretada Patrimônio Nacional e Reserva da Biosfera pela Unesco, desde o ano de 2000 (Myers *et al.*, 2000). Entretanto, sua conservação é um grande desafio pois, a região abriga cerca de 72% da população brasileira, gera 80% do PIB nacional com as atividades de agricultura, pesca, geração de energia, turismo e lazer (Galindo-Leal e Câmara, 2003; SOS Mata Atlântica, 2023). Além disso, comporta as nove maiores bacias hidrográficas do país e três dos maiores centros urbanos do continente sul americano (SOS Mata Atlântica, 2018).

A ocupação do território brasileiro pelos colonizadores europeus se deu pela costa oriental, sendo, portanto, a Mata Atlântica a ecorregião historicamente mais explorada e habitada do Brasil (Coimbra-Filho e Câmara, 1996). Diferentes ciclos de exploração e sucessivas pressões antrópicas geraram uma drástica redução da sua cobertura vegetal original. De fato 87,6 %, de sua área já foi perdida (SOS Mata Atlântica, 2018), restando apenas fragmentos florestais (remanescentes de vegetação natural) intercalados por áreas modificadas pela ação humana ou acidentes naturais que podem diminuir substancialmente o fluxo de animais, pólen ou sementes restritas às florestas (Viana, 1990).

Ao longo da abrangência da Mata Atlântica, relevo, clima e fitofisionomias variam, assim como a distribuição da biota, com áreas nucleares que exibem singularidades da composição da fauna. Do ponto de vista biogeográfico, estas são as áreas de endemismo que, segundo Ribeiro *et al.*, (2009) formam oito sub-regiões biogeográficas da Mata Atlântica. A sub-região biogeográfica de Pernambuco (BSR Pernambuco), também chamada de Centro de Endemismo Pernambuco, situada ao norte do rio São Francisco, é a mais desmatada (menos que 12% da cobertura), menos protegida (menos que 1,2% está localizado em unidades de conservação) e a menos conhecida (Ribeiro *et al.*, 2009). Dentre os estados brasileiros incluídos no BSR Pernambuco, Alagoas se destaca pois agrega os mais importantes remanescentes, que apesar de representarem apenas 4% da cobertura original, apresentam grande diversidade biológica, explícita na riqueza de espécies, dentre as quais muitas são endêmicas e outras que ainda faltam ser formalmente descritas (Moura, 2006; Pereira Filho *et al.*, 2023).

Além disso, o estado de Alagoas possui matas muito heterogêneas, implicando a necessidade de preservação, sob pena de se perder espécies de ocorrência exclusiva, em um ou outro habitat (Moura, 2006). Como agravante, a taxa de desmatamento no referido estado cresceu 38,8% no período de 2022 a 2023, tendo um aumento de 301 para 408 ha., evidenciando a necessidade de fortalecimento de ações de conservação no estado (SOS Mata Atlântica, 2024).

Neste contexto, o presente trabalho investiga os aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops leucurus* em um remanescente de Mata Atlântica no estado de Alagoas, a Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho (APACFV), analisando variáveis morfológicas e ecológicas associadas à reprodução desta espécie. Ademais, esta contribuição para o conhecimento científico sobre a história natural da jararaca *Bothrops*

leucurus para o estado de Alagoas, é inédita e irá fortalecer as bases para ações de conservação desta espécie na região.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Descrever aspectos da reprodução de machos e fêmeas de *Bothrops leucurus* da APACFV.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o ciclo reprodutivo dos machos e fêmeas.
- Determinar o tamanho da ninhada e época de recrutamento
- Avaliar se há dimorfismo sexual considerando o comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cauda (CC) e comprimento da cabeça (CCab).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A APACFV possui uma área total de 3.817 hectares (37,780 km²) e abrange os municípios de Maceió, Rio Largo, Satuba, Coqueiro Seco e Santa Luzia do Norte (Figura 6). Foi criada a partir da Lei Estadual nº 5.347 de 1992 como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, visando a partir disso promover a preservação das características de seus ambientes naturais, bem como sua fauna e flora, ao tempo que permite o desenvolvimento sustentável da região nos entornos da APA e atividades de turismo ecológico e educação ambiental, contanto que sejam asseguradas as condições de reprodução de flora e fauna nativas (IMA 2019; 2020).

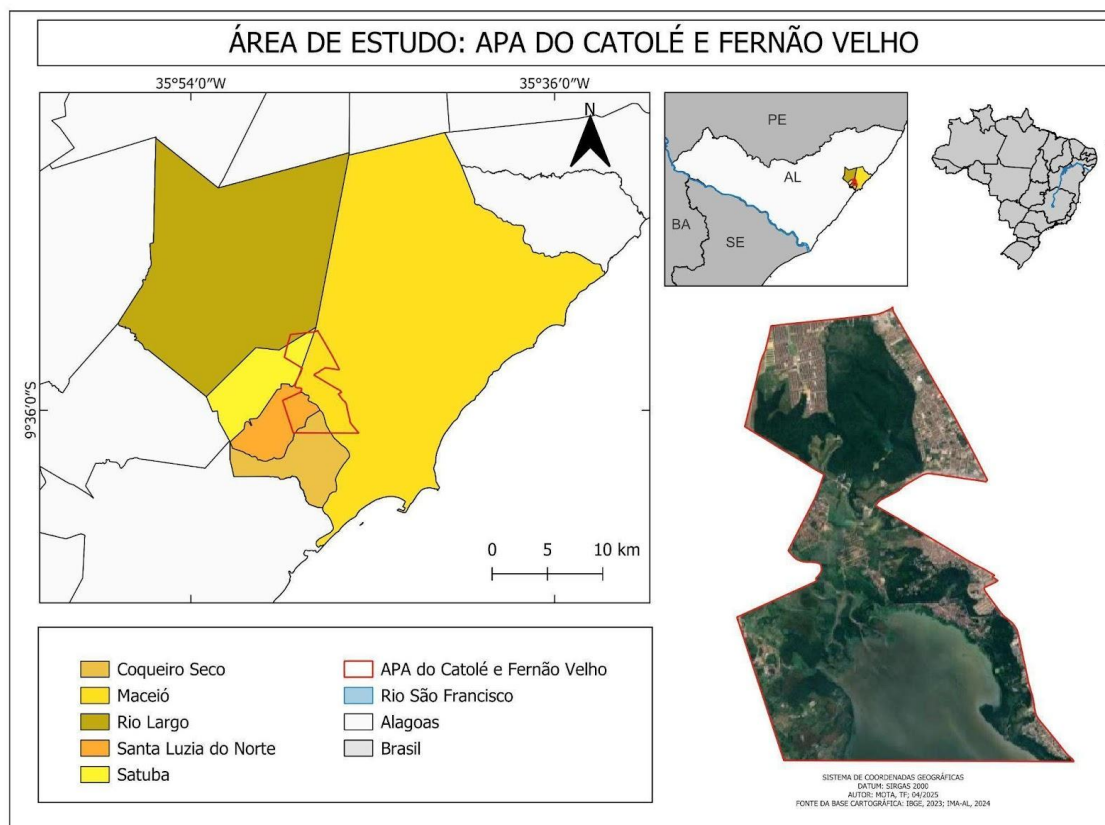


Figura 6: Mapa da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil, com delimitação dos municípios abrangidos. Imagem de satélite desta Unidade de Conservação.

Fonte: Thayná Mota, 2025

A APACFV encontra-se inserida na região de influência do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, o CELMM, que é considerado um dos ecossistemas costeiros mais relevantes do estado de Alagoas (IMA, 2019), e contribui de forma direta para a manutenção do CELMM, funcionando como uma espécie de recarga hídrica, protegendo as nascentes que são de suma importância para o equilíbrio hidrológico da região (IMA, 2019). Seu clima varia de úmido a subúmido e é possível verificar uma irregularidade na distribuição das precipitações ao longo do ano, tendo geralmente seu período de chuvas compreendido de abril a junho e o período mais seco, de outubro a dezembro (IMA, 2019).

A ocorrência de fragmentos de floresta ombrófila e cerrado, manguezais e várzeas/brejos justapostos dentro da APACFV permite uma conectividade ecológica dentro da APA e entre o conjunto de fisionomias distintas das áreas do CELMM, propiciando um ambiente que favorece a conservação da biodiversidade destes locais

(IMA, 2019). A área que conta com vegetação de cerrado é a que mais sofre com impactos da intensa ação antrópica dos entornos da APA, devido, principalmente, à ocupação por conjuntos habitacionais implantados sem o devido planejamento ambiental (IMA, 2020).

4.2 Obtenção da amostra

Ao total, 53 indivíduos de *Bothrops leucurus* foram analisados, advindos de diferentes localidades da APACFV: Maceió, Rio Largo, e Satuba (Apêndice 1). Os indivíduos amostrados neste estudo foram obtidos da Coleção Científica de Anfíbios e Répteis do Setor de Herpetologia do Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas (MHN-UFAL), coletados entre os meses de janeiro à dezembro dos anos de 1996 à 2023. A anuência do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade foi cadastrada sob o nº: 32920.

4.3 Análise morfológica

A determinação do sexo foi realizada pela inspeção das gônadas (os indivíduos que não tiveram o sexo confirmado foram definidos como juvenis) e os seguintes caracteres foram aferidos: Comprimento rostro-cloacal (CRC), Comprimento da cauda (CC), Comprimento da cabeça (CCab), Comprimento total (CT). Também foram aferidas as medidas das gônadas e ductos gonadais (comprimento e largura) para os machos. O peso dos indivíduos não foi uma medida considerada no presente estudo, visto que os processos de conservação dos espécimes como a formalização, por exemplo, podem interferir na precisão de tal variável.

4.4 Ciclo reprodutivo dos machos

Para os machos, foi realizada anatomia macroscópica dos testículos e dos ductos deferentes, utilizando-se de um paquímetro digital para aferir medidas (em mm) tais como: comprimento total do testículo (CTt), largura nas porções cranial e caudal (Lcr e Lca). O aspecto morfológico dos ductos também foi considerado como um caráter adicional, se convolutos (enovelados) – em atividade reprodutiva ou, se estendidos (lisos

e translúcidos) – sem atividade reprodutiva. Foi analisado também se houve relação entre a variação do volume testicular com o CRC.

4.5 Ciclo reprodutivo das fêmeas

Para as fêmeas, durante o estudo de anatomia macroscópica foram medidas as dimensões (em mm) dos ovários, ovidutos, folículos e ovos. Em cada fêmea foi medido o folículo e/ou ovo de maior tamanho. A identificação do local onde os folículos e/ou ovos se encontravam também foi realizada. Os folículos e/ou ovos foram medidos, analisados e posteriormente organizados em estágios, seguindo Almeida-Santos (2014): Estágio I: fêmea imatura (sem a presença de folículos); Estágio II: fêmea com folículos em vitelogênese primária e; Estágio III: fêmea com folículos em vitelogênese secundária e, Estágio IV: fêmea com ovos, e posteriormente foi observada a distribuição desses folículos e ovos ao longo do ano. Além disso, foi considerado também como caráter adicional o aspecto morfológico dos ovidutos, se fino, indicava a ausência de atividade reprodutiva, se dilatado (alargado) ou convoluto (pregueado, com ‘dobras’), indicava a ocorrência de atividade reprodutiva.

O tamanho da ninhada foi estimado através da contagem de folículos (tamanho potencial) e/ou ovos (tamanho real) (Braz *et al.*, 2014; Almeida-Santos *et al.*, 2014).

4.6 Análise dos dados

4.6.1 Anatomia do sistema reprodutor e ciclo reprodutivo

Para a análise e descrição da anatomia do sistema reprodutor de ambos os sexos, seguiu-se Gomes e Puerto (1994), que utilizou como objeto do estudo *Bothrops jararaca*.

O ciclo reprodutivo dos machos foi inferido por meio da análise da variação de volume testicular, obtido em cada indivíduo, a partir da aferição de comprimento e largura dos testículos e aplicação da fórmula para a determinação do volume de um objeto elipsóide $v = \frac{4}{3}\pi abc$ onde “b” representa metade do comprimento do testículo e “a” e “c” representam metade da largura do testículo. Para investigar se houve relação entre o tamanho do corpo do animal com o volume testicular fez-se uma análise de regressão linear simples por meio do software PAST, utilizando o CRC como a variável

independente ou explicativa. Com relação à maturidade sexual dos machos analisados, esta foi inferida com base no aspecto dos ductos deferentes; se finos e lisos, representaram ausência de atividade reprodutiva e se opacos e convolutos, indicaram a presença de atividade reprodutiva.

Para o ciclo reprodutivo das fêmeas, após identificação e aferição das medidas dos tamanhos (em mm) dos folículos e/ou ovos de maior tamanho para cada fêmea, distribuíram-se as medidas em um gráfico de dispersão, para se determinar quem foram os folículos primários e secundários *a posteriori*. Os folículos secundários foram detectados devido ao crescimento pronunciado, indicando o início da vitelogênese secundária. Isso permitiu a identificação do estágio reprodutivo em que se encontrou cada fêmea. Já, o tamanho da ninhada foi analisado através da quantificação de folículos em vitelogênese (tamanho potencial) e/ou ovos presentes nos ovidutos de fêmeas maduras (tamanho real).

Para ambos os sexos foi investigado através de gráficos, se houve relação entre a época de atividade reprodutiva e as estações seca e chuvosa. Para isso, os indivíduos em diferentes fases reprodutivas foram distribuídos ao longo tempo, considerando a média mensal histórica de precipitação para um intervalo temporal de 14 anos, de 2011 a 2024.

O recrutamento de jovens para a população foi inferido por meio da época em que estes foram encontrados.

4.6.2 Dimorfismo sexual

Para a análise de dimorfismo sexual foram escolhidas como variáveis, os tamanhos do corpo, da cabeça e da cauda, visto que são normalmente estes os caracteres que se distinguem entre os sexos. Assim, foram comparadas entre os grupos de sexo as medidas lineares de CRC, CC e CCab, por meio de um teste T no software PAST, para detectar diferenças. O resultado é significativo, se $p < 0,05$. A premissa de normalidade foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk, antes da submissão ao teste T. Para verificar se houve agrupamentos gerados pela atuação dos caracteres morfológicos avaliados sobre fêmeas e machos da amostra, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando o *software* PAST.

Ainda para machos e fêmeas, foi observada a distribuição entre presença e ausência de atividade reprodutiva ao longo dos meses do ano, demonstradas por meio de um gráfico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 53 indivíduos analisados, 25 são fêmeas (CRC: 417-1432 mm – μ : 813,12), 17 são machos (CRC: 445-1000 mm - μ : 620,18) e 11 são juvenis (CRC: 279-420 mm - μ : 350,90). Considerando a extensão temporal da amostragem, compreendida de 1996 a 2023, o mês de novembro foi o único em que não houve indivíduo representado em nenhum dos anos de coleta dos espécimes. As fêmeas obtidas distribuíram-se em grande parte do ano, exceto nos meses de março, setembro, novembro e dezembro, e tiveram uma maior concentração no mês de agosto, com oito indivíduos amostrados. Os machos coletados também se distribuíram em grande parte do ano, exceto nos meses de janeiro, fevereiro, julho e novembro, e foram mais frequentes no mês de junho, com três indivíduos amostrados. Quanto aos juvenis, estes ocorreram na amostra apenas nos meses de abril, maio, junho e agosto, sendo mais frequentes no mês de junho, com sete indivíduos. Enquanto machos e fêmeas foram amostrados tanto na estação seca quanto na chuvosa, os juvenis estiveram presentes apenas para a estação chuvosa, marcando esse período como o de recrutamento, quando indivíduos jovens são introduzidos na população.

5.1 Anatomia do sistema reprodutor e ciclo reprodutivo

5.1.1 Machos

O sistema reprodutor masculino de *Bothrops leucurus* da APACFV apresenta a organização típica já descrita para serpentes, com um par de testículos alongados, cilíndricos e dispostos assimetricamente na cavidade celomática. Na Figura 7A, observa-se o testículo esquerdo, com coloração esbranquiçada e superfície lobulada, localizado cranialmente ao rim. A assimetria, onde o testículo direito é mais cranial que o esquerdo, é recorrente entre serpentes e já foi descrita por diversos autores (Gomes & Puerto, 1994; Gribbins & Rheubert, 2011; Almeida-Santos *et al.*, 2014).

A partir do final do testículo, segue o ducto deferente, que em indivíduos em atividade reprodutiva, se apresenta como uma estrutura tubular altamente enovelada, especialmente na porção caudal, onde assume um aspecto mais robusto (Figura 7B). Esse enovelamento é característico de serpentes e é descrito em outros trabalhos como por exemplo em *Bothrops jararaca* (Gomes e Puerto, 1994), *Crotalus durissus* (Almeida-Santos *et al.*, 2014) e *Boa constrictor* (Almeida-Santos e Salomão, 2002), estando associado à função de armazenamento de espermatozoides.

Nos exemplares de *B. leucurus*, observou-se nitidamente o enovelamento do ducto deferente em 10 dos 17 indivíduos analisados, o que é indicativo da presença de espermatozoides. Esse enovelamento de ducto foi observado ao longo do ano (o que pode indicar estocagem de espermatozoides e ainda acasalamento fora do pico reprodutivo), o que é observado para outras espécies do gênero *Bothrops* (Barros *et al.*, 2014; Bellini *et al.*, 2020).

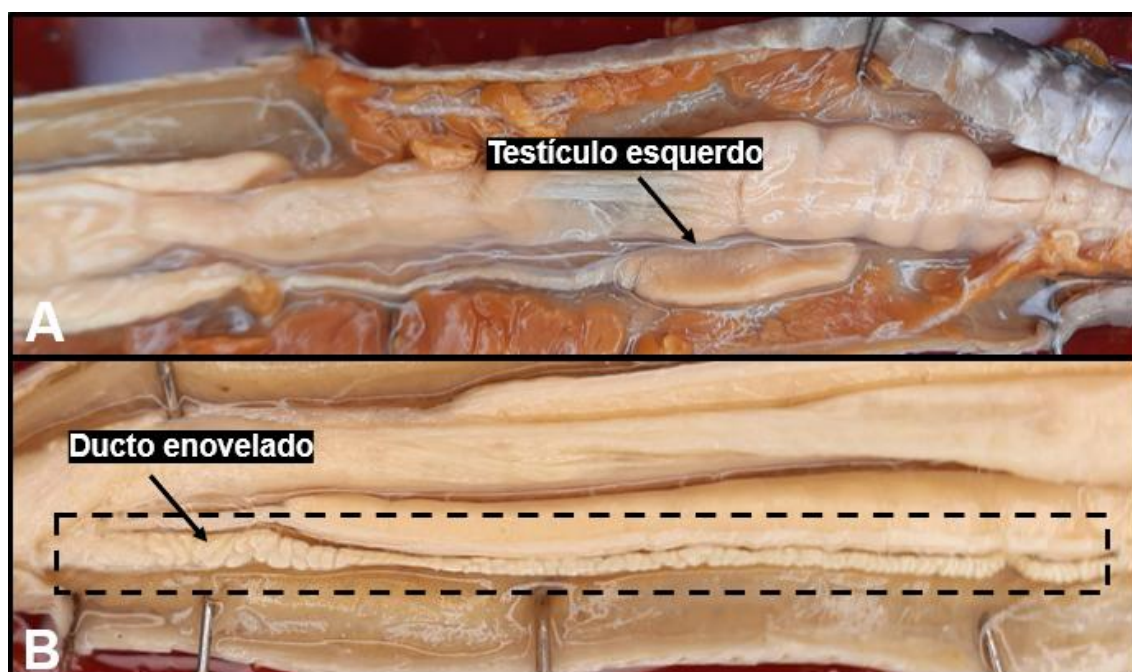


Figura 7: Anatomia macroscópica do sistema reprodutor masculino de *Bothrops leucurus* da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil. (A) Vista dorsal do testículo esquerdo, com aspecto cilíndrico e alongado, localizado cranialmente ao rim. (B) Ducto deferente evidenciado com enovelamento acentuado na porção caudal, onde se apresenta mais espesso.

A análise da regressão linear entre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e o volume testicular dos machos de *Bothrops leucurus* indica uma relação positiva significativa, sugerindo que indivíduos com maior tamanho corporal tendem a apresentar maior volume testicular e consequente continuidade no investimento reprodutivo ao longo da vida (Figura 8).

A média de CRC dos machos foi de aproximadamente 620,19 mm, enquanto o volume testicular médio foi de 3,23 cm³. Os valores variaram entre 445 mm e 1.000 mm (máximo e mínimo) para CRC, e de 1,11 cm³ a 5,63 cm³ para volume testicular. O aumento do volume testicular além de estar relacionado à maturação sexual, quando contínuo, representa a tendência do aumento da espermatogênese em indivíduos com maior desenvolvimento corporal. Esse padrão é coerente com o observado em outras espécies de serpentes, nas quais machos maiores frequentemente exibem maior desenvolvimento gonadal, o que pode estar relacionado a uma maior capacidade reprodutiva e vantagem competitiva durante o período de acasalamento (Shine, 1994; Almeida-Santos *et al.*, 2014). No gráfico analisado (Figura 8), observa-se ainda que os indivíduos com ducto deferente enovelado (representados em azul), uma característica anatômica associada à atividade reprodutiva, concentram-se principalmente entre os machos com volumes testiculares mais altos.

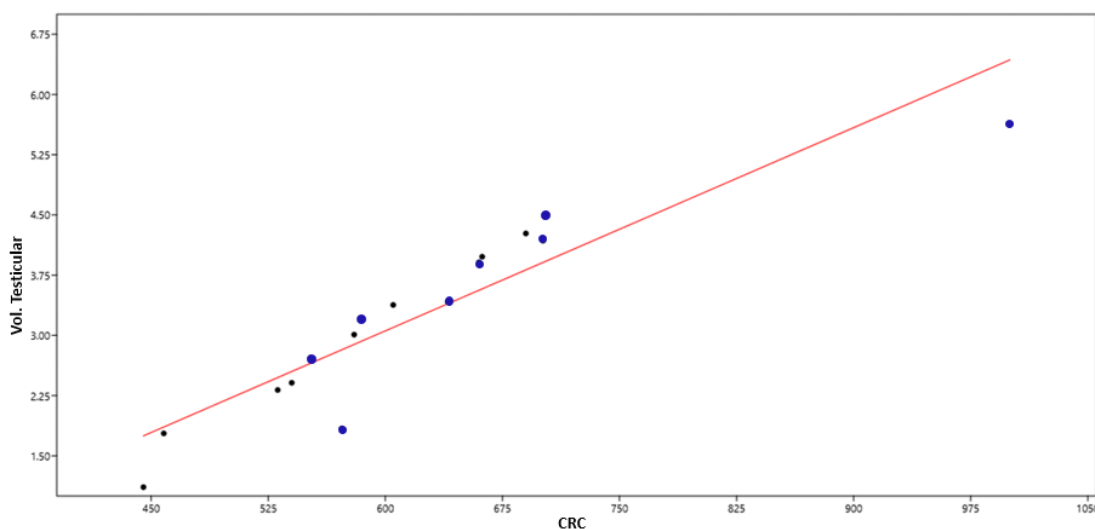


Figura 8: Regressão linear entre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e o volume testicular em machos de *Bothrops leucurus*. Distribuição dos indivíduos em função do CRC (mm) e volume testicular (mm³), seguindo a linha de média. Os pontos azuis representam indivíduos com ducto deferente enovelado, indicativo de atividade reprodutiva, os pontos pretos indicam indivíduos imaturos.

Tal associação reforça a hipótese de que machos maiores além de possuírem maior potencial espermatogênico, também estão funcionalmente ativos durante a estação reprodutiva. Essa correlação entre tamanho corporal e maturidade sexual funcional já foi relatada em diversas serpentes tropicais e representa uma informação valiosa para estudos ecológicos e aplicações em programas de conservação e manejo (Seigel e Ford, 1987; Cox *et al.*, 2007).

5.1.2 Fêmeas

Foram consideradas maduras as fêmeas que apresentaram atividade reprodutiva a partir da vitelogênese secundária (V2). Desta forma, um total de seis fêmeas atenderam a este critério, tendo quatro delas apresentado folículos em V2 (Figura 9A), coletadas nos meses de junho e julho, na estação chuvosa, CRC: 980-1.017 mm, apresentando ovidutos pregueados (Figura 9B), e duas com a presença de ovos nos ovidutos (Figura 11A e 11B), coletadas no mês de agosto, também dentro da estação chuvosa (CRC: 970-1035 mm). Quanto às demais fêmeas, treze apresentaram folículos em vitelogênese primária (V1), coletadas nas estações seca e chuvosa (CRC: 490-1432 mm), e seis não apresentaram folículos (CRC: 417-1047 mm), coletadas também nas estações seca e chuvosa.

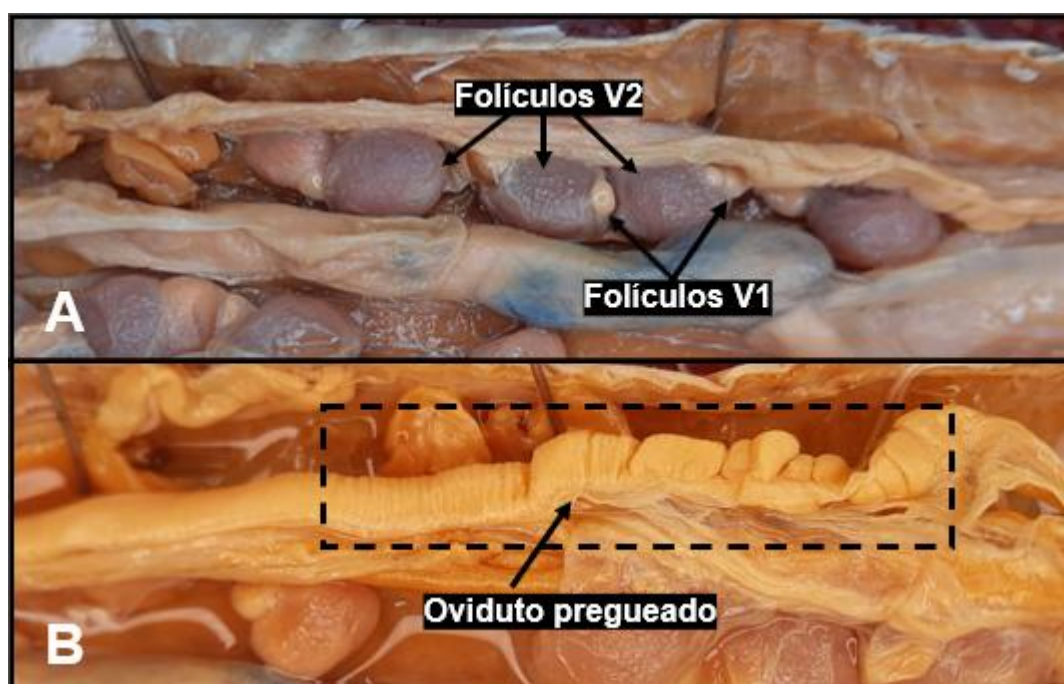


Figura 9: Fêmeas de *Bothrops leucurus* coletadas na Área de Proteção Ambiental Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil apresentando folículos primários e secundários (A) e oviduto pregueado (B).

A análise da variação durante o ano do comprimento do maior folículo em fêmeas de *B. leucurus* demonstrou um padrão sazonal de reprodução (Figura 10), tendo o início do aumento progressivo do tamanho dos folículos em junho, com pico de crescimento em agosto, coincidindo com a estação chuvosa. No período de janeiro a maio, estação seca, os folículos não apresentam grandes mudanças com relação ao tamanho, mantendo-se menores que 6 mm, o que indica para esse período uma fase de quiescência, ou ainda os estágios iniciais do ciclo ovariano. No período de junho a agosto, observou-se um aumento significativo nos tamanhos dos folículos, atingindo pouco mais de 20 mm, esse crescimento pronunciado indica uma intensa atividade vitelogênica compatível com o período de maturação.

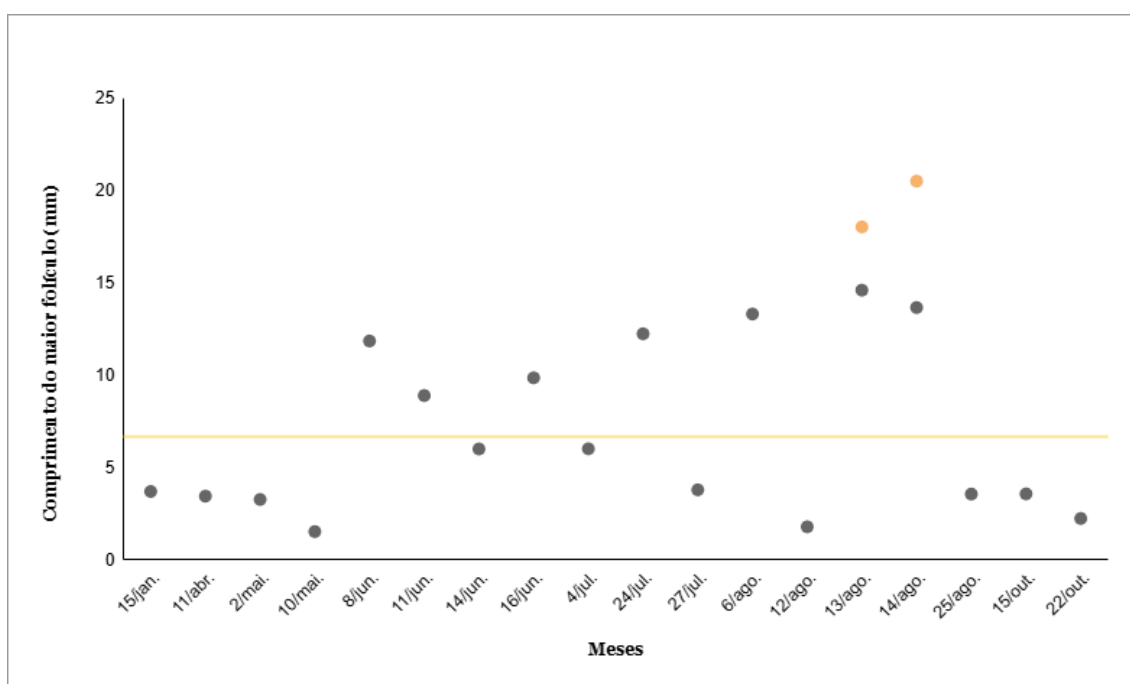


Figura 10: Variação sazonal do comprimento (em mm) do maior folículo ovariano (círculos cinza) em V1 (abaixo da linha pontilhada) e V2 (acima da linha pontilhada) e dos ovos (círculos laranja) de fêmeas de *Bothrops leucurus* coletadas na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil.

Durante o pico de atividade vitelogênica (destacado em cor laranja na figura 10) foram encontrados dois casos de atresia folicular (Figura 11A e 11B). A atresia folicular é um processo fisiológico em que há a degeneração dos folículos, o que pode ocorrer tanto naturalmente quanto por fatores ambientais, metabólicos e energéticos que tornam

desfavoráveis as condições do desenvolvimento do processo de ovulação (Almeida-Santos e Salomão, 2002; Pizzato *et al.*, 2008). A ocorrência desse tipo de evento implica diretamente a fecundidade da população, visto que nem todos os indivíduos terão sucesso ovulatório. Estudos sugerem que ovos atrésicos em serpentes são uma resposta adaptativa às condições ambientais desfavoráveis ou ao controle endógeno da taxa reprodutiva (Mathies e Andrews, 1995; Almeida-Santos *et al.*, 2014).



Figura 11: Fêmeas de *Bothrops leucurus* coletadas na Área de Proteção Ambiental Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil, apresentando ovos atrésicos nos ovidutos. Fêmeas coletadas na estação chuvosa com Comprimento Rostro Cloacal de 1.035 e 970 mm em A e B.

Os dados resultantes da análise obtida na figura 10 reforçam a existência de um padrão sazonal no ciclo reprodutivo de *B. leucurus* que é coerente com a sazonalidade descrita para outras serpentes neotropicais, com o período de atividade ovariana mais ativo no período que coincide com a estação chuvosa (Barros *et al.*, 2014).

A contagem dos ovos presentes no oviduto (Figura 11A e 11B) totalizou uma média de 27 ovos, sendo esta a estimativa do tamanho da ninhada para *B. leucurus* da APACFV. Este resultado se aproxima ao resultado de Barros *et al.*, (2014), que analisou duas populações de *B. leucurus* da Bahia e Espírito Santo, com cerca de 24 filhotes por ninhada.

5.2 Sazonalidade do ciclo reprodutivo

A análise da atividade reprodutiva de *B. leucurus* na APA do Catolé e Fernão Velho ao longo do ano indica um padrão sazonal nitidamente influenciado pela precipitação pluviométrica local. Os dados demonstram que machos reprodutivos (MR) são mais frequentes entre os meses de abril e agosto, enquanto fêmeas em vitelogênese primária (V1) e secundária (V2) predominam de abril a setembro, com picos durante os meses de maior pluviosidade, como junho e agosto (Figura 12).

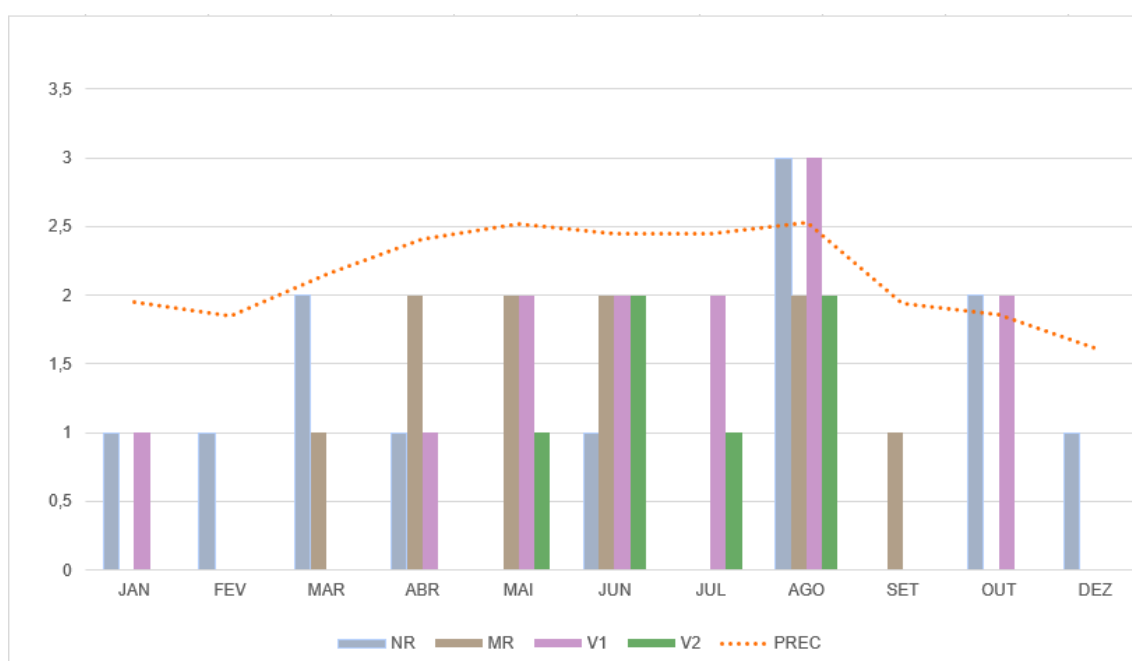


Figura 12: Estágios reprodutivos de *Bothrops leucurus* ao longo do ano em relação à precipitação pluviométrica na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas, Brasil. NR: indivíduos não reprodutivos; MR: machos reprodutivos; V1: fêmeas em vitelogênese primária; V2: fêmeas em vitelogênese secundária e; Prec: precipitação.

A ocorrência desses estágios reprodutivos nos meses úmidos sugere uma sincronização dos eventos fisiológicos como espermatogênese e desenvolvimento folicular, com a estação chuvosa, provavelmente em resposta à maior oferta alimentar e à estabilidade térmica ambiental (Almeida-Santos *et al.*, 2014; Martins e Oliveira, 1998). Indivíduos não reprodutivos (NR) foram mais comuns durante os meses secos, sugerindo um período de quiescência fisiológica, um fenômeno já registrado em outras espécies de viperídeos tropicais como *Bothrops atrox* e *Bothrops jararaca* (Pizzatto *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2020). Esse padrão sazonal é coerente com a estratégia reprodutiva de muitas

serpentes da Mata Atlântica, que ajustam seus ciclos reprodutivos às condições climáticas locais, maximizando o sucesso reprodutivo (Barros *et al.*, 2011). A figura 12 ilustra a distribuição desses estágios reprodutivos em relação à variação mensal da precipitação, reforçando a associação entre clima e reprodução. Esse padrão é compatível com o observado por Barros *et al.*, (2014), que estudou populações de *B. leucurus* na Bahia e no Espírito Santo, identificando uma maior incidência de folículos em desenvolvimento e ovulações durante os períodos de maior pluviosidade em populações da Mata Atlântica.

Estes resultados fornecem evidências relevantes para a ecologia reprodutiva da espécie e reforçam a importância da conservação de habitats úmidos para a manutenção de seus ciclos naturais.

5.3 Dimorfismo sexual

A Análise de Componentes Principais (PCA) revelou uma separação clara entre machos e fêmeas com base nas variáveis morfométricas analisadas, sugerindo a presença de dimorfismo sexual em *Bothrops leucurus*. Embora exista algumas sobreposições entre os grupos, é possível observar que indivíduos do sexo feminino e masculino tendem a se distribuir em regiões separadas no gráfico, especialmente ao longo do Componente 1, que concentrou a maior parte da variância dos dados.

As fêmeas apresentaram maior associação com o comprimento rostro-cloacal (CRC) e o comprimento da cabeça (CCAB), enquanto os machos se agruparam principalmente em função ao comprimento da cauda (CC). Esse padrão indica que variáveis como o comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CCAB) e comprimento da cauda (CC) contribuem para essa diferenciação entre os sexos (Figura 13).

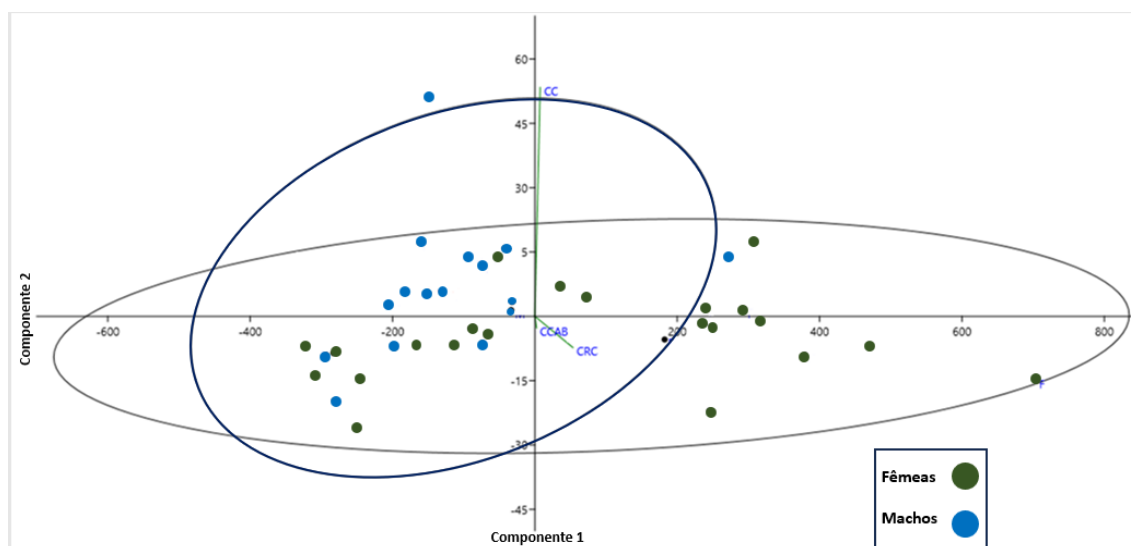


Figura 13: Análise de Componentes Principais utilizando os caracteres morfométricos: Comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CCAB) e comprimento da cauda (CC) de *Bothrops leucurus* da Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho, município de Maceió, estado de Alagoas, Brasil.

Esse padrão de agrupamento observado na PCA foi corroborado através dos testes t, os quais confirmaram diferenças significativas entre machos e fêmeas no comprimento rostro-cloacal. As fêmeas apresentaram CRC significativamente maior ($873,16 \text{ mm} \pm 256,11$) em comparação aos machos ($620,19 \pm 128,46$), $p < 0,05$ no Teste T, com isso a diferença média entre os grupos foi de 252,97 mm, reforçando o padrão apresentado na Figura 13.

Esse dimorfismo sexual é consistente com o que é observado em muitas outras espécies de serpentes, nas quais as fêmeas tendem a apresentar maior tamanho corporal total, característica associada a maior capacidade reprodutiva, produzindo ninhadas maiores. Enquanto os machos tendem a possuir caudas mais longas devido à presença do hemipênis, e seu CRC menor pode refletir também em pressões associadas à locomoção durante o período reprodutivo na busca por fêmeas (Seigel e Ford, 1987; Shine, 1994; Luiselli *et al.*, 2002; Camargo *et al.*, 2021; Oliveira, 2024).

O estudo de Barros *et al.*, (2014), também observou dimorfismo sexual com fêmeas significativamente maiores que os machos na população analisada da Bahia, a população do Espírito Santo não apresentou diferença significativa com relação ao tamanho corporal. Tais convergências entre os estudos sugerem que fatores ambientais,

como a sazonalidade das chuvas, exercem influência importante sobre a biologia reprodutiva da espécie em diferentes regiões da Mata Atlântica.

6. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram a presença de dimorfismo sexual, padrões morfológicos compatíveis com a maturidade gonadal e um ciclo reprodutivo sazonal. Machos com maior CRC apresentaram volumes testiculares mais elevados, com indícios de atividade reprodutiva (ducto deferente enovelado) em períodos de maior precipitação, sugerindo maior atividade espermatogênica e funcional nesse intervalo. Nas fêmeas, foi possível observar um aumento progressivo no tamanho dos folículos entre junho e agosto, com ocorrência de intensa atividade reprodutiva (folículos em vitelogênese secundária e ovos nos ovidutos) exclusivamente na estação chuvosa. Casos de atresia de ovos, embora pontuais, reforçam a sensibilidade do ciclo reprodutivo às condições ambientais e destacam também a importância de análises complementares, como estudos histológicos do trato reprodutor, para uma compreensão mais aprofundada dos fatores ambientais e fisiológicos que influenciam na reprodução das serpentes, possibilitando uma compreensão mais precisa de padrões reprodutivos mais complexos.

A análise integrada da sazonalidade revelou que tanto machos reprodutivos quanto fêmeas em atividade ovariana concentraram-se nos meses de maior pluviosidade, reforçando a hipótese de que a umidade ambiental atua como fator modulador do ciclo reprodutivo. A sincronização reprodutiva com a estação chuvosa, pode ser interpretada como uma estratégia adaptativa da espécie, para maximizar a disponibilidade de recursos e a sobrevivência da prole em ambientes com alternância climática marcada, como é típico da Mata Atlântica nordestina.

O presente estudo traz um panorama abrangente sobre a biologia reprodutiva da jararaca *Bothrops leucurus* da APA do Catolé e Fernão Velho, no estado de Alagoas, contribuindo com o conhecimento científico de forma relevante acerca do ciclo reprodutivo desta espécie em uma região ainda pouco estudada.

Dessa forma, os dados aqui apresentados reforçam a conservação filogenética de diferentes traços da biologia reprodutiva, e também evidenciam a importância da precipitação como fator determinante na dinâmica reprodutiva de *B. leucurus*, destacando a relevância de estudos locais, considerando a crescente fragmentação e degradação dos habitats de Mata Atlântica, para a formulação de estratégias de manejo e conservação efetivas. Compreender os mecanismos ecológicos e fisiológicos que regulam a reprodução dessas serpentes é essencial para sua preservação em médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-SANTOS, S. M.; SALOMAO, M. da G. Reprodução em jararacas neotropicais, com ênfase em espécies do gênero *Bothrops*. **Biologia das Víboras**, v. 1, p. 445-462, 2002.
- ALMEIDA-SANTOS, S.M. Modelos reprodutivos em serpentes: estocagem de esperma e placentação em *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca* (Serpentes: Viperidae). 2005. 204f. Tese (doutorado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ALMEIDA-SANTOS, S.M.; BRAZ, H.B.; SANTOS, L.C.; SUEIRO, L.R., BARROS, V.A., ROJAS, C.A., KASPEROVICZUS, K.N. Biologia reprodutiva de serpentes: recomendações para a coleta e análise de dados. *Herpetologia Brasileira*, São Paulo, v.3, n.1, p. 14 – 24, março de 2014
- ALMEIDA-SANTOS, S. M. *et al.*, Reproductive modes in snakes. In: ALMEIDA-SANTOS, S. M.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. (Orgs.). *Reproductive Biology and Phylogeny of Snakes*. Enfield: CRC Press, 2014. p. 345–398.
- AMARAL, M. S. P. *et al.*, Fixação de enxerto cutâneo em malha de espessura total com sutura ou cola de fibrina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 56, p. 312-319, 2004.
- BALESTRIN, R. L., DI-BERNARDO, M. Reproductive biology of *Atractus reticulatus* (Boulenger, 1885) (Serpentes, Colubridae) in Southern Brazil. *Herpetological Journal*, Porto Alegre, julho de 2005, v. 15, n. 3, p. 195 – 199.
- BARROS, V. A., SUEIRO, L. R. E ALMEIDA-SANTOS, S. M. Reproductive biology of the neotropical rattlesnake *Crotalus durissus* from northeastern Brazil: a test of phylogenetic conservatism of reproductive patterns. *Herpetological Journal*, São Paulo, setembro de 2012, v. 22, n. 2, p. 97 – 104.
- BARROS, V. A. Biologia reprodutiva de três espécies de serpentes da Família Viperidae da região neotropical. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2011.

- BARROS, V. A., ROJAS, C. A. E ALMEIDA-SANTOS, S. M. Is rainfall seasonality important for reproductive strategies in viviparous Neotropical pit vipers? A case study with *Bothrops leucurus* from the Brazilian Atlantic Forest. *Herpetological Journal*, abril de 2014, v. 24, n. 2, p. 67 - 75.
- BIRKHEAD, T. R., MOLLER, A. P. Sexual selection and the temporal separation of reproductive events: sperm storage data from reptiles, birds and mammals. *Biological Journal of the Linnean Society*, dezembro de 1993, v. 50, n. 4, p. 295-311.
- BHAUMIK, S.; ZWI, A. B.; NORTON, R.; *et al.*, How and why snakebite became a global health priority: a policy analysis. *BMJ Global Health*, v. 8, e011923, 2023. DOI: 10.1136/bmjgh-2023-011923.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia de vigilância epidemiológica*. 7. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009. 816 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_epidemiologica_7ed.pdf.
- BRAZ, H. B., KASPEROVICZUS, K. N. E ALMEIDA-SANTOS, S. M. Reproductive ecology and diet of the fossorial snake *Phalotris lativittatus* in the Brazilian Cerrado. *Herpetological Journal*, janeiro de 2014, v.24, n.1, p. 49 - 57.
- CAMARGO, Ilha Carol Marialva *et al.*, Dimorfismo sexual na cobra d'água sul-americana *Helicops polylepis* (Serpentes: Dipsadidae). *Phyllomedusa: Revista de Herpetologia*, Piracicaba, v. 1, p. 15–25, 2021. DOI: 10.11606/issn.2316-9079.v20i1p15-25.
- CAMPBELL JA, LAMAR WW. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. pp. 946. Ithaca, NY.: Comstock Pub. Associates. 2004.
- CARDOSO, João Luiz Costa *et al.*, Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 45, n. 6, p. 338-338, 2003.
- CARRASCO, P. A. *et al.*, Molecular systematics of South American pitvipers of the genus *Bothrops* (Serpentes: Viperidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 100, p. 111-121, 2016.

CARRASCO, P. A. *et al.*, Total-evidence phylogeny and evolutionary morphology of New World pitvipers (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Cladistics*, v. 39, n. 2, p. 71-100, 2023.

CÉSPEDÉZ, Jorge; LAMAS, Matias; RUIZ-GARCIA, José. Dieta de la culebra *Xenodon merremi* (Squamata: Dipsadidae) en una localidad del Chaco húmedo de Argentina. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, v. 18, p. 104–107, 2014.

COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, 1996.

COX, Robert; BUTLER, Marguerite; JOHN-ALDER, Henry. The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. In: COX, Robert; JOHN-ALDER, Henry (orgs.). *The Evolution of Reptilian Social Behavior*. Oxford: Oxford University Press, 2007. p. 85–107. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199208784.003.0005.

CAMPOS, G. L. *et al.*, Diversidade e distribuição das serpentes do gênero *Bothrops* no Brasil. *Revista Brasileira de Herpetologia*, v. 13, n. 1, p. 45-62, 2019.

FIGUEIREDO, MdSL *et al.*, Diversidade de Tetrápodes na Mata Atlântica: Mapas e Lacunas. In: MARQUES, M. C. M.; GRELLER, C. E. V. (orgs.). *A Mata Atlântica*. Cham: Springer, 2021. p. 137–151. DOI: 10.1007/978-3-030-55322-7_9.

FRAGA, R.; LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E. Activity of the snake *Bothrops atrox* (Viperidae) in central Amazonia. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 2, p. 207-212, 2013.

FENKER, J. *et al.*, Mapping the distribution of South American pitvipers (*Viperidae: Crotalinae*) reveals conservation challenges. *Diversity and Distributions*, v. 20, n. 12, p. 1384-1393, 2014.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2021–2022. São Paulo: SOS Mata Atlântica, 2023.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. (eds). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. Washington, D.C: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press. pp. 3-11, 2003.

- GOMES, N. M. B.; PUORTO, Giuseppe. Atlas anatômico de *Bothrops jararaca* wied, 1924 (serpentes: viperidae). **Memórias do Instituto Butantan**, v. 55, n. supl. 1, p. 69-100, 1994.
- GRIBBINS, K. M.; RHEUBERT, J. L. Reproductive morphology and histology of squamates. In: JAMIESON, B. G. M. (ed.). Reproductive Biology and Phylogeny of Lizards and Tuatara. Enfield: Science Publishers, 2011. p. 147–243.
- GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. 2023. DOI: [10.5281/zenodo.7829013](https://doi.org/10.5281/zenodo.7829013).
- HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; GIASSON, L. O. M. Ecology of the snake *Bothrops jararaca* in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, v. 2, n. 2, p. 105-123, 2003.
- SILVA, K. M. P., SILVA, K. B., SUEIRO, L. R., OLIVEIRA, M. E. E. S., 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.
- LIRA-DA-SILVA RM, MISE YF, CASAIS-E-SILVA LL, ULLOA J, HAMDAM B, Brazil TK. 2009. Serpentes de importância médica do nordeste do Brasil. *Gazeta Médica da Bahia* 79. MOURA, F.B.P. A Mata Atlântica em Alagoas. Maceió: EDUFAL, 2006. 88p. : il. - (Conversando Sobre Ciências em Alagoas).
- LIRA-DA-SILVA, Rejâne Maria. *Bothrops leucurus* Wagler, 1824 (Serpentes; Viperidae): natural history, venom and envenomation. *Gazeta Médica da Bahia*, v. 79, n. 1, 2009.
- LUISELLI, L.; FILIPPI, E.; CAPULA, M. The sexual size dimorphism of snakes in the western Palearctic: testing the hypotheses with robust data. *Herpetological Journal*, v. 12, p. 173–179, 2002.
- LUFT, Friedrich C. The *Bothrops* legacy: vasoactive peptides from Brazil. *Journal of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System*, v. 9, n. 1, p. 57-64, 2008.
- MARTINS, M.; MOLINA, F. B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (org.). **Livro Vermelho**

da MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. v. 2, p. 327–334.

MARTINS, M; OLIVEIRA, M. Ermelinda. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, n. 2, p. 78-150, 1998.

MATHIES, T.; ANDREWS, R. M. Biologia térmica e reprodutiva de populações de alta e baixa altitude do lagarto *Sceloporus scalaris*: implicações para a evolução da viviparidade. *Oecologia*, v. 104, p. 101–111, 1995. DOI: 10.1007/BF00365568.

MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845.

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. *et al.*, (Ed.). *Biology of the vipers*. Eagle Mountain: Eagle Mountain Publishing, 2002. p. 307-328.

OPIE, Lionel H.; KOWOLIK, Helmut. The discovery of captopril: from large animals to small molecules. *Cardiovascular research*, v. 30, n. 1, p. 18-25, 1995.

OLIVEIRA, P. A. História natural de *Bothrops leucurus* Wagler, 1824 (Serpentes, Viperidae) da Mata Atlântica da Paraíba, Brasil. 2013.

OLIVEIRA, M. D. de. Dimorfismo sexual e diversidade morfológica na cabeça de serpentes aquáticas e semiaquáticas revelados pela morfometria geométrica. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2024.

PILATOS, VINÍCIUS & VIEIRA, FABIANO & SOUSA, BERNADETE. (2020). Estudo dos hábitos alimentares das serpentes *Sibynomorphus newwiedi* e *Sibynomorphus mikanii* (Squamata, Dipsadidae) de Minas Gerais, Brasil. *Cuadernos de Herpetología*. 34. 275-278. 10.31017/CdH.2020.(2019-055).

PEREIRA-FILHO, GENTIL & GUEDES, THAÍS & FRANÇA, RAFAELA & FREITAS, MARCO & LOURENÇO-DE-MORAES, RICARDO & MESQUITA, DANIEL & NUNES, PEDRO & DELFIM, FAGNER & DUBEUX, MARCOS & FRANÇA, FREDERICO GUSTAVO. (2023). Composition, Species Richness, and Conservation of

the Reptiles of the Highly Threatened Northern Brazilian Atlantic Forest. 10.1007/978-3-031-21287-1_11.

PIZZATTO, L.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Reproductive ecology of boine snakes with emphasis on Brazilian species. *South American Journal of Herpetology*, v. 3, n. 2, p. 140–150, 2008.

PYRON, RA, BURBRINK, FT & WIENS, JJ. Uma filogenia e classificação revisada de Squamata, incluindo 4.161 espécies de lagartos e cobras. *BMC Evol Biol* 13, 93 (2013). DOI: 10.1186/1471-2148-13-93

RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., & HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142(6), 1141–1153.

RODRIGUES, M. T.; FREIRE, E. M. X.; PELLEGRINO, K. C. M.; SITES, J. W. Phylogenetic relationships of a new genus and species of microteiid lizard from the Atlantic forest of northeastern Brazil (Squamata, Gymnophthalmidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 144, p. 543–557, 2005.

ROLL, U., FELDMAN, A., NOVOSOLOY, M. *et al.*, The global distribution of tetrapods reveals a need for targeted reptile conservation. *Nat Ecol Evol* 1, 1677–1682 (2017). DOI: 10.1038/s41559-017-0332-2

SHINE, R. Sexual size dimorphism in snakes revisited. *Copeia*, v. 1994, n. 2, p. 326–346, 1994.

STEEN, D.A. (2010): Snakes in the grass: secretive natural histories defy both conventional and progressive statistics. *Herpetological Conservation and Biology* 5: 183–188.

SALOMÃO M, WÜSTER W, THORPE R, TOUZET J. 1997. DNA evolution of South American pitvipers of the genus *Bothrops* (Reptilia: Serpentes: Viperidae). In: *Venomous snakes: Ecology, evolution and snakebite*: 89–98

SILVA, S. T.; SILVA, U. G.; SENA, G. A. B.; NASCIMENTO, F. A. C. A biodiversidade da Mata Atlântica alagoana: anfíbios e répteis. In: MOURA, F. B. P. M. (Org.). *A Mata Atlântica em Alagoas*. Maceió: EDUFAL, 2006. p. 65–76.

SEIGEL, R.A.; FORD, N. B. Reproductive ecology and evolution in snakes. In: SEIGEL, R. A.; COLLINS, J. T. (Org.). *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. New York: Macmillan, 1987. p. 210-252.

SHINE, R. Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 270, n. 1519, p. 995–1004, 2003. DOI: 10.1098/rspb.2002.2307. [PMC+3](#)

SANTOS, I. G. C. S.; FORTES-DIAS, C. L.; SANTOS, M. C. Aplicações farmacológicas dos venenos de serpentes brasileiras enfoque para *Crotalus durissus terrificus* e *Crotalus durissus ruruima*. *Scientia Amazonia*, v. 6, n. 1, p. 42-53, 2017.

TURCI, L. C. B.; BERNARDE, P. S.; MIRANDA, D. B. Uso do hábitat por serpentes em uma floresta de terra firme no município de Mâncio Lima, Acre, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 3, p. 199-206, 2009.

VALDUJO, P. H.; NOGUEIRA, C.; MARTINS, M. Ecology of *Bothrops neuwiedi pauloensis* (Serpentes: Viperidae) in the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology*, v. 36, n. 2, p. 169-176, 2002.

VIANA, V.M. Biologia e Manejo de Fragmentos Florestais Naturais. In: congresso florestal brasileiro, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990, p. 113-118.

WÜSTER, W. *et al.*, Snakes across the Strait: trans-Tongue evolution and phylogeography of the *Bothrops asper* complex. *Molecular Ecology*, v. 14, n. 12, p. 4023-4036, 2005.

APÊNDICE

Apêndice: Lista com as informações de tombo e coleta dos espécimes de *Bothrops leucurus* utilizados.

TOMBO	SEXO	COLETA	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	ESTADO
10745	Fêmea	13.viii.2011	Próx. ao Clube Lyndóia	Satuba	Alagoas
17152	Fêmea	27.i.2022	Fazenda La Reina	Maceió	Alagoas
17713	Fêmea	25.viii.2021	Mata do Cedro	Rio Largo	Alagoas
15872	Fêmea	02.v.2018	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
11761	Fêmea	13.ii.2014	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15871	Fêmea	11.iv.2015	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15954	Fêmea	04.vii.2019	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17153	Fêmea	13.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17671	Fêmea	10.v.2023	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10789	Fêmea	07.viii.2012	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17107	Fêmea	06.v.2022	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10758	Fêmea	11.vi.2012	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10790	Fêmea	16.viii.2012	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15743	Fêmea	08.vi.2017	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15769	Fêmea	22.x.2017	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15741	Fêmea	15.x.2017	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17155	Fêmea	16.vi.2021	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17154	Fêmea	14.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
11628	Fêmea	15.i.2014	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
12392	Fêmea	24.vii.2016	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17112	Fêmea	02.iv.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17156	Fêmea	06.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17668	Fêmea	27.vii.2022	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas

17666	Fêmea	14.vi.2023	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17716	Fêmea	12.viii.2023	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10747	Macho	31.vi.2009	Fernão Velho	Maceió	Alagoas
10764	Macho	16.iii.1997	-	Rio Largo	Alagoas
15770	Macho	30.iii.2019	Usina Utinga Leão	Rio Largo	Alagoas
16289	Macho	04.xii.2019	Usina Utinga Leão	Rio Largo	Alagoas
16277	Macho	27.ix.2019	Usina Utinga Leão	Rio Largo	Alagoas
15859	Macho	13.iv.2019	Mata do Catolé	Maceió	Alagoas
17377	Macho	04.vi.2021	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17111	Macho	02.iv.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17147	Macho	13.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10807	Macho	03.x.2012	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15961	Macho	27.v.2018	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15857	Macho	23.x.2018	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17157	Macho	13.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17667	Macho	01.v.2023	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17150	Macho	14.viii.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17669	Macho	28.iii.2023	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17378	Macho	04.vi.2021	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
15952	Juvenil	28.vi.2017	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17124	Juvenil	30.iv.2017	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
10761	Juvenil	27.vi.2012	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
11657	Juvenil	vi.2013	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
14350	Juvenil	18.vi.1996	Mata da Salva	Rio Largo	Alagoas
16149	Juvenil	18.iv.2020	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17714	Juvenil	18.viii.2022	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17665	Juvenil	09.v.2022	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17379	Juvenil	11.vi.2021	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas

15776	Juvenil	04.vi.2018	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas
17380	Juvenil	03.vi.2021	Cond. Chácaras da Lagoa	Maceió	Alagoas