

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

ECOLOGIA DE *Bothrops bilineatus smaragdinus* (SERPENTES:
VIPERIDAE) NO OESTE DA AMAZÔNIA, ACRE, BRASIL

WIRVEN LIMA DA FONSECA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JULHO DE 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS
NATURAIS

ECOLOGIA DE *Bothrops bilineatus smaragdinus* (SERPENTES:
VIPERIDAE) NO OESTE DA AMAZÔNIA, ACRE, BRASIL

WIRVEN LIMA DA FONSECA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.
Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JULHO DE 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS

ECOLOGIA DE *BOTHROPS BILINEATUS SMARAGDINUS* (SERPENTES: VIPERIDAE)
NO OESTE DA AMAZÔNIA, ACRE - BRASIL

WIRVEN LIMA DA FONSECA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

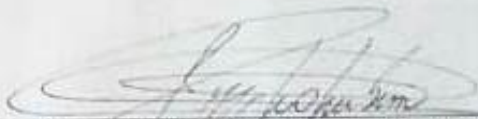
Aprovado em 29 de julho de 2019 pela banca examinadora:



Dr. Paulo Sérgio Bernarde
Universidade Federal do Acre, Professor, Centro Multidisciplinar – campus floresta
Orientador



Dr. Reginaldo Assêncio Machado
Universidade Federal do Acre, Professor, Centro Multidisciplinar – campus floresta
Examinador interno



Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum
Universidade Federal de Campina Grande, Professor
Examinador externo



Dr. Igor Soares de Oliveira
Universidade Federal do Acre, Professor, Centro de Educação e Letras – campus floresta
Examinador suplente

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JULHO DE 2019

F676e Fonseca, Wirven Lima da, 1992 -
Ecologia de *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Serpentes: Viperidae) no oeste da Amazônia, Acre, Brasil / Wirven Lima da Fonseca; orientador: Dr. Paulo Sérgio Bernarde. – 2019.
89 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Rio Branco, 2019.
Inclui referências bibliográficas e anexos.

1.Reptilia. 2. Squamata. 3. Viperidae. I. Bernarde, Paulo Sérgio (orientador).
II. Título.

CDD: 636.6

Bibliotecária: Irene de Lima Jorge CRB-11º/465

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FONSECA, W. L. (2019). Ecologia de *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Serpentes: Viperidae) no Oeste da Amazônia, Acre, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC, 89 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Wirven Lima da Fonseca

GRAU: Mestre

Concedo à Universidade Federal do Acre - UFAC permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestá-las somente para propósitos acadêmicos e científicos. Reservo outros direitos de publicação, de forma que nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem minha autorização por escrito.



Wirven Lima da Fonseca

Endereço eletrônico: wirvenlima.pw@outlook.com

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Dr. Paulo Sérgio Bernarde pela amizade e orientação desde a graduação, pelo auxílio e ensinamentos durante as atividades de campo, além das correções, críticas, revisões e sugestões dessa dissertação.

Agradeço à minha família, em especial a minha mãe Maria da Glória por sempre me apoiar e incentivar nos estudos. À minha esposa Rocinete por todo o apoio e compreensão, e ao meu amado filho, Oliver por ser uma fonte de energia pra mim.

Aos amigos Andesson Oliveira e Radraque Correa pelas conversas e auxílio durante as atividades de campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais/UFAC.

À Capes pela bolsa concedida.

Aos docentes pertencentes ao Mestrado pelos ensinamentos dentro e fora de sala. Aos meus colegas de turma pelo convívio, ensinamentos e amizade.

Aos membros da banca de defesa: Dr. Igor Soares de Oliveira, Dr. Marcelo Nogueira de Carvalho Kokubum e Dr. Reginaldo Assêncio Machado.

E a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso deste trabalho.

Esses são realmente tempos emocionantes. A ciência do dossel fez a biologia grandiosamente tridimensional; nenhuma outra disciplina, salve possivelmente o estudo dos bentos abissais oferece uma oferta mais inexplorada de espaços, a diversidade de espécies e a combinação física e aventura intelectual.

Edward O. Wilson

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	11
Artigo 1.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	20
<i>Área de estudo</i>	20
<i>Coleta de dados</i>	21
<i>Coleta das variáveis ambientais</i>	23
<i>Análise de dados</i>	24
Resultados.....	24
<i>Encontros</i>	24
<i>Sazonalidade</i>	25
<i>Atividade</i>	26
<i>Correlação com fatores bióticos e abióticos</i>	27
<i>Uso do substrato</i>	28
Discussão.....	33
Conclusão.....	39
Referências.....	40
Anexo.....	47
Artigo 2.....	52
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	56
<i>Área de estudo</i>	56
<i>Métodos de amostragem</i>	57
<i>Análise de dados</i>	59
Resultados.....	60
Discussão.....	64
Conclusão.....	66
Referências.....	67
Anexo 1.....	73
Anexo 2.....	77
Anexo 3.....	78
CONCLUSÃO GERAL.....	88
APÊNDICE.....	89

INTRODUÇÃO GERAL

Os Squamata representam o maior e mais variado grupo de répteis, tendo elevada diversidade ecológica, apresentando espécies com hábitos aquáticos, fossoriais, terrícolas e arborícolas e ocorrem em quase todos os continentes, exceto na Antártica (Pough et al., 2008). Esse grupo é formado por anfisbenas (cobras-cegas ou de duas-cabeças), lagartos e serpentes, sendo composto por 10.793 espécies (Uetz e Hošek, 2019).

Dentre os répteis, as serpentes em particular apresentam um conjunto diversificado de espécies com grande importância ecológica para o equilíbrio do meio ambiente, tanto como predadores de uma variedade de vertebrados e invertebrados, como alimento para outros grupos de animais (Martins e Oliveira, 1988). Estão entre os animais mais temidos pela população devido algumas espécies serem capazes de causar envenenamento em seres humanos, porém, despertam interesse em pesquisadores, que procuram compreender melhor sua biologia e suas relações filogenéticas (Bernarde, 2014).

Todas as espécies de serpentes são carnívoras e podem caçar em diferentes tipos de substrato (aquáticos, subterrâneos, terrestre e arbóreo) (Greene, 1997). Algumas espécies podem procurar ativamente por presas, caçá-las de espera ou utilizar ambas as táticas, sendo a tática de procura ativa a mais utilizada entre as espécies (Martins e Oliveira, 1998). Um comportamento realizado durante a caça de espera que é utilizado principalmente por juvenis de algumas espécies de serpentes, é o engodo caudal, que são movimentos com a ponta da cauda conspícua na tentativa de atrair presas ectotérmicas, principalmente anuros e lagartos (Neill, 1960; Heatwole e Davison, 1976). Muitos estudos realizados sobre esse comportamento foram realizados em cativeiro (e.g., Greene e Campbell, 1972; Heatwole e Davison, 1976; Sazima, 1991; Sazima e Puerto, 1993; Strimple, 1995; Parellada e Santos, 2002). Assim, observações na natureza podem contribuir para formulações de hipóteses sobre interações entre predador e presa (e.g., Sazima, 2006).

O Brasil é considerado o terceiro país com a maior riqueza de répteis do planeta com 773 espécies listadas, das quais 392 são serpentes (Costa e Bérnils, 2018). Grande parte dessa riqueza de serpentes ocorre na Amazônia, onde são registradas 189 espécies (Prudente, 2017), porém, apesar dessa grande diversidade, pouco se sabe sobre a ecologia de muitas espécies, uma vez que estudos realizados com serpentes nesse bioma são limitados, sendo estudadas, geralmente, as espécies mais abundantes e comuns (Cunha e Nascimento, 1993; Martins e Oliveira, 1998; Bernarde e Abe, 2006).

O registro de serpentes na natureza é bem mais difícil quando comparado com outros grupos de vertebrados, por isso, alguns métodos de amostragem 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, 2012). O método amostral de procura visual limitada por tempo 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).

Estudos sobre história natural de serpentes são relevantes, pois, abordam onde estão os organismos e suas interações com o ambiente natural (Greene, 1994), além de serem 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 ambiente, reprodução e período de atividade, são essenciais para a realização de estratégias de conservação com base no conhecimento das espécies de uma determinada área (Sawaya et al., 2008).

O gênero *Bothrops* apresenta 45 espécies de serpentes neotropicais (Uetz e Hošek, 2019), distribuídas desde o México à Argentina (Campbell e Lamar, 2004). Essas espécies são capazes de ocupar diferentes tipos de habitats, desde florestas a áreas abertas, incluindo ambientes antropizados (Martins et al., 2002; Melgarejo, 2009). Desta forma, informações sobre a história natural desse grupo são importantes para tentar diminuir o número de acidentes ofídicos envolvendo seres humanos (Oliveira e Martins, 2001; Bernarde, 2014).

Estudos recentes sobre a história natural deste gênero permitiram estabelecer alguns padrões: a maioria das espécies apresenta alimentação generalista com mudança ontogenética (Martins et al., 2002). 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 possui 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).

Duas subespécies de *Bothrops bilineatus* (Wied-Neuwied, 1821) são conhecidas na região amazônica da Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Brasil, (Uetz e Hošek, 2019): *Bothrops bilineatus bilineatus* (Wied 1821)

é encontrada na Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Brasil, nos estados do Amazonas, Amapá, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rio de Janeiro e Rondônia (Bernarde et al., 2011a; Uetz e Hošek, 2019); e *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge 1966, com registros na floresta amazônica da Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela e Brasil (Acre, Amazonas e Rondônia) (Uetz e Hošek, 2019).

A serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus*, conhecida no Acre como papagaia ou jararaca-verde, é uma serpente da família Viperidae que costuma ser pouco amostrada ao longo de sua distribuição (e.g., Jorge-da-Silva, 1993; Pantoja e Fraga, 2012; Waldez et al., 2013) ou mesmo não registrada em estudos herpetofaunísticos (e.g., Avila-Pires et al., 2009; Bernarde et al., 2011b; França et al., 2017). Porém, Turci et al. (2009) registraram para a floresta do baixo rio Moa uma abundância (n=12) considerável dessa espécie. Essa espécie apresenta hábitos arborícolas e atividade noturna, sendo encontrada principalmente em florestas primárias e secundárias próximas a cursos d'água, sendo pouco frequente em ambientes antropizados (Campbell e Lamar, 2004). Apresentando uma dieta generalista, essa serpente alimenta-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) e é uma espécie vivípara que gera de 6 a 16 filhotes (Campbell e Lamar, 2004).

Sendo uma espécie peçonhenta, a serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* apresenta importância médica, uma vez que pode causar envenenamentos em seres humanos (Bernarde e Gomes, 2012; Mota-da-Silva et al., 2019). Informações obtidas durante estudos sobre a atividade, comportamento e uso do habitat por serpentes peçonhentas podem contribuir para uma melhor compreensão das circunstâncias epidemiológicas dos acidentes ofídicos e, assim serem utilizadas na profilaxia do ofidismo (Sazima, 1988; Oliveira e Martins, 2001).

Em vista a rica biodiversidade herpetofaunística registrada para o Alto Juruá (Souza, 2009; Bernarde et al., 2011b), poucos são os estudos conduzidos sobre a ecologia das espécies de serpentes nesta região. Conhecer a ecologia e como determinada espécie responde às variações ambientais é fundamental para a elaboração de ações para seu manejo e conservação (Dodd Jr., 1993; Martins e Oliveira, 1998).

Dessa forma, esse estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a Ecologia de *Bothrops bilineatus smaragdinus* no oeste da Amazônia, estado do Acre, Brasil. Para isso, procuramos responder as seguintes perguntas: i) Quais variáveis ambientais (bióticas e abióticas) influenciam na ocorrência de *Bothrops bilineatus smaragdinus*? ii) Como a

serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* caça suas presas? iii) O microhabitat onde a serpente apresenta atividade de caça é o mesmo que utiliza para repouso?

Os resultados obtidos estão divididos em dois capítulos, sendo o primeiro: Uso do habitat e atividade da serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 no oeste da Amazônia brasileira, onde fornecemos informações sobre a ecologia da espécie em relação a atividade e utilização do habitat e o segundo: Engodo caudal em *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 (Serpentes: Viperidae) no Oeste da Amazônia, onde realizamos uma série de observações dessa serpente realizando engodo caudal pela primeira vez na natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

Almeida-Santos, S.M., Salomão, M.G. (2002): Reproduction in Neotropical Pitvipers, with Emphasis on Species of the Genus *Bothrops*. In: Biology of the Vipers, p. 445-462.

Schuett, G.W., Hoggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Utah, USA, Eagle Mountain Publishing.

Avila-Pires, T.C.S., Vitt, L.J., Sartorius, S.S.; Zani, P.A. (2009): Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards.

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais **4**: 99-118.

Bernarde, P.S. (2012): Anfíbios e Répteis - Introdução ao estudo da herpetofauna brasileira. Curitiba, Anolis Books.

Bernarde, P.S. (2014): Serpentes Peçonhentas e Acidentes Ofídicos no Brasil. São Paulo Anolis Books.

Bernarde, P.S., Abe, A.S.A. (2006): A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology **1**: 102-113.

Bernarde, P.S., Gomes, J.O. (2012): Serpentes peçonhentas e ofidismo em Cruzeiro do Sul, Alto Juruá, Estado do Acre, Brasil. Acta Amazônica **42**: 65-72.

- Bernarde, P.S., Costa, H.C., Machado, R.A., São Pedro, V.A. (2011a): *Bothriopsis bilineata bilineata* (Wied, 1821) (Serpentes: Viperidae): New records in the states of Amazonas, Mato Grosso and Rondônia, northern Brazil. *CheckList* **7**: 343-347.
- Bernarde, P.S., Machado, R.A., Turci, L.C.B. (2011b): Herpetofauna da área do Igarapé Esperança na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre – Brasil. *Biota Neotropica* **11**: 117-144.
- Campbell, J.A., Lamar, W.W. (2004): *The venomous reptiles of the Western Hemisphere.*, Ithaca, Cornell University Press.
- Cechin, S.Z., Martins, M. (2000): Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **17**: 729-740.
- Costa, H.C., Bérnils, R.S. (2018): Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* **7**: 11–57.
- Cunha, O.R., Nascimento, F.P. (1993): Ofídios da Amazônia: As cobras da região Leste do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Zoologia* **9**: 1-191.
- Dixon, J.R., Soini, P. (1986): *The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru.* Second Edition. Milwaukee Public Museum, Milwaukee.
- Dodd, C.K.Jr. (1993): Strategies for snake conservation. In *Snakes: Ecology and behavior*, p. 363-393. Seigel, R.A., Collins, J.T., Ed., New York, USA, McGraw-Hill.
- França, D.P.F., Freitas, M.A., Ramalho, W.P., Bernarde, P.S. (2017): Diversidade local e influência da sazonalidade sobre taxocenoses de anfíbios e répteis na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil. *Iheringia* **107**: 2017023.
- Greene, H.W. (1986): Natural history and evolutionary biology. In: *Predator-prey relationships: perspectives and approaches from the study of lower vertebrates*, p. 99-108. Feder, M.E., Lauder, G.V., Ed., Chicago, USA, The University of Chicago Press.

- Greene, H.W. (1994): Systematics and natural history, foundations for understanding and conserving biodiversity. *American Zoologist* **34**: 48-56.
- Greene, H.W. (1997): *Snakes: The Evolution of Mystery in Nature*. University of California Press, Berkeley.
- Greene, H.W., Campbell, J.A. (1972): Notes on the use of caudal lures in arboreal green pit vipers. *Herpetologica* **28**: 32-34.
- Greene, H.W., Losos, J.B. (1988): Systematics, natural history and conservation. *BioScience* **38**: 458-452.
- Heatwole, H., Davison, E. (1976): A review of caudal luring in snakes with notes on its occurrence in the Saharan sand viper, *Cerastes vipera*. *Herpetologica* **32**: 332-336.
- Jorge-da-Silva Jr., N. (1993): The snakes from Samuel hydroelectric power plant and vicinity, Rondônia, Brasil. *Herpetological Natural History* **1**: 37-86.
- Maccartney, J.M., Gregory, P.T., Larsen, K.W. (1988): A tabular survey of data on movements and home ranges of snakes. *Journal of Herpetology* **22**: 61-73.
- Martins, M., Oliveira, M.E. (1998): Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **6**: 78-150.
- Martins, M., Marques, O.A.V., Sazima, I. (2002): Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In *Biology of the vipers*. p. 307-328. Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Utah, USA, Eagle Mountain Publishing.
- Martins, M., Araujo, M.S., Sawaya, R.J., Nunes, R. (2001): Diversity and evolution of macrohabitat use, body size and morphology in a monophyletic group of Neotropical pitvipers (*Bothrops*). *Journal of Zoology* **254**: 529-538.

Melgarejo, A.R. (2009): Serpentes Peçonhentas do Brasil. In: Animais Peçonhentos no Brasil: Biologia, Clínica e Terapêutica dos Acidentes, p. 42-70. Cardoso, J.L., França, F.O., Wen, F.H., Málaque, C.M., Haddad, Jr.V. Second Edition. São Paulo, Sarvier.

Mota-da-silva, A., Sachett, J., Monteiro, W.M., Bernarde, P.S. (2019): 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* **52**: e-20180195.

Neill, W.T. (1960): The caudal lure of various juvenile snakes. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences* **23**: 173-200.

Oliveira, M.E., Martins, M. (2001): When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **8**: 101-110.

Pantoja, D.L., Fraga, R. (2012): Herpetofauna of the Reserva Extrativista do Rio Gregório. *Check List* **8**: 360-374

Parellada, X., Santos, X. (2002): Caudal luring in free-ranging adult *Vipera latasti*. *Amphibia-Reptilia* **23**: 343–347.

Pough, F.H., Heiser, J.B., Janis, C.M. (2008): A vida dos vertebrados. São Paulo, Atheneu.

Prudente, A.L.C. (2017): Censo da Biodiversidade da Amazônia Brasileira - MPEG: Serpentes. Available at: <http://censo.museugoeldi.br/>. Accessed on 15 January 2018.

Sawaya, R.J., Marques, O.A.V., Martins, M. (2008): Composição e história natural das serpentes de cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* **8**: 127-148.

Sazima, I. (1988): Um estudo de biologia comportamental da Jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. *Memórias do Instituto Butantan* **50**: 83-99.

Sazima, I. (1991): Caudal luring in two Neotropical pitviper, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. *Copeia* **1991**: 245-248.

- Sazima, I. (2006): Theatrical frogs and crafty snakes: predation of visually-signalling frogs by tail-luring and ambushing pitvipers. *Aqua* **11**: 117-124.
- Sazima, I., Puerto, G. (1993): Feeding technique of juvenile *Tropidodryas striaticeps*: probable caudal luring in a colubrid snake. *Copeia* **1993**: 222-226.
- Souza, M.B. (2009): Anfíbios: Reserva Extrativista do Alto Juruá e Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre. Campinas, IFCH.
- Strimple, P. (1995): Comments on caudal luring in snakes with observations on this behaviour in two subspecies of cantils, *Agkistrodon bilineatus* ssp. *Literatura Serpentina* **15**: 74-77.
- Turci, L.C.B., Albuquerque, S., Bernarde, P.S., 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 Neotropica* **9**: 197-206.
- Uetz, P., Hosek, J. (2019): *Bothrops bilineatus*. The Reptile Database. Available at: <http://www.reptile-database.org>. Accessed on 29 April 2019).
- Venegas, P.J., Chávez-Arribasplata, J.C., Almora, E., Grilli, P., Duran, V. (2019): New observations on diet of the South American two-striped forest-pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Hoge, 1966). *Cuadernos de herpetología* **33**: 29-31.

Artigo 1

Uso do habitat e atividade da serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 no oeste da Amazônia brasileira*

Wirven Lima da Fonseca^{1,2}, Radraque Rodrigues Correa¹, Andesson de Souza Oliveira¹, Igor Soares de Oliveira³, Paulo Sérgio Bernarde¹

¹ Laboratório de Herpetologia, Centro Multidisciplinar, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, 69980-000, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, 69920-900, Brasil

³ EtnoLab - Etnociências, Ecologia e Conservação, Centro de Educação e Letras, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, 69980-000, Brasil

* Conforme normas do periódico Herpetology Notes (Apêndice)

Resumo. Répteis Squamata arborícolas são os vertebrados menos estudados em florestas tropicais. Na Amazônia, serpentes arborícolas e subarborícolas representam uma considerável composição de espécies nas comunidades e com a velocidade com a qual as florestas estão sendo destruídas estas provavelmente são as mais prejudicadas. Apresentamos aqui informações sobre a utilização do habitat e atividade da serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* em uma mata de várzea no Oeste da Amazônia brasileira. Durante o período de um ano (abril/2018 – março/2019) realizamos 816 horas de procura visual limitada por tempo e registramos 35 espécimes, sendo outros dois registrados através de encontros ocasionais, totalizando 37 espécimes. Durante a procura visual limitada por tempo, *B. bilineatus smaragdinus* teve uma frequência de uma serpente a cada 23 horas ou 0,04 serpentes/hora. Durante a noite essa espécie esteve em atividade de caça de espera em 84,9% dos registros, enquanto que em 15,1% dos registros estava em deslocamento. Espécimes adultos utilizaram principalmente galhos durante a caça de espera, enquanto os juvenis utilizaram folhas. A ocorrência esteve significativamente correlacionada com a

frequência de três espécies de anfíbios (*Osteocephalus* spp. e *Scinax ruber*) que fazem parte de sua dieta e foi inversamente correlacionada com a pluviosidade e o alagamento das trilhas. Essa espécie foi mais registrada durante a estação da seca quando foram registrados os menores índices de umidade relativa do ar e foi menos registrada durante os períodos de chuva. O menor encontro desta serpente durante o período de chuvas pode estar associado com o aumento da umidade nas copas das árvores e a migração vertical de anfíbios (*Osteocephalus* spp.), que ocorrem em alturas menores durante o período de seca.

Palavras-chave. Amazônia Ocidental, Reptilia, Squamata, Viperidae

Abstract. Squamata arboreal reptiles are the least studied groups of vertebrates in the tropical forests. In the Amazon, arboreal and semi-arboreal snakes represent a considerable composition of species in the communities and probably are the most prejudiced by the destruction of the forests. We present here information about the habitat use and activity of the snake *Bothrops bilineatus smaragdinus* in “várzea” forests in the western Brazilian Amazon. During the one year period (april/2018 – march/2019) we performed 816 hours of time-limited visual search and recorded 35 specimens, two others recorded through occasional encounters, totaling 37 specimens. During the time-limited search, *B. bilineatus smaragdinus* had a frequency of one snake every 23 hours or 0.04 snake/hour. During the night, this species was in hunting-waiting activity in 84.9% of the records, while in 15.1% of the records were found in displacement. Adult specimens mainly used twigs during hunting-waiting activity, while juveniles utilized leaves. The occurrence these specimens was significantly correlated with the frequency of three species of amphibians (*Osteocephalus* spp. and *Scinax ruber*) which were part of their diet and inversely correlated with the rainfall and the flooding of the trails. This species was most recorded during the dry season when the lowest relative humidity was recorded and was less recorded during the rainy season. The lowest encounter of this snake during the rainy season may be associated with increased tree canopy humidity and vertical migration of amphibians (*Osteocephalus* spp.), occurring at lower altitudes during the dry season.

Keywords. Western Amazonia, Reptilia, Squamata, Viperidae

Introdução

Anfíbios e répteis arborícolas são os vertebrados menos estudados em florestas tropicais (Kays e Allison, 2001), apesar da rica e, por vezes peculiar, herpetofauna que é encontrada no dossel e de suas interações ecológicas com outras espécies (e.g., Duellman, 1978; Shaw, 2004; Dial e Roughgarden, 2004; Guayasmin et al., 2006; Wilson et al., 2007). Serpentes arborícolas proporcionam muitas questões fascinantes para serem estudadas, embora vários aspectos de sua biologia ainda não sejam bem compreendidos (Lillywhite e Henderson, 1993).

Na Amazônia, serpentes arborícolas e subarborícolas representam 19% a 35% da composição de espécies nas comunidades (e.g., Duellman, 1978; Martins e Oliveira, 1998; Bernarde e Abe, 2006). Nesse ambiente tridimensional em que as espécies arborícolas vivem, ocorrem diferenças na presença de fatores bióticos e abióticos (Madigosky, 2004; Shaw, 2004). Os fatores bióticos são representados pela disponibilidade de plantas epífitas, estrutura vegetal, presas, predadores e parasitas e os abióticos, a distribuição espacial e temporal da temperatura e da umidade relativa próxima à camada superior do dossel, que é muito mais variável e relativamente menor do que dos estratos mais próximos do solo da floresta (Madigosky e Vatnick, 2000; Madigosky, 2004; Shaw, 2004). Nos ambientes arbóreos, características como a estrutura de folhagem, microclima, disponibilidade de presas e o tamanho e forma do corpo da serpente, provavelmente interagem para influenciar a altura de poleiro e forrageio (Lillywhite e Henderson, 1993).

Informações sobre história natural de serpentes são fundamentais para estudos sobre biologia evolutiva e ecologia (Greene, 1997) e com a velocidade em que áreas de florestas na Amazônia estão sendo destruídas, o aumento do conhecimento sobre a ecologia das espécies é crucial para futuras ações de manejo e de conservação (Martins e Oliveira, 1998). No caso de serpentes arborícolas, devido as suas adaptações e especializações para viverem

sobre a vegetação, se tornam mais sensíveis às modificações do habitat e provavelmente elas sejam as mais prejudicadas com o desmatamento (Lillywhite e Henderson, 1993). O estudo do habitat e da atividade de serpentes peçonhentas também pode contribuir para a compreensão das circunstâncias em que os acidentes ofídicos ocorrem e fornecer subsídios para propostas de medidas de prevenção (Sazima, 1988; Oliveira e Martins, 2001).

O gênero *Bothrops* compreende 45 espécies descritas (Uetz e Hošek, 2019), ocorrendo do México à Argentina (Campbell e Lamar, 2004). Essas espécies são capazes de ocupar diferentes tipos de habitats, desde florestas a áreas abertas, incluindo ambientes antropizados (Campbell e Lamar, 2004). Alguns estudos sobre ecologia de serpentes focaram a atividade e o uso do habitat das espécies do gênero *Bothrops* (e.g., Sazima, 1988; Oliveira e Martins, 2001; Nogueira et al., 2003; Wasko e Sasa, 2012; Leão et al., 2014), sendo estes realizados com espécies primariamente de hábitos terrícolas e relativamente poucos com as formas arborícolas (e.g., Turci et al., 2009; Andrade et al., 2010; Marques et al., 2012).

A serpente arborícola *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 ocorre no oeste da Amazônia nos rios Negro e Orinoco (na Colômbia e Equador), no Peru, na Bolívia e no Brasil, nos estados do Acre, Rondônia e Amazonas (Dal Vechio et al., 2018). Trata-se de uma espécie de hábitos noturnos que se alimenta de anfíbios, roedores, lagartos e outras serpentes (Dixon e Soini, 1986; Martins et al., 2002; Campbell e Lamar, 2004; Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a). Apesar de ser considerada uma serpente pouco frequente ao longo de sua distribuição geográfica, em algumas localidades pode ser uma das serpentes mais abundantes (Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a) e em algumas regiões sendo a segunda espécie peçonhenta responsável pelos acidentes ofídicos (e.g., Haad, 1980/81; Smalligan et al., 2004; Mota-da-Silva et al., 2019). O presente trabalho tem como objetivo

apresentar informações sobre a utilização do habitat e atividade da serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* em uma mata de várzea no Oeste da Amazônia brasileira.

Material e Métodos

Área de estudo.—O estudo foi realizado na Floresta do baixo rio Moa (07° 37' 29,5 S; 72° 47' 22,6 W) no município de Cruzeiro do Sul (estado do Acre), extremo oeste da Amazônia brasileira (Figura 1). A região apresenta clima tropical, quente, úmido com temperatura média anual de 24 °C (Ribeiro, 1977), sendo o período entre os meses de maio a outubro os mais secos do ano. Essa floresta se enquadra na formação vegetacional “Floresta Aluvial Aberta com Palmeiras” (Acre, 2010), estando próxima ao rio Moa e sofrendo influência deste, sendo parcialmente alagada sazonalmente com o enchimento dos lagos. 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. (Turci et al., 2009).



Figura 1: Localização da área de estudo em Cruzeiro do Sul (AC), oeste da Amazônia brasileira.

Coleta de dados.—A amostragem de serpentes foi realizada durante o período de um ano (abril de 2018 a março de 2019) por quatro pesquisadores em três trilhas (uma de 800 m e duas de 600 m) (Figura 2). As serpentes foram amostradas através do método de procura visual limitada por tempo (PVLTV) (Campbell e Christman, 1982), que consiste em se deslocar lentamente a pé em um transecto a procura de serpentes que estejam visualmente expostas. Esse método permite coletar informações sobre a atividade e a localização do animal no habitat, podendo ser realizado por duas pessoas, cada uma procurando em um lado da trilha ou por apenas uma pessoa procurando dos dois lados. É um método lento em que geralmente se percorre cerca de 400 m em um período de três horas. Realizamos 68 horas-

homem de procura em cada mês, totalizando 816 horas-homens durante a noite (períodos de três horas (trilha I, sendo 400 m para cada dupla) ou quatro horas (trilhas II e III, uma dupla simultaneamente em cada trilha) entre às 18:00 e 22:30 horas). Na trilha I, as serpentes não foram capturadas, apenas observadas e nas outras duas trilhas (II e III) todos os espécimes encontrados foram coletados como espécimes-testemunhos (Licença de coleta SISBIO 12.178) e depositados na Coleção Herpetológica da UFAC Campus Floresta (UFACF 4299 - 4317). Em sete ocasiões foram feitas visitas diurnas para registrar a atividade de espécimes encontrados em noites anteriores.

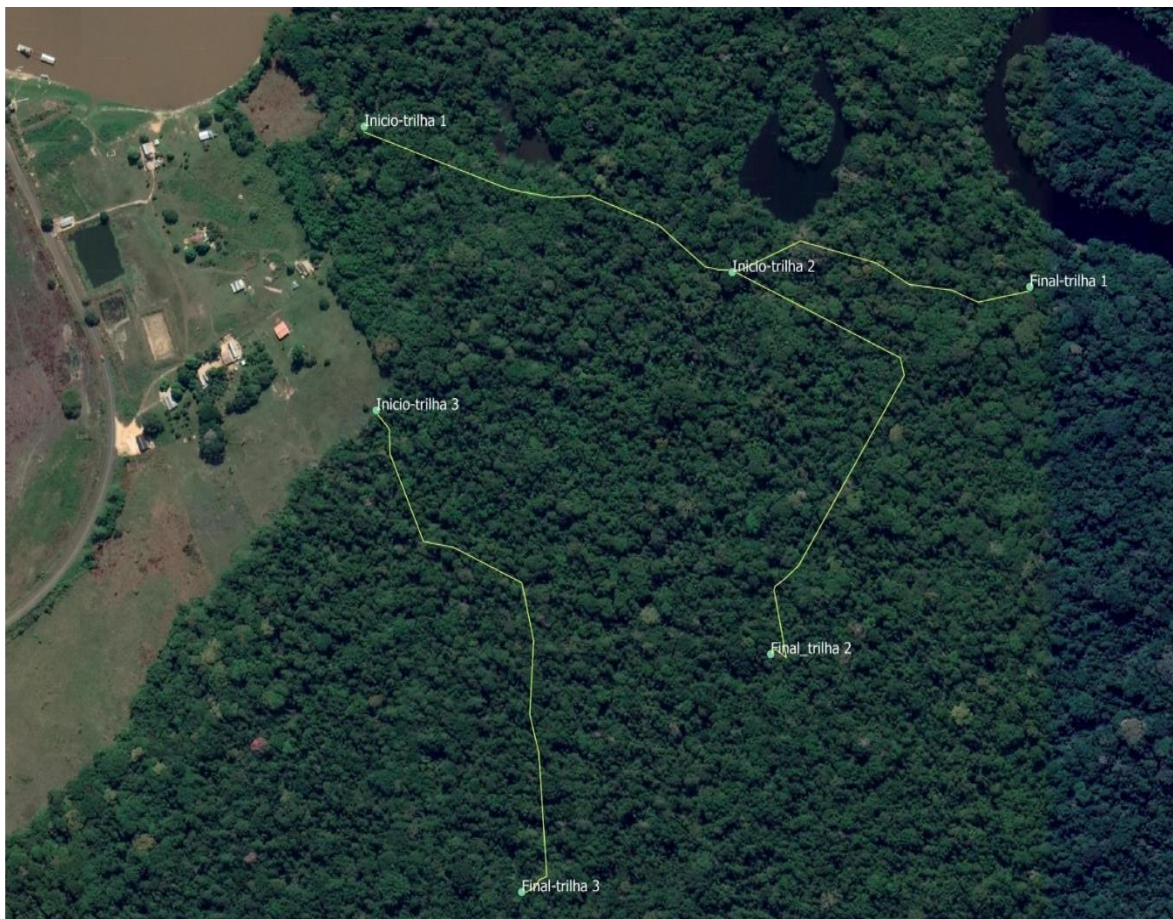


Figura 2: Trilhas na floresta do baixo rio Moa em Cruzeiro do Sul (AC), oeste da Amazônia brasileira. (Adaptado do Google Earth).

As serpentes quando encontradas foram observadas durante cinco minutos para registro de sua atividade. As seguintes informações foram registradas: horário do encontro, substrato utilizado, altura (medida com trena comum ou a laser), direção da cabeça em relação ao tronco da árvore quando caçando em galhos 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). Os espécimes da Trilha I foram reconhecidos durante os reencontros através de suas marcas naturais (padrão de coloração da cabeça, do corpo e da cauda, tamanho), com o auxílio de fotografias e por estarem nas mesmas posições em árvores e galhos ou próximos (máximo 30 m) de onde tinham sido previamente encontrados. Para caracterização da sazonalidade, reencontros de um indivíduo durante o mesmo mês não foi contabilizado. Indivíduos com o comprimento total do corpo com 30 cm ou menos foram considerados filhotes, que corresponde ao tamanho aproximado dos espécimes quando nascem (25,5 a 27 cm) (Grego et al., 2012).

Coleta das variáveis ambientais.—Os anfíbios anuros (potenciais presas) encontrados sobre a vegetação durante a procura visual limitada por tempo foram contabilizados. Os dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram coligidos utilizando-se um termohigrômetro AKROM KR811 a uma altura de 1,50 m do chão, anotando os valores no início e no final da procura, fazendo uma média destes. Os dados sobre pluviosidade foram coligidos de uma estação meteorológica distante 3,5 km em linha reta da área de estudo (Inmet, 2019). Para definir a altura do substrato em que a serpente foi encontrada, utilizamos uma trena comum ou a laser (grandes alturas). Foram medidos a circunferência dos troncos das árvores (CAP) em que as serpentes foram encontradas utilizando-se fita métrica. Quando possível, os diâmetros dos galhos onde as serpentes se encontravam caçando de espera, foram medidos utilizando-se paquímetro. O alagamento das trilhas foi registrado de acordo

com a porcentagem em termos de área que as mesmas se encontravam inundadas ao longo de suas extensões e foi feito uma média para cada mês.

Análise de dados.—Para avaliar a relação dos encontros dos espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus* com suas presas (anfíbios) e fatores abióticos (pluviosidade, temperatura, umidade relativa do ar e porcentagem de alagamento das trilhas) ao longo do período de estudo, utilizou-se o teste de Correlação de Spearman. Foi utilizado o Teste de Spearman devido a amostra não apresentar padrão de distribuição normal e se constituir em pequeno número amostral. Foi considerado significativo o resultado quando o p apresentou o valor $< 0,05$.

Resultados

Encontros.—Foram registrados 35 espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus* durante a procura visual limitada por tempo noturna (uma serpente a cada 23 horas de procura ou 0,04 serpente-hora) nas três trilhas (Tabela 1 e Anexo), sendo 18 destes coletados nas trilhas II e III. A subespécie *B. b. smaragdinus* foi a serpente mais abundante durante a PVLT noturna, correspondendo a 27,7% do total das serpentes encontradas (n = 126 espécimes; 21 espécies). Na trilha I foram realizadas 58 observações (encontros e reencontros) de 17 indivíduos durante a PVLT. Um espécime juvenil foi registrado ocasionalmente na trilha I após PVLT na trilha II e outro foi coletado ocasionalmente fora das trilhas de procura nessa floresta. Do total de espécimes observados (37), a maioria apresentou a ponta da cauda com coloração castanha (59,5%) e o restante branca (40,5%), sendo essa característica independente do sexo ou da idade do indivíduo nesta população (Figura 3).

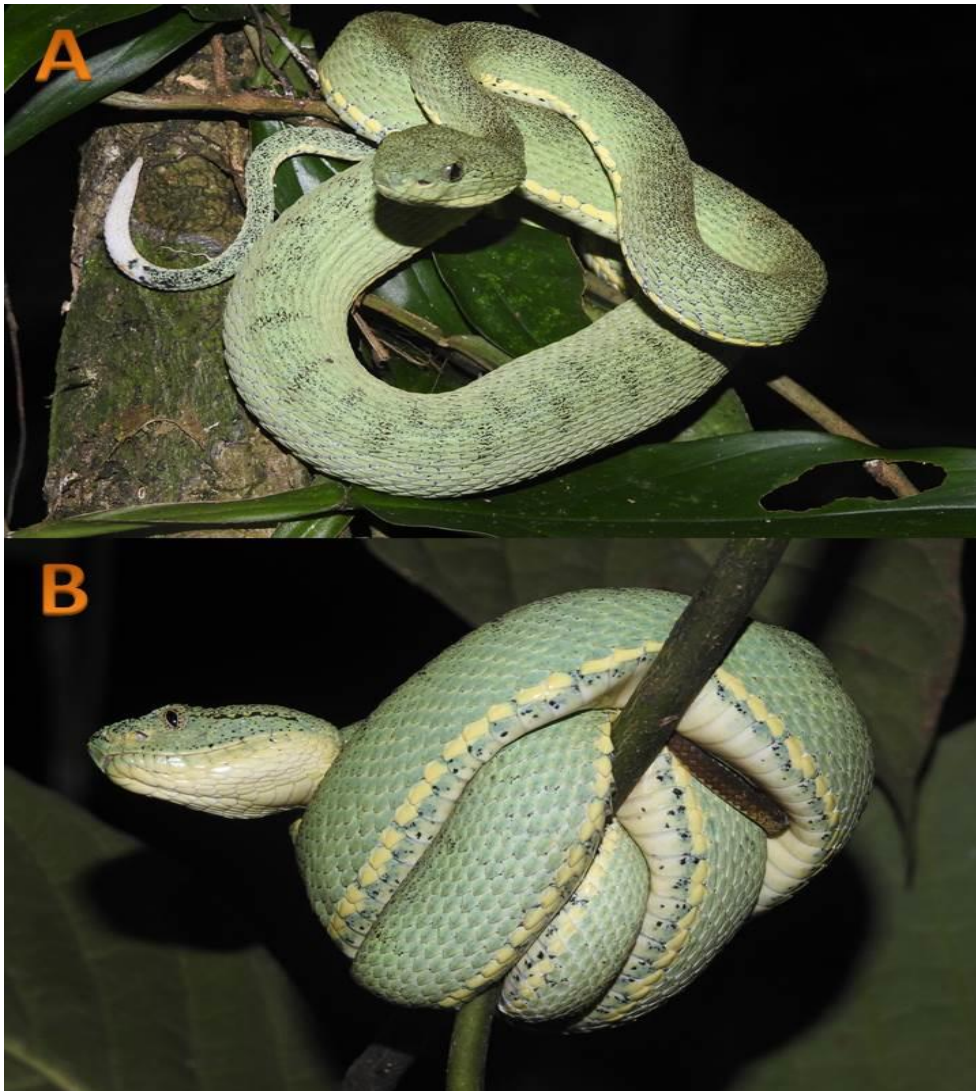


Figura 3. Espécimes adultos de *Bothrops bilineatus smaragdinus* com ponta da cauda branca (A) e castanha (B).

Sazonalidade.—A maioria dos encontros ocorreu durante a estação seca (41: 75,9%), sendo que durante os meses de dezembro a março, no período chuvoso, não foram encontrados indivíduos durante a procura regular nas trilhas (Tabela 1). Três filhotes (aproximadamente 250 mm) foram encontrados em novembro, início da estação chuvosa. Anfíbios anuros estiveram presentes sobre a vegetação durante todos os meses, sendo pouco mais abundantes (53,8%) durante a estação chuvosa (Tabelas 1 e 2). As duas espécies mais abundantes ao longo do ano foram *Osteocephalus leprieurii* e *O. taurinus*, que corresponderam a 50% dos anfíbios registrados sobre a vegetação (Tabela 2; Figura 4). Essas

duas espécies também foram as mais frequentes durante a estação seca (64,4 % dos encontros) (Tabela 2). A terceira espécie de anfíbio mais abundante sobre a vegetação foi o bufonídeo *Rhinella margaritifera*, que correspondeu a 35% dos anfíbios registrados e foram mais abundantes durante a estação chuvosa (70% dos registros desta espécie) (Tabela 2). Os menores índices de umidade relativa do ar (abaixo de 90%) ocorreram durante a estação seca entre os meses de junho a outubro (Tabela 1). As trilhas estiveram mais alagadas (40 a 100%) ao longo de suas extensões com os níveis dos lagos aumentados, durante os meses de dezembro a março na estação chuvosa (Tabela 1).



Figura 4. Anfíbio *Osteocephalus taurinus*, uma das espécies mais frequentes sobre a vegetação e registrada no conteúdo estomacal de *Bothrops bilineatus smaragdinus*.

Atividade.—Durante a noite, *B. b. smaragdinus* esteve em atividade de caça de espera (63; 82,9%) ou em deslocamento (13; 17,1%) (Figura 5). Indivíduos observados em atividade de caça de espera estavam empregando a tática de engodo caudal em 44 das vezes (Figura 5A). Nos encontros diurnos (n=17), foram encontradas em repouso (14) (Figura 5D) e três indivíduos continuaram em atividade de caça pela manhã (Tabela 3).

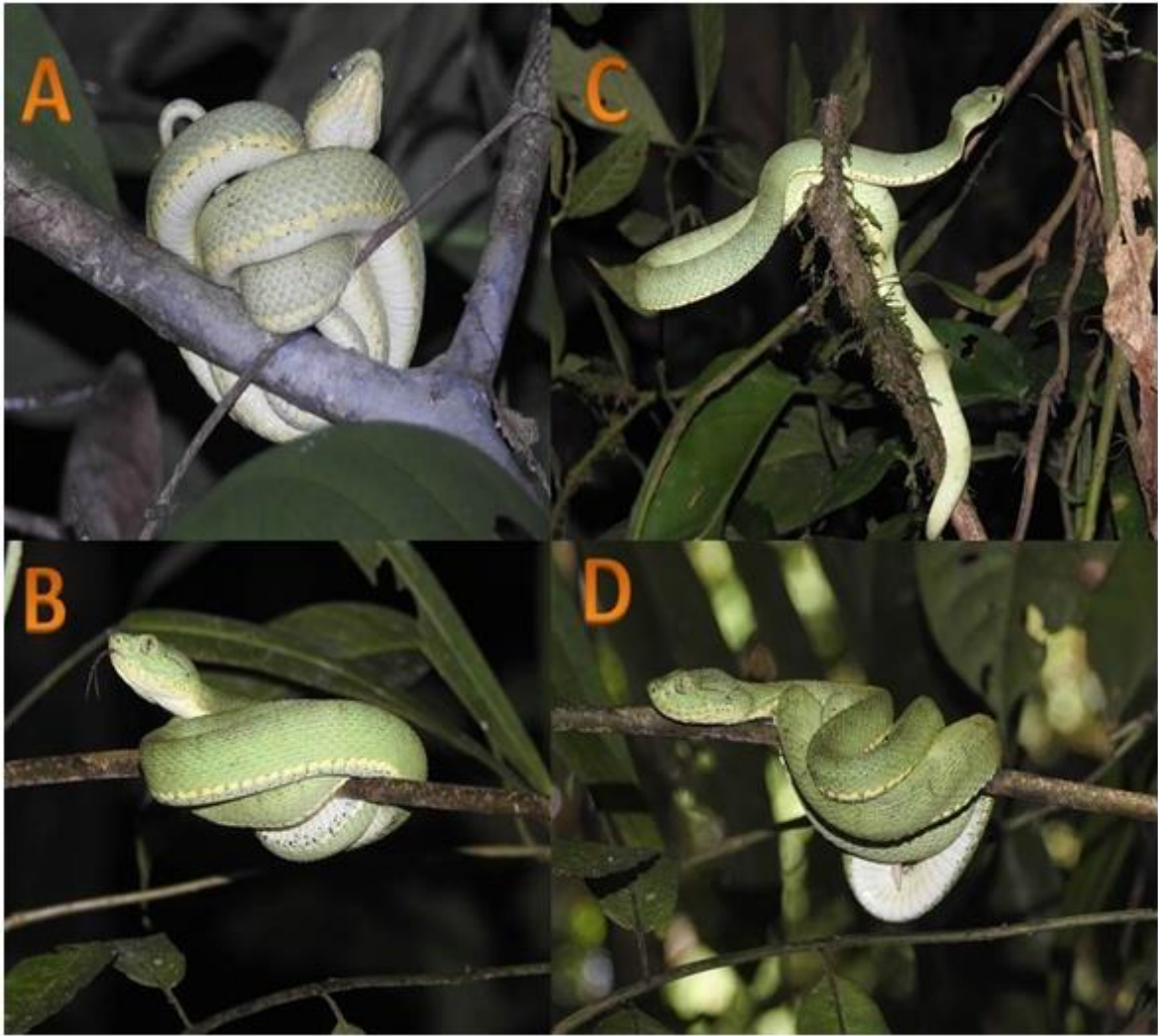


Figura 5. Espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus*: A) Espécime em atividade de caça utilizando engodo caudal; B) Espécime em atividade de caça; C) Espécime se movendo; D) Mesmo espécime em “B” em repouso diurno no mesmo local.

Correlação com fatores bióticos e abióticos.—A ocorrência de *B. b. smaragdinus* foi significativamente correlacionada com a frequência de três espécies de anfíbios (*Osteocephalus* spp. e *Scinax ruber*) que fazem parte de sua dieta ($R = 0,707$; $p = 0,01$; $n = 12$) e inversamente correlacionada com a pluviosidade ($R = -0,6430$; $p = 0,02$; $n = 12$) e o alagamento das trilhas ($R = -0,9325$; $p < 0,0001$; $n = 12$). Em relação a umidade relativa do ar, temperatura e a frequência de todas espécies de anfíbios sobre a vegetação, a ocorrência de *B. b. smaragdinus* não esteve correlacionada ($R = -0,4588$; $p = 0,1336$; $R = 0,2699$; $p = 0,39$; $n = 12$; e $R = -0,3364$; $p = 0,28$; $n = 12$, respectivamente).

Uso do substrato.—Em atividade de caça durante a PVLT no período noturno, *B. b. smaragdinus* esteve entre 0,30 m a 17,96 m de altura (\bar{X} =6,35 m; n = 63 observações), em árvores com diâmetro de 1,90 cm a 45,10 cm (\bar{X} =12,12 cm; n = 49) (Anexo). A maioria dos indivíduos foi encontrada dentro da faixa de até 5 m de altura (n = 39; 51% das vezes) (Figura 6). Indivíduos maiores do que 30 cm de comprimento foram encontrados enrodilhados em galhos durante a atividade de caça (n = 56 observações) (Figuras 3B; 5A; 5B) e um foi encontrado a 30 cm do solo caçando sobre folha de palmeira caída, enquanto serpentes juvenis menores do que 30 cm (n = 4) estiveram sobre folhas (n = 6 observações) (Figura 7). Os diâmetros dos galhos utilizados durante a caça variaram de 5,22 mm a 12,3 mm (\bar{X} =8,44 mm; n = 28). Em atividade de repouso, das 14 vezes em que foram observados, os espécimes utilizaram os mesmos locais observados em atividade de caça da noite anterior (alturas de 1,75 a 11,42 m; \bar{X} =4,8 m; n = 9) (Figura 5D). Em 56 observações foi possível registrar o tempo de permanência da serpente no mesmo local (galho e árvore), sendo que na maioria das vezes (17) as serpentes permaneceram apenas durante a noite do primeiro encontro, seguido de dois dias (9) e três (6) e, em dois casos até 10 e 22 dias (Figura 8). Em atividade de deslocamento, indivíduos foram encontrados em alturas de 1,40 m a 19,91 m (\bar{X} =5,73 m; n= 13) (Anexo).

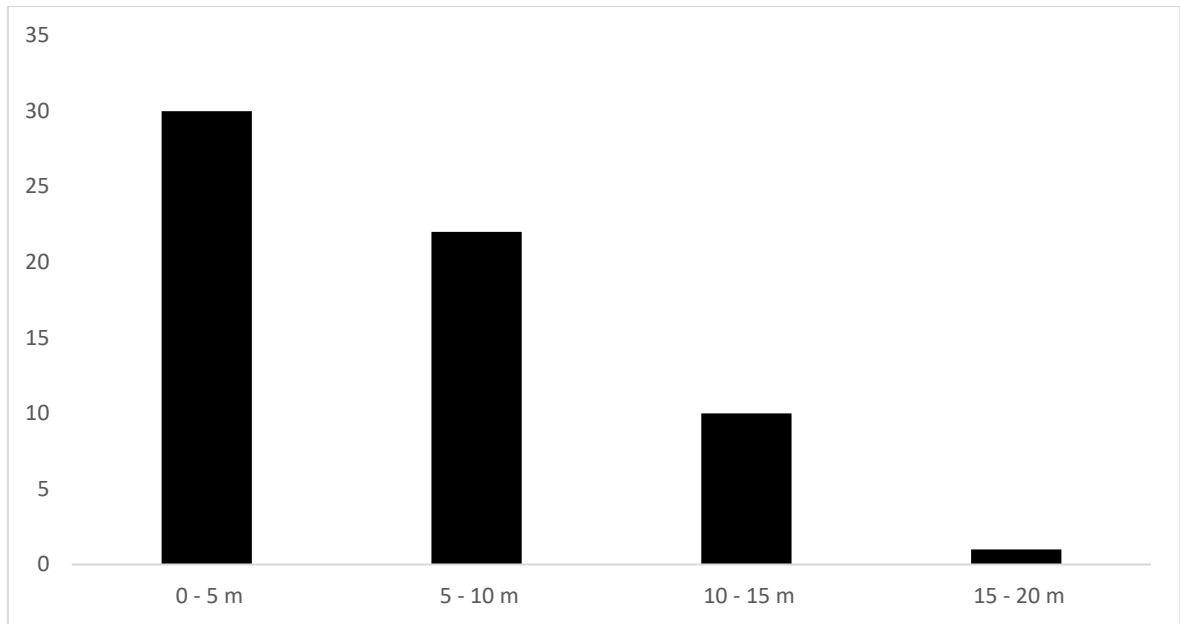


Figura 6: Faixas de altura em que os espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus* foram encontrados em atividade de caça durante a noite (n = 63 observações).

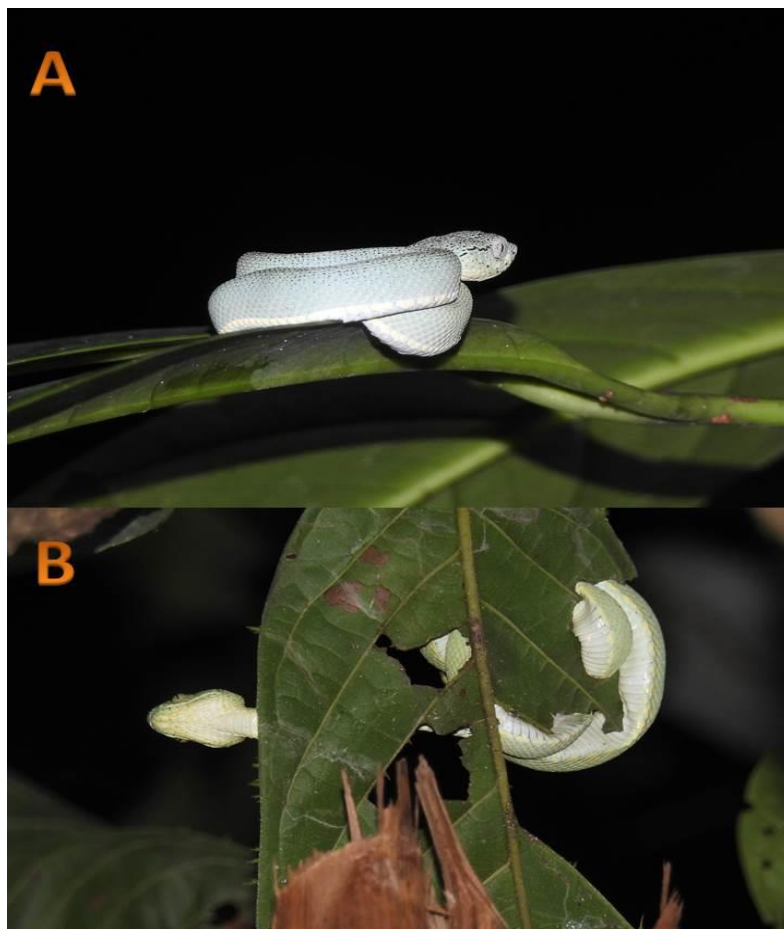


Figura 7: Espécimes juvenis (menores do que 30 cm) de *Bothrops bilineatus smaragdinus* observados em atividade de caça sobre folhas.

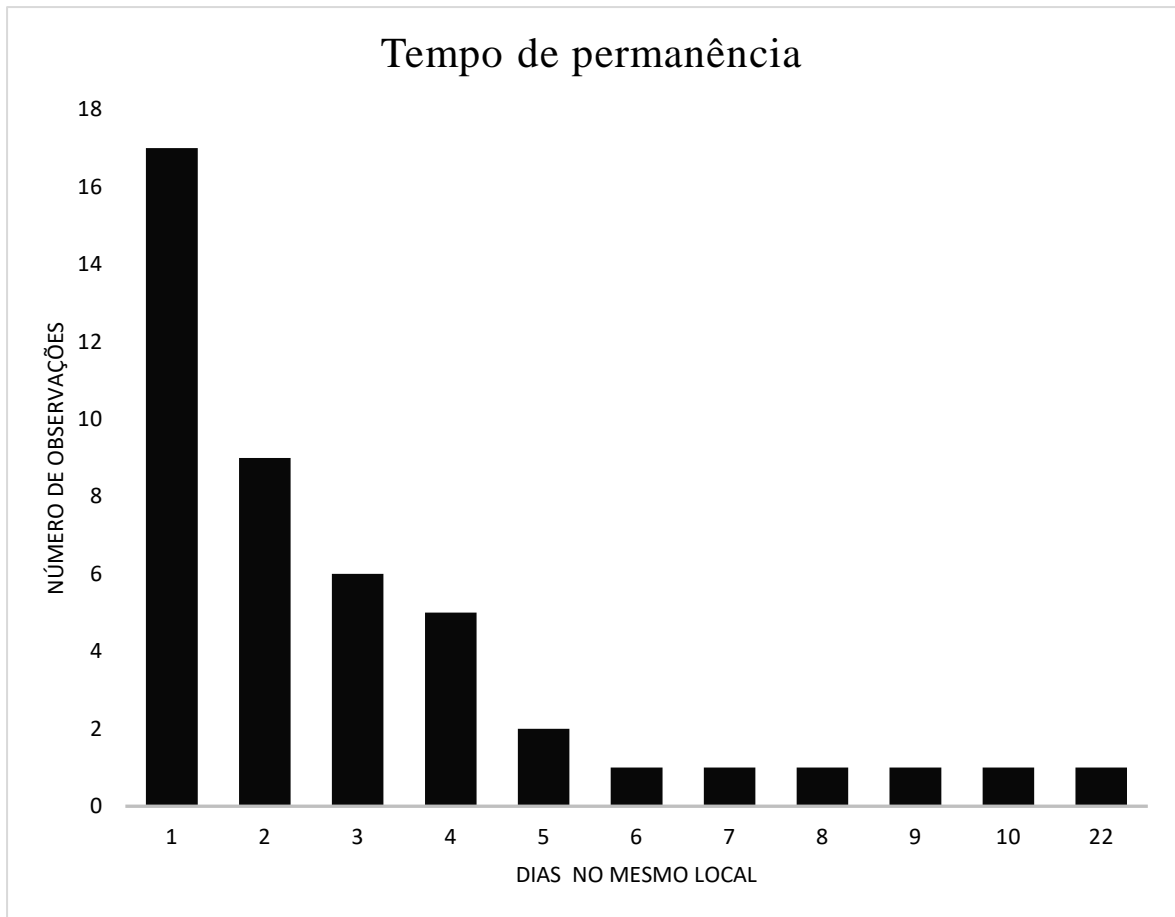


Figura 8: Tempo de permanência de indivíduos de *Bothrops bilineatus smaragdinus* em um mesmo local por dias consecutivos (n = 56 observações).

Tabela 1. Encontros de *B. b. smaragdinus* nas trilhas durante a procura visual limitada por tempo (PVLТ) e as variáveis: Anfíbios sobre a vegetação; Presas = três espécies registradas de anfíbios na dieta desta espécie (*Osteocephalus* spp. e *Scinax ruber*); Temperatura C° média durante as noites de PVLТ; Umidade relativa do ar média durante as noites de PVLТ; Pluviosidade total dos meses; Porcentagem de alagamento das trilhas na floresta do baixo rio Moa durante abril de 2018 a março de 2019. Obs.: Reencontros do mesmo indivíduo no mesmo mês não foram contabilizados, apenas quando foi em mês diferente.

MESES	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>B. b. smaragdinus</i>	9	1	5	9	9	12	5	4	0	0	0	0
ANFÍBIOS	48	56	56	46	62	54	97	104	58	119	34	69
PRESAS	40	26	33	29	50	46	58	52	20	26	13	16
TEMPERATURA °C	24,8	25,1	25,5	26	25	25,4	26,8	26,2	25,7	23,8	23,5	24,4
UMIDADE RELATIVA	97,5	92,6	86,3	88	86	87,8	85,4	92,8	92,8	90,9	93,6	91,9
PLUVIOSIDADE	243,2	166	23,6	37,4	69,6	33,4	233,4	397,8	191,2	358,6	412,8	389,4
ALAGAMENTO	0%	20%	0%	0%	0%	0%	20%	20%	40%	80%	100%	60%

Tabela 2. Contagem de anfíbios sobre a vegetação durante a procura noturna nas trilhas no período de abril de 2018 a março de 2019.

Espécies ↓ / Meses →	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Total
Bufonidae													
<i>Rhinella margaritifera</i>	2	24	12	12	6	3	29	44	29	72	16	35	284
Craugastoridae													
<i>Pristimantis fenestratus</i>							1						1
<i>P. ockendeni</i>								1					1
<i>P. reichlei</i>				1	1	1	1		1			1	6
<i>Pristimantis sp.</i>			1		1								2
Hylidae													
<i>Boana calcarata</i>							2		2	8	2		14
<i>B. cinerascens</i>		1	2					1			1	3	8
<i>B. fasciata</i>				1	3	1		1			2		8
<i>B. geographica</i>							3		3	8		2	16
<i>B. lanciformis</i>								1					1
<i>B. punctata</i>				1									1
<i>Dendropsophus brevifrons</i>	2												2
<i>D. marmoratus</i>						1							1
<i>D. parviceps</i>								2				8	10
<i>Dendropsophus sp.</i>			2			1			3	5			11
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	38	17	18	13	27	33	34	20	8	10	6	10	234
<i>O. taurinus</i>	2	9	14	16	23	13	22	32	12	16	5	6	170
<i>Scinax ruber</i>			1				2				2		5
<i>Sphaenorhynchus dorisae</i>					1								1
<i>Trachycephalus typhoni</i>												1	1
Phyllomedusidae													
<i>Cruziohyla craspedopus</i>												1	1
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	4	5	6	2		1	3	1				2	24
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>								1					1
Total	48	56	56	46	62	54	97	104	58	119	34	69	803

Tabela 3. Observações diurnas de *Bothrops bilineatus smaragdinus* na trilha I.

DATA	HORA	ESPÉCIMES	ATIVIDADE	UMIDADE	TEMPERATURA
27/04/2018	09:00 – 9:30	03	Caça	90,3	23,1
15/06/2018	09:40	01	Repouso	90,7	23,9
07/07/2018	14:40 – 15:45	06	Repouso	74,2	27,7
20/07/2018	09:05	01	Repouso	88,6	22,8
18/09/2018	14:20 – 15:15	04	Repouso	56,5	33,1
17/10/2018	17:35	01	Repouso	82	29
08/11/2018	17:20	01	Repouso	89,7	25,8

Discussão

A serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* foi a espécie mais encontrada durante a procura visual limitada por tempo nesta mata de várzea, conforme observações anteriores (Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a). A taxa de encontros (0,04 serpente por hora) foi maior do que o registrado para a espécie simpátrica *B. atrox* na mesma localidade (0,016) (Turci et al., 2009) e na Reserva Ducke em Manaus (0,02) (Oliveira e Martins, 2001), que corresponde ao viperídeo mais abundante na Amazônia. Apesar da abundância de *B. b. smaragdinus* nesta localidade, essa espécie não foi registrada em estudos anteriores de levantamento de espécies em áreas de mata de terra firme (e.g., Avila-Pires et al., 2009; Bernarde et al., 2011; Fonseca et al., 2019b), indicando que a mesma deva ocorrer em menor frequência ou então ser mais difícil de ser detectada durante a procura visual nessa outra tipologia vegetal.

Nessa população de *B. b. smaragdinus*, as serpentes juvenis e adultas e de ambos os sexos, apresentam a ponta da cauda com coloração distinta do restante do corpo, podendo ser branca ou castanha, independentemente da idade e sexo da serpente (Fonseca et al., 2019a). A retenção da cor da ponta da cauda em adultos de espécies de *Bothrops* indica que estes continuam a se alimentar de presas ectotérmicas e a empregar a tática de

engodo caudal durante a caça (Martins et al., 2002). Apesar da pouca informação sobre a dieta obtida neste estudo (dois anfíbios e um lagarto), esses dados confirmam que os adultos predam também presas ectotérmicas (Martins et al., 2002) e utilizam frequentemente o engodo caudal (Fonseca et al., 2019a). As presas encontradas no conteúdo estomacal de três serpentes (Anfíbios Hylidae: *Osteocephalus taurinus* e *Scinax ruber* e um lagarto Sphaerodactylidae: *Gonatodes humeralis*), são de hábitos arborícolas (Dixon e Soini, 1986; Miranda et al., 2015).

Machos foram mais frequentes (11 indivíduos) que as fêmeas (8) entre os espécimes coletados, entretanto, esse número amostral é baixo para poder se discutir a razão sexual desta população. Apesar de machos apresentarem uma média de tamanho maior (587.7 mm) do que das fêmeas (533.3), o maior espécime registrado foi fêmea (758 mm) e o maior macho apresentou 668 mm de comprimento. A maior fêmea registrada nesta localidade em estudo anterior (Turci et al., 2009), tinha 780 mm de comprimento total e o maior macho 670 mm, podendo ser essas médias obtidas nesse estudo devido ao número relativamente baixo de espécimes coletados, uma vez que a tendência das espécies de *Bothrops* é das fêmeas serem maiores (Almeida-Santos e Salomão, 2002; Silva et al., 2017; Ferreira-Bisneto e Kaefer, 2019).

Diferentemente do observado para a sazonalidade das serpentes amazônicas registradas através de PVLTA, onde ocorre maior abundância de espécimes durante a estação chuvosa (Martins e Oliveira, 1998; Oliveira e Martins, 2001; Bernarde e Abe, 2006), *Bothrops bilineatus smaragdinus* foi mais encontrada durante a estação da seca (74,5% dos encontros), quando também foram registrados os menores índices de umidade relativa do ar. Anfíbios sobre a vegetação nesta localidade estão presentes durante o ano inteiro, sendo que na estação seca ocorre grande número de espécimes, menor uniformidade e diversidade em relação ao período chuvoso (Miranda et al., 2015).

Anfíbios do gênero *Osteocephalus* registrados na dieta desta serpente (Dixon e Soini, 1986; esse estudo) foram mais abundantes durante a estação da seca e a frequência de encontro de *B. b. smaragdinus* foi significativamente correlacionada com o encontro destes ao longo do ano. Essas duas espécies de anfíbios nessa floresta são as mais frequentemente observadas em alturas acima de 3,5 m até 12 m (Miranda et al., 2015; esse estudo) e são conhecidas por serem habitantes do dossel (Doan, 2004; Guayasamin et al., 2006).

O maior encontro desses anfíbios durante os meses mais secos provavelmente se deva a menor umidade no dossel nesse período nas florestas tropicais (Freiberg, 1997; Madigosky e Vatnick, 2000; Madigosky, 2004) e, conseqüentemente eles descem em alturas menores e assim são mais detectados durante a procura visual (Doan, 2004). A diminuição da umidade também é um fator que pode influenciar a atividade de algumas espécies de serpentes (Daltry et al., 1998; Lillywhite e Henderson, 1993; Moore e Gillingham, 2006; Subach et al., 2009), entretanto, neste estudo parece ser de forma indireta, através da disponibilidade de suas presas (Anfíbios *Osteocephalus*). Anfíbios e répteis Squamata refletem dois extremos na ecologia do dossel, os primeiros geralmente são intolerantes à dessecação, enquanto as serpentes são mais tolerantes à dessecação (Shaw, 2004). A localização e distribuição das presas das serpentes é um importante fator na evolução da seleção de habitat em uma espécie de serpente (Reinert, 1993). Desta forma, a disponibilidade das presas, tanto sazonalmente como espacialmente, já foi evidenciada como importante fator na ocorrência de algumas espécies de serpentes (e.g., Chandler e Tolson, 1990; Lillywhite e Henderson, 1993; Bernarde et al., 2000; Madsen et al., 2006). Assim, é possível que a população de *B. b. smaragdinus* nesta floresta esteja realizando movimentos verticais ao longo do ano de acordo com a disponibilidade de suas presas (anfíbios *Osteocephalus*).

Apesar da abundância de anfíbios nos estratos mais baixos da floresta (menos de 2 m de altura), a terceira espécie mais abundante foi *Rhinella margaritifera*, que apresenta atividade diurna sobre a serapilheira e utiliza a vegetação como local de repouso, permanecendo imóvel (Miranda et al., 2015; este estudo). Desta forma, é possível que esta espécie de anfíbio não faça parte ou então não seja importante na dieta de *B. b. smaragdinus*, que caça principalmente de espera animais que estejam se movimentando (Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a). A maioria dos anfíbios nesta floresta que utiliza a vegetação, ocorre em alturas abaixo de 2,10 m (Miranda et al., 2015) e as *B. b. smaragdinus* geralmente caçam em alturas mais altas. Isso reforçaria a hipótese que existiria uma menor disponibilidade de anfíbios durante a estação chuvosa para essa serpente. Apesar disso, outros fatores (competição, predadores) também precisam ser considerados nesta possível seleção de habitat por esta espécie.

Outra hipótese provável da serpente *B. b. smaragdinus* ser menos frequente nos estratos mais baixos desta floresta durante a estação chuvosa seria a de minimizar competição ocorrendo em alturas maiores. O viperídeo *B. atrox* presente também nesta floresta e sendo a segunda espécie mais abundante (Turci et al., 2009), poderia ser um potencial competidor. Trata-se de uma serpente eurifágica que apresenta maior atividade durante a estação chuvosa (Oliveira e Martins, 2001; Turci et al., 2009), predando alguns itens em comum com *B. b. smaragdinus* (anfíbios, incluindo *Osteocephalus*, pequenos lagartos e roedores) e caçando de espera também sobre a vegetação em alturas de até 1,5 m (Martins e Oliveira, 1998; Ferreira-Bisneto e Kaefer, 2019). Por ser abundante durante a estação chuvosa nessa floresta (Turci et al., 2009) e ofiófaga (Martins e Oliveira, 1998; Bernarde e Abe, 2010; Ferreira-Bisneto e Kaefer, 2019), *B. atrox* poderia ser também um potencial predador de *B. b. smaragdinus* nessa localidade. Indivíduos de *B. atrox* atingem dimensões bem maiores (mais de 1,5 m) (Martins e Oliveira, 1998; Oliveira e Martins,

2001) do que os maiores espécimes registrados de *B. b. smaragdinus* nesta localidade (75 cm) (Turci et al., 2009; este estudo) e além de juvenis observados em alturas de 1,5 m, dois adultos foram vistos em atividade de caça a 2,5 m e 4,2 m de altura durante a estação chuvosa (esse estudo), o que torna possível essa serpente ser potencial predadora. A disponibilidade de presas pode determinar a amplitude dos movimentos das serpentes arborícolas, e a competição ou outros fatores podem levar a mudanças na dieta ou à terrestrealidade facultativa em espécies estritamente arborícolas (Lillywhite e Henderson, 1993).

Durante a estação chuvosa, nesse estudo um espécime adulto de *B. b. smaragdinus* foi observado em atividade de caça à 30 cm do chão e Turci et al. (2009), também observaram uma fêmea adulta nessa situação também durante o período de chuvas e, analisando o conteúdo estomacal deste espécime, encontraram um roedor. Todas as observações desta espécie nessa localidade indicaram que a mesma é estritamente arborícola durante a atividade de caça (Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a; este estudo), podendo eventualmente caçar próximo ao chão. Apesar da possibilidade de competição e predação poderem estar atuando nessa população de *B. b. smaragdinus*, a disponibilidade de presas e estrutura do habitat são considerados entre os mais importantes fatores que influenciam movimentações sazonais de serpentes (e.g., Reinert, 1993; Gregory et al., 2001; Hirai, 2004; Heard et al., 2004). Durante a estação chuvosa e o conseqüente aumento da umidade, grande parte desta floresta permanece alagada, os encontros dos anfíbios *Osteocephalus* diminuem provavelmente porque começam a terem atividade em alturas maiores (e.g., Doan, 2004; Guayasamin et al., 2006). A hipótese mais plausível é de que as serpentes *B. b. smaragdinus* durante o período chuvoso deva ter atividade em alturas maiores do que o habitual durante a estação seca e assim ser mais difícil de ser detectada pelo método de procura visual.

Como observado anteriormente por Turci et al. (2009) e Fonseca et al. (2019a), *B. b. smaragdinus* é uma serpente principalmente noturna e caça de espera, utilizando frequentemente o engodo caudal. A utilização do engodo caudal é fundamental para uma serpente que caça presas que se movimentam pelo ambiente e no caso de anfíbios anuros do gênero *Osteocephalus*, que são ativos de noite saltando em vários substratos arbóreos (troncos, galhos, folhas, folhas de palmeiras, cipós, arbustos) em diferentes alturas (Miranda et al., 2015), essa tática deve ser bem eficiente nesses ambientes tridimensionais que *B. b. smaragdinus* ocorre (Fonseca et al., 2019a). Durante a atividade, essa serpente foi observada até 19,91 m de altura, maior do que os registros anteriores de Duellman (1978) (2 m de altura), Turci et al. 2009 (7 m) e Fonseca et al. (2019a) (17,96 m). Na região Neotropical, a maioria das espécies de serpentes arborícolas apresenta atividade em alturas inferiores a 5 m, principalmente mais próximo do chão (Lillywhite e Henderson, 1993; Martins e Oliveira, 1998). As observações neste estudo são os maiores registrados para esta espécie e também estão entre os mais altos para as serpentes amazônicas.

Essa serpente demonstrou pouca movimentação pelos ambientes, utilizando os mesmos locais como repouso durante o dia e permanecendo por até 22 dias em um mesmo local. Sua coloração críptica (verde) no ambiente e pouca mobilidade devem contribuir para evitar ou minimizar a predação, principalmente por predadores diurnos que se orientam visualmente (aves de rapina), que são provavelmente os principais predadores em florestas na região Neotropical (Lillywhite e Henderson, 1993; Martins et al., 2008). A utilização da vegetação para caça e repouso, também deve contribuir para diminuir o risco de predação, em especial de predadores terrestres (e.g., Martins, 1993).

Diferenças entre o uso do substrato durante a atividade de caça pode ocorrer entre serpentes juvenis e adultas de algumas espécies (e.g., Reinert, 1993; Oliveira e Martins,

2001; Shine et al., 2002; Wilson et al., 2007), o que pode estar associado com a morfologia do corpo (tamanho ou coloração), disponibilidade de presas e predação. Nesse estudo, nas seis observações de juvenis (menores do que 30 cm), os mesmos estavam caçando de espera sobre folhas de árvores. Indivíduos grandes de anfíbios (ex. *Osteocephalus* spp.) não foram observados sobre folhas, que não devem suportar os pesos destes (esse estudo). Entretanto, sobre folhas, são observados juvenis e espécies pequenas de hílideos e de *Pristimantis* (Miranda et al., 2015; esse estudo), presas de tamanho menor e mais adequada provavelmente para serem ingeridas pelos juvenis de *B. b. smaragdinus*. Os adultos de *B. b. smaragdinus* não foram observados caçando sobre folha de árvore, sendo na maioria das vezes sobre galhos (Turci et al., 2009; Fonseca et al., 2019a; esse estudo). Provavelmente, isso pode refletir na restrição física das serpentes adultas, onde devido ao maior peso e tamanho, certos microhabitats são inacessíveis ou incapazes de suportá-las (e.g., Plummer, 1981; Henderson, 1993; Shine et al., 2002).

Conclusão

Apesar de que a serpente *Bothrops atrox* geralmente é o viperídeo mais abundante nas florestas amazônicas, nessa mata de várzea, *B. bilineatus smaragdinus* é a espécie mais frequentemente encontrada durante a procura visual noturna. Essa serpente caça principalmente de espera, ocorrendo em alturas de até 19,91 m, utilizando frequentemente a tática de engodo caudal. Espécimes adultos utilizam principalmente galhos como poleiros durante a caça de espera, enquanto os juvenis caçam sobre folhas.

Bothrops bilineatus smaragdinus foi mais encontrada durante os meses de menor pluviosidade, estando associado com a diminuição da umidade nas copas das árvores e a migração vertical de anfíbios (*Osteocephalus* spp.), que ocorrem em alturas menores durante esse período. Durante a estação chuvosa e o alagamento desta área de floresta e

o consequente aumento da umidade relativa do ar, a serpente *B. b. smaragdinus* provavelmente deve apresentar mais atividade em alturas maiores, onde ocorre maior disponibilidade de suas presas (anfíbios) e assim ser mais difícil de ser detectada pela procura visual noturna.

Agradecimentos. Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica (PIBIC / UFAC) aos autores RRC e ASO. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coleta (SISBIO/12.178).

Referências

- Acre (2010): 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, Brazil, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Acre.
- Almeida-Santos, S.M., Salomão, M.G. (2002): Reproduction in Neotropical Pitvipers, with Emphasis on Species of the Genus *Bothrops*. In: Biology of the Vipers, p. 445-462. Schuett, G.W., Hoggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Utah, USA, Eagle Mountain Publishing.
- Andrade, D.V., Marques, O.A.V., Gavira, R.S.B., Barbo, F.E., Zacariotti, R.L., Sazima, I. (2010): Tail luring by the golden lancehead (*Bothrops insularis*), an island endemic snake from South-eastern Brazil. South American Journal of Herpetology **5**: 175-180.
- Avila-Pires, T.C.S., Vitt, L.J., Sartorius, S.S., Zani, P.A. (2009): Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais **4**: 99-118.
- Bernarde, P.S., Abe, A.S. (2006): A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology **1**: 102-113.

- Bernarde, P.S., Abe, A.S. (2010): Hábitos alimentares de serpentes em Espigão do Oeste, Rondônia, Brasil. *Biota Neotropica* **10**: 167-173.
- Bernarde, P.S., Kokubum, M.N.C., Marques, O.A.V. (2000): Atividade e uso de habitat em *Thamnodynastes strigatus* (Günther, 1858), no sul do Brasil (Serpentes, Colubridae). *Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro* **428**: 1-8.
- Bernarde, P.S., Machado, R.A., Turci, L.C.B. (2011): Herpetofauna da área do Igarapé Esperança na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre – Brasil. *Biota Neotropica* **11**: 117-144.
- Campbell, H.W., Christman, S.P. (1982): Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: *Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League*, p. 193–200. Scott Jr.N.J., Ed., Washington, USA, Fish Wildlife Service.
- Campbell, J.A., Lamar, W.W. (2004): *The venomous reptiles of the Western Hemisphere*. Ithaca, Cornell University Press.
- Chandler, C.R.; Tolson, P.J. (1990): Habitat use by a boid snake, *Epicrates monensis*, and its anoline prey, *Anolis cristatellus*. *Journal of Herpetology* **24**: 151-157.
- Dal Vechio, F., Prates, I., Grazziotin, F.G., Zaher, H., Rodrigues, M.T. (2018): 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* **45**: 2415–2426.
- Daltry, J.C, Ross, T., Thorpe, R.S., Wüster, W. (1998): Evidence that humidity influences snake activity patterns: a field study of the Malayan pit viper *Calloselasma rhodostoma*. *Ecography* **21**: 25–34.

Dial, R.; Roughgarden, J. (2004): Physical transport, heterogeneity, and interactions involving canopy anoles. In: Forest canopies, p. 270-296. Lowman, M.D. Rinker, H.B., Ed., New York, USA, Elsevier Academic Press.

Dixon, J.R., Soini, P. (1986): The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru, Second Edition. Milwaukee, Milwaukee Public Museum.

Doan, T.M. (2004): Extreme weather events and the vertical microhabitat of rain forest anurans. *Journal of Herpetology* **38**: 422-425.

Duellman, W.E. (1978): The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. Miscellaneous Publication. Museum of Natural History, University of Kansas **65**: 1-352.

Ferreira-Bisneto, P., Kaefer, I.L. (2019): Reproductive and feeding biology of the common lancehead *Bothrops atrox* (Serpentes, Viperidae) from central and southwestern Brazilian Amazonia. *Acta Amazônica* **49**: 105-113.

Fonseca, W.L., Correa, R.R., Oliveira, A.S., Bernarde, P.S. (2019a): Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon. *Herpetology Notes* **12**: 365-374.

Fonseca, W.L., Silva, J.D., Abegg, A.D., Rosa, C.M., Bernarde, P.S. (2019b): Herpetofauna of Porto Walter and surrounding areas, Southwest Amazonia, Brazil. *Herpetology Notes* **12**: 91-107.

Freiberg, M. (1997): Spatial and temporal pattern of temperature and humidity of a tropical premontane rain forest tree in Costa Rica. *Selbyana* **18**: 77-84.

Grego, K.F., Fernandes, W., Croce, A.P., Vasconcellos, D.R., Sant'Anna, S.S., Coragem, J.T. (2012). *Bothriopsis bilineata smaragdinus* (Green Jararaca). Reproduction. *Herpetological Review*. **43**: 492.

Gregory, P.T., Macartney, J.M., Larsen, K.W. (2001): Spatial patterns and movements. In: Snakes: ecology and evolutionary biology, p. 366-395. Seigel, R.A., Collins, J.T., Novak, S.S., Ed., New Jersey, USA, The Blackburn Press.

Greene, H.W. (1997): Snakes: the evolution of mystery in nature. Berkeley: University of California Press.

Guayasamin, J.M., Ron, S.R., Cisneros-Heredia, D.F., Lamar, W., McCracken, S.F. (2006): A new species of frog of the *Eleutherodactylus lacrimosus* assemblage (Leptodactylidae) from the western Amazon Basin, with comments on the utility of canopy surveys in lowland rainforest. *Herpetologica* **62**: 191–202.

Haad, J.S. (1980/81): Accidentes humanos por las serpientes de los gêneros *Bothrops* y *Lachesis*. *Memórias do Instituto Butantan* **44/45**: 403-423.

Heard, G.W., Black, D., Robertson, P. (2004): Habitat use by the inland carpet python (*Morelia spilota metcalfei*: Pythonidae): Seasonal relationships with habitat structure and prey distribution in a rural landscape. *Austral Ecology* **29**: 446–460.

Henderson, R.W. (1993): Foraging and diet in West Indian *Corallus enydris* (Serpentes: Boidae). *Journal of Herpetology* **27**: 24-28.

Hirai, T. (2004): Dietary shifts of frog eating snakes in response to seasonal changes in prey availability. *Journal of Herpetology* **38**: 455-460.

Inmet (2019): Instituto Nacional de Meteorologia. Available at: <http://www.inmet.gov.br>. Accessed on 20 january 2019.

Kays, R., Allison, A. (2001): Arboreal tropical forest vertebrates: current knowledge and research trends. *Plant Ecology* **153**: 109–120.

Leão, S.M., Pelegrini, N., Nogueira, C.C., Brandão, R.A. (2014): Natural history of *Bothrops itapetiningae* Boulenger, 1907 (Serpentes: Viperidae: Crotalinae), an endemic species of the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology* **48**: 324-331.

- Lillywhite, H.B., Henderson, R.W. (1993): Behavioral and functional ecology of arboreal snakes. In: Snakes: ecology and behavior, p. 1-48. Seigel, R.A., Collins, J.T., Ed., New York, McGraw-Hill.
- Madigosky, S.R. (2004): Tropical microclimate considerations. In: Forest canopies, p. 24-48. Lowman, M.D., Rinker, H.B. Ed., New York, USA, Elsevier Academic Press.
- Madigosky, S.R., Vatnick, I. (2000): Microclimatic characteristics of a primary tropical Amazonian rain forest, ACEER, Iquitos, Peru. *Selbyana* **21**: 165–172.
- Madsen, T., Ujvari, B., Shine, R., Olsson, M. (2006): Rain, rats and pythons: climate-driven populations dynamics of predators and prey in tropical Australia. *Austral Ecology* **31**: 30-37.
- Marques, O.A.V., Martins, M., Develey, P.F., Macarrão, A., Sazima, I. (2012): The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperide) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. *Journal of Natural History* **46**: 885-895.
- Martins, M. (1993): Why do snakes sleep on the vegetation in central Amazonia? *Herpetological Review* **24**: 83-84.
- Martins, M., Oliveira, M.E. (1998): Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **6**: 78-150.
- Martins, M., Marques, O.A.V., Sazima, I. (2002): Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: *Biology of the vipers*, p. 307-328. Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Utah, USA, Eagle Mountain Publishing.
- Martins, M.; Marques, O.A.V.; Sazima, I. (2008) How to be arboreal and diurnal and still stay alive: microhabitat use, time of activity, and defense in Neotropical forest snakes. *South American Journal of Herpetology* **3**: 58-67.

- Miranda, D.B., Albuquerque, S., Turci, L.C.B., Bernarde, P.S. (2015): Richness, breeding environments and calling activity of the anurofauna of the lower Moa river forest, state of Acre, Brazil. *Zoologia* **32**: 93–108.
- Moore, J.A., Gillingham, J.C. (2006): Spatial ecology and multi-scale habitat selection by a threatened rattlesnake: The Eastern Massasauga (*Sistrurus catenatus catenatus*). *Copeia* **2006**: 742–51.
- Mota-da-Silva, A., Sachett, J., Monteiro, W.M., Bernarde, P.S. (2019): 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* **52**: e-20180195.
- Nogueira, C., Sawaya, R.J., Martins, M. (2003): Ecology of the pitviper, *Bothrops moojeni*, in the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology* **37**: 653-659.
- Oliveira, M.E., Martins, M. (2001): When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **8**: 101-110.
- Plummer, M.V. (1981): Habitat utilization, diet and movements of a temperate arboreal snake (*Opheodrys aestivus*). *Journal of Herpetology* **15**: 425-432.
- Reinert, H.K. (1993): Habitat selection in snakes. In: *Snakes: ecology and behavior*, p. 201-240. Seigel, R.A., Collins, J.T. Ed., New York, USA, McGraw-Hill.
- Ribeiro, A.G. (1977): O Clima do Estado do Acre. *Boletim Geográfico* **35**: 112-141.
- Sazima, I. (1988): Um estudo da biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. *Memórias do Instituto Butantan* **50**: 83-99.
- Shaw, D.C. (2004): Vertical organization of canopy biota. In: *Forest canopies*, p. 73-101. Lowman, M.D., Rinker, H.B., Ed., New York, USA, Elsevier Academic Press.

Shine, R., Sun, L., Kearney, M., Fitzgerald, M. (2002): Why do juvenile chinese pit-vipers (*Gloydius shedaoensis*) select arboreal ambush sites? *Ethology* **108**: 897-910.

Silva, F.M., Oliveira, L.S., Nascimento, L.R.S., Machado, F.A., Prudente, A.L.C. (2017): Sexual dimorphism and ontogenetic changes of Amazonian pit vipers (*Bothrops atrox*). *Zoologischer Anzeiger* **271**: 15–24.

Smalligan, R., Cole, J., Brito, N., Laing, G.D., Mertz, B.L., Manock, S., Maudlin, J., Quist, B., Holland, G., Nelson, S., Laloo, D.G., Rivadeneira, G., Barragan, M.E., Dolley, D., Eddleston, M., Warrell, D.A., Theakston, R.D. (2004): Crotaline snake bite in the Ecuadorian Amazon: randomised double blind comparative trial of three South American polyspecific antivenoms. *British Medical Journal* **329**: 1129-1133.

Subach, A., Scharf, I., Ovadia, O. (2009): Foraging behavior and predation success of the sand viper (*Cerastes vipera*). *Canadian Journal of Zoology* **87**: 520–528.

Turci, L.C.B., Albuquerque, S., Bernarde, P.S., 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 Neotropica* **9**: 197-206.

Uetz, P., Hošek, J. (2019): *Bothrops bilineatus*. The Reptile Database. Available at: <http://www.reptile-database.org>. Accessed on 29 April 2019.

Wasko, D.K., Sasa, M. (2012): Food resources influence spatial ecology, habitat selection, and foraging behavior in an ambush-hunting snake (Viperidae: *Bothrops asper*): an experimental study. *Zoology* **115**: 179-187.

Wilson, D., Heinsohn, R., Endler, J.A. (2007): The adaptative significance of ontogenetic colour change in a tropical python. *Biology Letters* **3**: 40-43.

Anexo

Tabela 1. Uso da vegetação durante atividade de *Bothrops bilineatus smaragdinus* encontradas durante procura visual limitada por tempo no período noturno. Palmeiras = folha de palmeiras. * = engodo caudal

SERPENTE	DATA	HORA	ALTURA (m)	TRILHA	SUBSTRATO	DAP (cm)	DIÂMETRO DO GALHO (mm)	ATIVIDADE
I	04/04/2018	19:50	1.40	II	Galho	1,9	6,2	Movendo-se
II	04/04/2018	20:18	10	II	Galho	7,9	7,1	Caça
III	04/04/2018	21:45	8.60	II	Galho	7,5	10,6	Caça*
IV	19/04/2018	21:32	4.50	III	Galho	5,5	9,5	Caça*
V	19/04/2018	22:02	8.51	III	Galho	12	7,1	Caça
VI	25/04/2018	18:15	1.30	I	Galho	2,9	8,4	Caça*
VI	26/04/2018	18:15	1.30	I	Galho	2,9	8,4	Caça
VII	26/04/2018	18:50	2.50	I	Galho	5,5	9,1	Movendo-se
VIII	26/04/2018	19:20	0.30	I	Palmeiras	-	8,2	Caça*
IX	26/04/2018	21:13	6.70	I	Galho	5,6	9,2	Caça*
X	18/05/2018	19:10	10.57	I	Galho	7,4	8,9	Caça*
XI	14/06/2018	18:00	3.33	I	Palmeiras	4,2	12	Movendo-se
XII	14/06/2018	18:00	17.96	I	Galho	39,4	-	Caça*
XIII	14/06/2018	18:15	4.80	I	Folha	17,6	7,4	Caça*
VII	14/06/2018	19:00	6.79	I	Galho	10,8	6,9	Caça*

Tabela 1. Continuação...

XIV	28/06/2018	20:24	0.80	II	Galho	2,3	7	Caça*
XV	01/07/2018	19:50	5.69	II	Galho	11,3	5,2	Caça*
XIII	04/07/2018	18:20	2.0	I	Galho	7,1	7,8	Movendo-se
VII	04/07/2018	19:00	2.30	I	Galho	8,9	9,9	Caça*
XVI	04/07/2018	20:45	7.0	I	Galho	15,4	-	Movendo-se
XVII	04/07/2018	20:50	6.70	I	Galho	13,6	8,8	Caça*
XVIII	04/07/2018	20:46	2.63	I	Galho	11,1	9,7	Caça
VII	05/07/2018	18:40	2.30	I	Galho	8,9	9,9	Caça*
XVI	05/07/2018	20:30	6.50	I	Galho	11,6	-	Movendo-se
XVIII	05/07/2018	20:45	2.63	I	Galho	11,1	9,7	Caça
IX	05/07/2018	20:50	11.42	I	Galho	17,1	-	Caça*
XVII	05/07/2018	20:50	6.70	I	Galho	13,6	8,8	Caça*
XIX	06/07/2018	18:31	7.32	I	Galho	31,7	-	Caça*
VII	06/07/2018	18:50	2.30	I	Galho	8,9	9,9	Caça*
XVI	06/07/2018	20:30	8.88	I	Galho	11,5	-	Caça*
XVII	06/07/2018	20:50	6.70	I	Galho	13,6	8,8	Caça*
XVIII	06/07/2018	20:45	2.63	I	Galho	11,1	9,7	Caça*
IX	06/07/2018	20:53	11.42	I	Galho	17,1	-	Caça*
XX	08/07/2018	19:26	6.70	II	Galho	6,8	-	Caça*

Tabela 1. Continuação...

XIII	22/08/2018	18:15	5.87	I	Folha	10,3	-	Caça*
XIX	22/08/2018	18:40	7.32	I	Galho	14,2	-	Caça*
XVIII	22/08/2018	20:40	8.32	I	Galho	16,3	-	Caça*
XXI	24/08/2018	20:15	4.16	II	Galho	5,5	7,8	Caça
XXII	24/08/2018	21:23	3.20	II	Galho	5,8	6,9	Caça
XXIII	24/08/2018	21:40	3.89	II	Galho	7,7	11,2	Movendo-se
XIII	27/08/2018	18:15	5.87	I	Folha	10,3	-	Caça*
XIX	27/08/2018	18:30	13.49	I	Galho	45,1	-	Caça
XVIII	27/08/2018	20:40	8.32	I	Galho	16,3	-	Caça
XIX	28/08/2018	18:32	9.30	I	Galho	23,2	-	Caça*
XXIV	28/08/2018	20:02	3.48	I	Galho	2,3	6,8	Movendo-se
XVIII	28/08/2018	20:30	8.32	I	Galho	16,3	-	Caça
XXV	29/08/2018	18:15	7.50	III	Galho	6,7	-	Caça
XXVI	29/08/2018	21:43	10.52	II	Galho	13,2	-	Caça
XI	12/09/2018	18:10	1.40	I	Galho	9,4	8,7	Movendo-se
XXIV	12/09/2018	19:31	1.70	I	Galho	3,1	9,6	Caça
XVI	12/09/2018	20:35	1.80	I	Galho	9,3	10,4	Caça*
XVII	12/09/2018	20:55	3.40	I	Galho	10,9	12,1	Caça*
XI	17/09/2018	18:08	13.31	I	Galho	42	-	Caça*

Tabela 1. Continuação...

XXVII	17/09/2018	18:40	4.0	I	Galho	11,2	8,1	Movendo-se
XXVIII	17/09/2018	19:09	2.40	I	Galho	7,7	6,7	Movendo-se
XXIV	17/09/2018	19:45	4.80	I	Galho	4,4	-	Caça*
XVI	17/09/2018	20:30	1.80	I	Galho	9,3	10,4	Caça
XVII	17/09/2018	20:50	4.23	I	Galho	9,9	12,3	Caça
XIX	20/09/2018	19:07	5.94	I	Galho	12,3	-	Caça
XVI	20/09/2018	20:30	1.80	I	Galho	9,3	10,4	Caça
IX	20/09/2018	20:55	4.77	I	Galho	9,2	-	Caça
XXIX	24/09/2018	20:28	5.54	II	Galho	12,3	-	Caça
XXX	24/09/2018	20:45	8.22	II	Galho	15,5	-	Caça*
XXXI	24/09/2018	21:05	2.50	III	Galho	11,4	5,2	Caça
XXXII	25/09/2018	20:24	2.43	II	Galho	5,4	6,2	Caça
XI	01/10/2018	18:15	14.12	I	Galho	8,4	-	Caça
XIII	01/10/2018	18:20	4.50	I	Folha	14,5	-	Caça
XIX	01/10/2018	18:30	1.56	I	Galho	4,3	7,6	Caça*
XI	09/10/2018	18:15	12.39	I	Galho	23,5	-	Movendo-se
XI	15/10/2018	18:15	14.23	I	Galho	14,8	-	Caça*
XIX	15/10/2018	18:35	12.37	I	Galho	16,8	-	Caça
XVI	15/10/2018	18:35	1.75	I	Galho	12,6	12,2	Caça*

Tabela 1. Continuação...

XXXIII	17/10/2018	21:30	3.48	II	Galho	6,8	6,7	Caça*
XII	02/11/2018	18:10	19.91	I	Galho	31,1	-	Movendo-se
XXXIV	06/11/2018	18:30	2.30	I	Folha	3,7	6,2	Caça*
XXXV	12/11/2018	21:00	3.27	I	Folha	4,3	6,4	Caça*

Artigo 2

Engodo caudal em *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 (Serpentes: Viperidae) no oeste da Amazônia*

Wirven Lima da Fonseca^{1,2,3}, Radraque Rodrigues Correa¹, Andesson de Souza Oliveira¹, Paulo Sérgio Bernarde¹

¹ Laboratório de Herpetologia, Centro Multidisciplinar, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre, 69980-000, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 69920-900, Brasil

³Corresponding author. E-mail: wirvenlima.pw@outlook.com

*Conforme normas do periódico Herpetology Notes (Apêndice) onde este artigo encontra-se publicado (Fonseca, W.L., Correa, R.R.; Oliveira, A.S.; Bernarde, P.S. (2019): Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the Western Amazon). Herpetology Notes 12: 365-374 (ver Anexo 3).

Resumo. Engodo caudal é o movimento da ponta da cauda conspícua por uma serpente, que imita larvas de invertebrados para atrair presas para uma distância que seu bote alcance. Este comportamento foi registrado em várias serpentes, principalmente juvenis, e foi estudado principalmente em cativeiro. Relatamos aqui uma série de observações de *Bothrops bilineatus smaragdinus* utilizando engodo caudal na natureza, em uma floresta na Amazônia ocidental brasileira. Das 72 observações noturnas, o engodo caudal foi observado mais de 60% das vezes, sempre enrodilhada e em alturas variando de 30 cm a quase 18 m. Por outro lado, o engodo caudal nunca foi observado durante o dia. Com base em pesquisas com anuros

sintópicos, os hylideos do gênero *Osteocephalus* parecem ser os alvos mais prováveis desse comportamento, embora sejam necessários mais dados. Concluímos a partir desses dados preliminares que tanto juvenis quanto adultos de *B. b. smaragdinus* usam frequentemente o engodo caudal durante a caça noturna na vegetação, inclusive na aparente ausência de potenciais presas.

Palavras-chave. Reptilia, Viperidae, Comportamento, Brasil, América do Sul

Abstract. Caudal luring is the waving of a conspicuous tail tip by a snake, which mimics invertebrate larvae to lure prey within striking distance. This behaviour has been recorded in a variety of snakes, mostly juveniles, and has been studied primarily in captivity. We report here a number of observations of *Bothrops bilineatus smaragdinus* using caudal luring in the wild, in a forest in the western Brazilian Amazon. Of 72 nocturnal observations, caudal luring was observed more than 60 % of the time, always while coiled and at heights ranging from 30 cm to nearly 18 m. In contrast, caudal luring was never observed during the day. Based on surveys of syntopic anurans, tree frogs in the genus *Osteocephalus* seem to be the most likely targets of this behaviour, although more data are needed. We conclude from these preliminary data that both juvenile and adult *B. b. smaragdinus* often use caudal luring during nocturnal hunting on vegetation, including in the apparent absence of potential prey.

Keywords. Reptilia, Viperidae, Behaviour, Brazil, South America

Introdução

Engodo caudal é o movimento da ponta da cauda conspícua por uma serpente camuflada, que imita uma larva na tentativa de atrair pequenos animais que se aproximam para tentar se alimentar de uma lagarta ou verme, podendo ser capturados ao se aproximarem (Heatwole e Davison, 1976). Algumas espécies utilizam essa tática de caça para atrair anfíbios, lagartos e pássaros (Neill, 1960; Heatwole e Davison, 1976; Fathinia et al., 2015). Esse comportamento foi registrado principalmente em Viperidae (Henderson, 1970; Heatwole e Davison, 1976; Sazima, 1991; Parellada e Santos, 2002; Fathinia et al., 2015), mas também nas famílias Boidae (Radcliffe et al., 1980), Pythonidae (Murphy et al., 1978), Tropicodidae (Antunes e Haddad, 2009), Colubridae (Tiebout, 1997), Dipsadidae (Sazima e Puerto, 1993; Leal e Thomas, 1994), e Elapidae (Carpenter et al., 1978; Chiszar et al., 1990; Hagman et al., 2008).

Dentre os viperídeos, este comportamento tem sido relatado principalmente em juvenis que frequentemente se alimentam de presas ectotérmicas (anfíbios e lagartos), comparado aos adultos que geralmente predam animais endotérmicos (especialmente roedores) e geralmente perdem a coloração da ponta da cauda a medida que crescem (Neill, 1960; Heatwole e Davison, 1976; Sazima, 1991; Martins et al., 2002). As exceções em que os adultos continuam realizando engodo caudal incluem *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Greene e Campbell, 1972), *B. insularis* (Andrade et al., 2010), *Cerastes vipera* (Heatwole e Davison, 1976), *Pseudocerastes urarachnoides* (Fathinia et al., 2015) e *Vipera latastei* (Parellada e Santos, 2002). Nestes casos, as cobras adultas continuam se alimentando de presas ectotérmicas (*Bothrops bilineatus*, *C. vipera* e *V. latastei*) (Heatwole e Davison, 1976; Parellada e Santos, 2002; Martins et al., 2002) ou se alimentam de aves, que também podem ser atraídas por engodo caudal (*B. insularis* e *P. urarachnoides*) (Marques et al., 2012; Fathinia et al., 2015).

A maioria dos registros foi realizado em cativeiro através de encontros provocados, nos quais presas eram oferecidas às serpentes para observar o comportamento de predação (e.g., Greene e Campbell, 1972; Heatwole e Davison, 1976; Sazima, 1991; Parellada e Santos, 2002), embora alguns estudos tenham sido realizados na natureza (e.g., Glaudas e Alexander, 2017). Muitos relatos na literatura mencionam que o engodo caudal é uma resposta a um estímulo visual, olfatório ou infravermelho de uma presa (ver Strimple, 1995; Reiserer, 2002). Observações desse comportamento na ausência de potenciais presas em algumas espécies podem estar relacionadas a alguns estímulos internos, como a fome (Neill, 1960; Strimple, 1995).

A jararaca-verde, *Bothrops bilineatus smaragdinus*, é uma espécie arborícola de hábito noturno que se alimenta de uma grande variedade de vertebrados (anfíbios, lagartos, roedores e outras cobras) (Martins et al., 2002; Campbell e Lamar, 2004; Turci et al., 2009). Tanto juvenis como adultos desta subespécie apresentam coloração da cauda (branca, creme ou castanha) que contrasta com a cor do corpo verde, que é usada para realizar engodo (Greene e Campbell, 1972).

Dal Vechio et al. (2018) verificaram que a distribuição geográfica de *B. b. smaragdinus* inclui a Amazônia Ocidental, ocorrendo nos rios Orinoco e Rio Negro (respectivamente na Colômbia e Equador), e no oeste do Brasil (estados do Acre e Rondônia), bem como no Peru e Bolívia. Ao longo de sua distribuição, essa espécie é considerada pouco frequente (e.g., Jorge-da-Silva, 1993; Pantoja e Fraga, 2012; Waldez et al., 2013) ou mesmo não registrada em inventários faunísticos (e.g., Avila-Pires et al., 2009; Bernarde et al., 2011; França et al., 2017). No entanto, nas florestas do baixo rio Moe, essa cobra é relativamente abundante (Turci et al., 2009). Registramos aqui uma série de observações de *B. b. smaragdinus* realizando engodo caudal pela primeira vez na natureza, em uma floresta na Amazônia ocidental brasileira.

Material e Métodos

Área de estudo.—O estudo foi realizado na floresta do baixo rio Moa (07° 37' 29,5 S; 72° 47' 22,6 W), no município de Cruzeiro do Sul (estado do Acre) (Figura 1) onde foram desenvolvidos estudos sobre a herpetofauna (Turci et al., 2009, Bernarde et al., 2013) que revelaram que a serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* é uma das serpentes mais frequentes. A região apresenta clima tropical, quente, úmido com temperatura média anual de 24 °C (Ribeiro 1977), sendo o período entre os meses de maio a outubro os mais secos do ano.

Essa floresta se enquadra na formação vegetacional “Floresta Aluvial Aberta com Palmeiras” (Acre 2010), estando próxima ao rio Moa e sofrendo influência deste, sendo sazonalmente parcialmente alagada com o enchimento dos lagos. O dossel florestal apresenta árvores com altura média de aproximadamente 20 m com algumas espécies emergentes atingindo altura máxima 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 apresentam 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 precatória*, *Iriartella stenocarpa* e *Bactris* sp. (Turci et al. 2009).

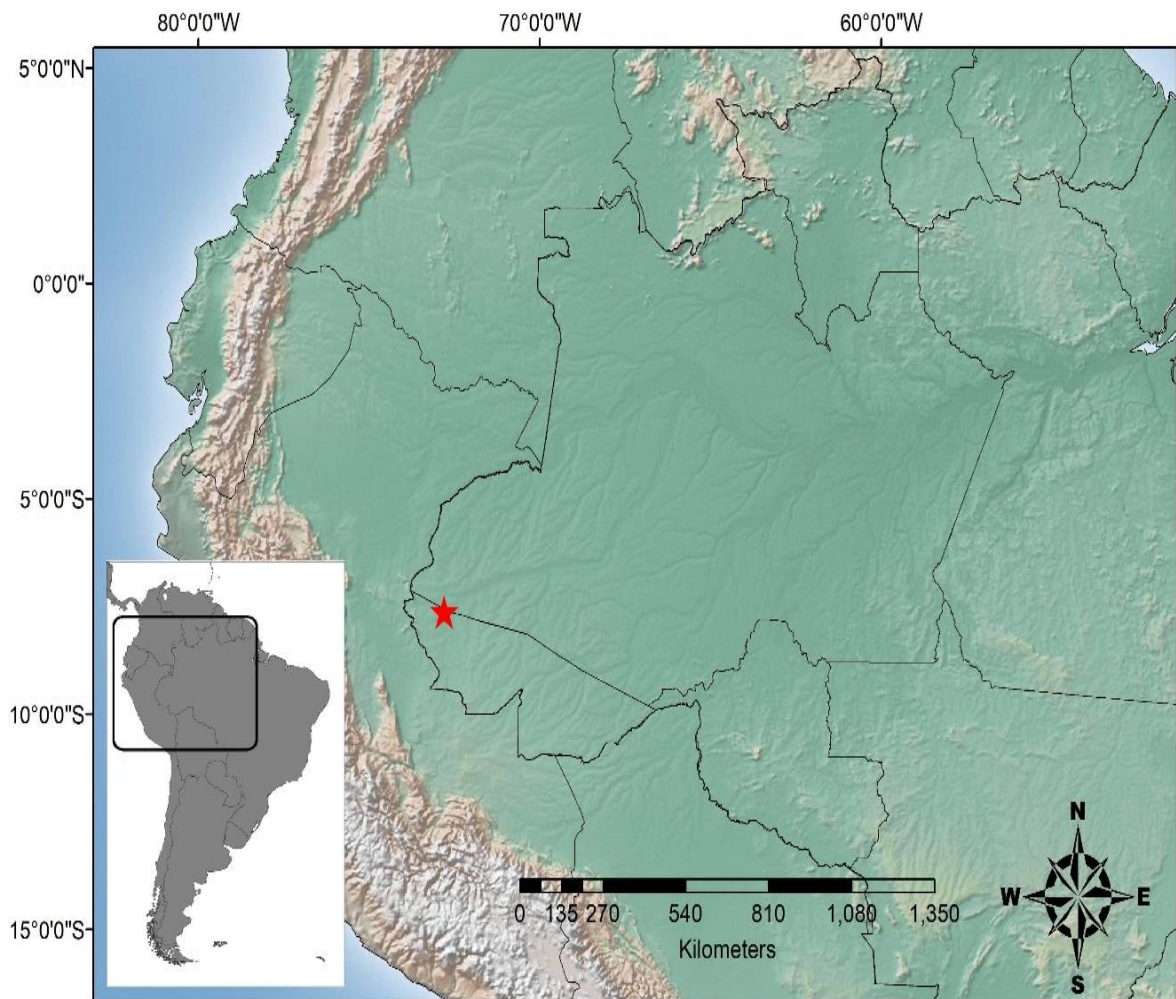


Figura 1: Localização da área de estudo em Cruzeiro do Sul (AC), oeste da Amazônia brasileira.

Métodos de amostragem.—O estudo foi realizado entre os meses de abril a setembro de 2018 por quatro pesquisadores em três trilhas (Figura 2) (uma de 800 m e duas de 600 m) utilizando os seguintes métodos: procura visual limitada por tempo (noturna) e encontros ocasionais (diurno e noturno).

Procura visual limitada por tempo (ver Campbell e Christman, 1982): Consiste em se deslocar lentamente a pé em um transecto, a procura de serpentes que estejam visualmente expostas. Esse método permite coletar informações sobre a atividade e a localização do animal no habitat, podendo ser realizado por duas pessoas, cada uma procurando em um lado da trilha ou por apenas uma pessoa procurando dos dois lados. É um método lento em que

geralmente se percorre cerca de 400 m em três horas. Realizamos 68 horas-homem em cada mês no período noturno, totalizando 408 horas-homens (períodos de três ou quatro horas entre às 18:00 e 22:30).

Encontros ocasionais (ver Martins e Oliveira, 1998): As serpentes foram registradas por esse método quando encontradas após o término da PVLN noturna na trilha II e em cinco ocasiões durante o dia (três de manhã e duas à tarde).



Figura 2: Trilhas na floresta do baixo rio Moa em Cruzeiro do Sul (AC), oeste da Amazônia brasileira. (Adaptado do Google Earth).

Em uma dessas trilhas (trilha I) os espécimes não foram coletados, apenas observados, e nas outras duas trilhas todos os espécimes foram coletados e depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta em Cruzeiro do

Sul, (UFACF 4299-4316) (Licença de coleta SISBIO 12.178-14). Foram depositados registros em vídeo de quatro indivíduos realizando engodo caudal na coleção de vídeos do Instituto de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas "Adão José Cardoso" de Campinas, São Paulo (FNJV), que estão disponíveis online (códigos de catálogo ZUEC-VID 0000596-0000599, ver Anexo 2).

Quando encontradas as serpentes foram observadas por cinco minutos para registros de sua atividade. As seguintes informações foram registradas: horário de encontro, substrato de atividade, altura (medida com trena comum ou a laser), direção da cabeça em relação ao tronco da árvore (quando caçava em galhos) e atividade (caça, deslocando ou repouso), inferida a partir da posição de cada cobra observada (ver Oliveira e Martins, 2001; Turci et al., 2009).

As serpentes foram reconhecidas por meio de marcas naturais (tamanho, padrão de coloração do corpo e da cauda) (Carlström e Edelstam, 1946), com o auxílio de fotografias e também por estarem próximo (máximo 30 m) ou nas mesmas posições em árvores e galhos onde eles haviam sido encontrados anteriormente. A temperatura média durante a procura noturna foi de 25.4°C e a umidade relativa do ar de 89.7% (dados abióticos coligidos por nós utilizando um termo higrômetro AKROM KR811). Foram também contabilizados os anfíbios anuros (potenciais presas) encontrados sobre a vegetação durante a procura visual limitada por tempo.

Análise de dados.—Para avaliar possíveis diferenças no comportamento de engodo caudal com a altura do substrato de atividade utilizou-se o teste de T student, considerando o nível de significância $p < 0.05$. Foi realizado um teste de qui quadrado para observar se o comportamento de engodo caudal estava associado com a coloração da ponta da cauda, e para avaliar possível associação com a direção da cabeça da serpente.

Resultados

Durante a procura visual limitada por tempo noturna realizamos 72 observações (encontros e reencontros) de 32 serpentes e 15 observações durante cinco amostragens diurnas, totalizando 87 registros (Tabela 1 em Anexo 1). Quinze indivíduos foram encontrados na trilha I (de observação) e dezessete foram coletados nas trilhas II e III. Quase todos os espécimes eram adultos (maiores do que 40 cm), exceto o indivíduo XIII que tinha aproximadamente 30 cm (Grego et al., 2012). Na maioria (61; 84,7% dos encontros) dos encontros durante a noite as serpentes estavam caçando de espera (Figura 3A) e, em 38 situações (62,3% das vezes), realizando engodo caudal (Figura 4). Em onze ocasiões as serpentes estavam se deslocando na vegetação (Figura 3B).

Das observações durante o dia, em três as serpentes estavam caçando de espera (sem realizar o engodo caudal) (Figura 3C) e em doze estavam em repouso (Figura 3D). Durante o engodo caudal, a serpente se encontrava enrodilhada e movimentando a ponta da cauda percorrendo todo seu corpo até próximo de sua cabeça, realizando movimentos ondulatórios da ponta da cauda, imitando uma larva. Os movimentos da cauda durante o engodo podem ser vistos acima, lateralmente e por baixo da serpente (ver Anexo 2 para vídeos disponíveis online).



Figura 3. A) Indivíduo XXI em caça de espera; B) Indivíduo VII em deslocamento; C) Indivíduo VIII em atividade de caça pela manhã; D) Indivíduo XVIII em repouso prolongado durante o dia.

As serpentes foram encontradas em atividade de caça durante a noite entre alturas de 30 cm até 17,96 m ($\bar{X}=6,05$ m), realizando engodo caudal entre alturas de 30 cm até 17,96 m ($\bar{X}=6,33$ m), entretanto, o comportamento de engodo caudal não esteve correlacionado com a altura do substrato (teste $t= -0,801$; $DF=59$; $p=0,4261$). Na maioria dos encontros (57; 93,4%), as serpentes estavam caçando sobre galhos, exceto o indivíduo VIII que estava sobre folha caída de palmeira e o juvenil (indivíduo XIII) que foi observado em três ocasiões sobre folhas (Figura 3D). Quando a serpente estava caçando de espera, na maioria das vezes ela não estava com a cabeça direcionada para o tronco da árvore (26; 68,4% das observações) e isso não esteve associado com a realização do engodo caudal ($X^2=0,200$ $p=0,6549$). Dos

dezessete espécimes coletados (onze machos 499 – 668 mm, \bar{x} = 587,7 mm; seis fêmeas 416 – 758 mm, \bar{x} = 592,1 mm), quinze estavam em atividade de caça de espera (nove machos e seis fêmeas) e destes, seis realizando engodo caudal (quatro machos e duas fêmeas). O comportamento não esteve associado com a coloração da ponta da cauda ($X^2=0,026$ $p=0,8710$) e a cor castanha é mais frequente na população (62,3%), independentemente do sexo ou tamanho do indivíduo (Tabela 1 em Anexo 1). Não foi observada nenhuma presa em potencial próxima aos indivíduos realizando engodo caudal. Um espécime colecionado teve seu conteúdo estomacal examinado e foi encontrado um anfíbio *Osteocephalus taurinus* (Hylidae).



Figura 4. A) Indivíduo VII realizando engodo caudal; B) Indivíduo XVI realizando engodo caudal; C) Indivíduo XIX realizando engodo caudal; D) Indivíduo XIII realizando engodo caudal.

Anfíbios sobre a vegetação foram encontrados durante todos os meses (Tabela 1), sendo as duas espécies de *Osteocephalus* (*O. leprieurii* e *O. taurinus*) (Figura 5) as mais frequentes, correspondendo a 69,4% dos encontros e observados em atividade de forrageio saltando nos troncos e galhos de árvores em alturas de até 12 m. A terceira espécie mais frequente foi *Rhinella margaritifera* (18,4%) observada apenas em alturas baixas (inferiores a 30 cm) e em repouso. Outras 10 espécies foram observadas em menor frequência correspondendo a 12,2% das observações.



Figura 5. A) *Osteocephalus taurinus*; B) *Osteocephalus leprieurii*.

Tabela 1. Total de anfíbios registrados sobre a vegetação durante a procura visual limitada por tempo noturna nas três trilhas.

Espécies ↓ / Meses →	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
Bufo							
<i>Rhinella margaritifera</i>	2	24	12	12	6	3	59
Craugastor							0
<i>Pristimantis reichlei</i>	0	0	0	1	1	1	3
<i>Pristimantis</i> sp.	0	0	1	0	1	0	2
Hylid							0
<i>Boana cinerascens</i>	0	1	2	0	0	0	3
<i>Boana fasciata</i>	0	0	0	1	3	1	5
<i>Boana punctata</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Dendropsophus brevifrons</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Dendropsophus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Dendropsophus</i> sp.	0	0	2	0	0	1	3
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	38	17	18	13	27	33	146
<i>Osteocephalus taurinus</i>	2	9	14	16	23	13	77
<i>Scinax ruber</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Sphaenorhynchus dorisae</i>	0	0	0	0	1	0	1
Phyllomedusid							0
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	4	5	6	2	0	1	18
Total	48	56	56	46	62	54	322

Discussão

Estas são as primeiras observações de *Bothrops bilineatus smaragdinus* realizando engodo caudal na natureza. Observações em cativeiro feitas por Greene e Campbell (1972) e o fato de adultos exibirem coloração distinta na ponta da cauda e se alimentarem de presas ectotérmicas (Martins et al., 2002) sugeriram que engodo caudal era realizado na natureza. Observamos que, durante a caça noturna, esta espécie frequentemente utiliza a tática de engodo caudal, mesmo na ausência de potenciais presas, o que difere das circunstâncias de engodo caudal observado em outras espécies de *Bothrops* (*B. jararaca*, *B. jararacussu*) (Sazima, 1991; Hartmann et al., 2003). Fathinia et al. (2015) também observaram engodo

caudal em *Pseudocerastes urarachnoides* na ausência de presas, mas as cobras aumentam a intensidade desse comportamento quando detectam a proximidade das aves. Outros fatores podem estar estimulando esse comportamento na ausência de possíveis presas (e.g. fome) (Chiszar et al., 1990; Strimple, 1995), e pode funcionar para atrair presas próximas ou distantes que a serpente não tenha detectado (Chiszar et al., 1990).

Bothrops bilineatus smaragdinus foi encontrada realizando engodo caudal com mais frequência do que o observado para outras espécies de *Bothrops* (*B. atrox*, *B. insularis*, *B. jararaca*, *B. jararacussu*, *B. leucurus* e *B. pubescens*) (Sazima, 1991; 1992; 2006; Oliveira e Martins, 2001; Hartmann et al., 2003; 2005; Andrade et al., 2010; Freitas e Silva, 2011). Em geral esses registros de *Bothrops* foram feitos próximos a ambientes aquáticos, onde anfíbios são mais abundantes em atividade reprodutiva. O uso do engodo caudal pode ser vantajoso quando se tem poucos anfíbios em determinado local (Sazima 2006), apesar de terem anfíbios sobre a vegetação e distante de ambientes aquáticos nessa floresta, eles são mais frequentes em seus locais de reprodução (lagos, igarapés) (Miranda et al. 2015).

Martins et al. (2002) observaram que anfíbios corresponderam a 50% dos itens encontrados em conteúdos estomacais desta espécie, que geralmente preda hilídeos (Campbell & Lamar 2004), principalmente espécies do gênero *Osteocephalus* (Dixon & Soini 1986; esse estudo). Indivíduos de *Osteocephalus leprieurii* e *O. taurinus* estão entre as espécies mais frequentes sobre a vegetação (principalmente sobre troncos e galhos de árvores) e presentes ao longo do ano inteiro durante o período não reprodutivo nessa floresta (Miranda et al. 2015), em alturas de até 12 m em atividade de forrageio (esse estudo) sugerindo que provavelmente estão entre as presas primárias de *B. b. smaragdinus* nessa área.

Anfíbios noturnos apresentam um sistema visual bem desenvolvido, que é sensível a condições de baixa luminosidade (Buchanan, 1998; Cummings et al., 2008). A visão é um

sentido que esses anfíbios provavelmente usam quando procuram por presas e quando se deslocam pela floresta à noite. Devido ao movimento de engodo caudal, a ponta da cauda de *B. b. smaragdinus* pode ser vista de baixo, de lado, e de cima, podendo assim atrair um anfíbio que pode estar abaixo, ao lado ou acima de onde a cobra está caçando. Sugerimos que esse comportamento pode ter se tornado tão marcante em *B. b. smaragdinus* que é realizado mesmo na ausência de potenciais presas, a fim de atrair anuros onde eles ocorrem em baixas densidades, aumentando a possibilidade de atrair uma presa para alcance de seu bote.

Conclusão

Concluimos que *Bothrops bilineatus smaragdinus* utiliza frequentemente essa tática durante a caça noturna sob a vegetação mesmo na ausência de presas. O comportamento de caça de espera utilizando engodo caudal deve ser altamente vantajoso para uma serpente venenosa de hábitos arborícola e coloração verde, pois permite que ela capture sua presa permanecendo relativamente imóvel (Greene e Campbell, 1972). Este também poderia ser um dos fatores que permite que esta espécie esteja ativa durante os meses mais secos do ano, caçando no habitat no período em que os anfíbios *Osteocephalus leprieurii* e *O. taurinus* estão ativos. Apesar de nossos dados serem relativamente mais numerosos em comparação com a maioria dos outros estudos sobre engodo caudal com serpentes na natureza (Parellada e Santos, 2002; Fathinia et al., 2015; Glaudas e Alexander, 2017), ainda faltam observações de predação de anfíbios por *Bothrops bilineatus smaragdinus* durante a tática de engodo caudal, bem como dados sobre possíveis diferenças na frequência dessa atividade entre os sexos, entre as cobras juvenis e adultas, e entre os diferentes tipos de presas.

Agradecimentos. Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica (PIBIC / UFAC) aos autores RRC e ASO, a Reginaldo Machado pelas correções e sugestões do manuscrito. Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coleta (SISBIO / 12.178). Agradecemos a Andrew Durso e dois revisores anônimos pelas respostas e sugestões sobre o manuscrito.

Referências

- Acre. (2010): Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre Fase II – Escala 1:250.000. Rio Branco, SEMA.
- Andrade, D.V., Marques, O.A.V., Gavira, R.S.B., Barbo, F.E., Zacariotti, R.L., Sazima, I. (2010): Tail luring by the golden lancehead (*Bothrops insularis*), an island endemic snake from South-eastern Brazil. *S. Am. Journal of Herpetology* **5**: 175-180.
- Antunes, A.P, Haddad, C.F.B. (2009): *Tropidophis paucisquamis* (Brazilian dwarf boa) diet and caudal luring. *Herpetological Review* **40**: 104.
- Avila-Pires, T.C.S., Vitt, L.J., Sartorius, S.S., Zani, P.A. (2009): Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais* **4**: 99–118.
- Bernarde, P.S., Machado, R.A., Turci, L.C.B. (2011): Herpetofauna da área do Igarapé Esperança na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre – Brasil. *Biota Neotropica* **11**: 117-144.
- Bernarde, P.S., Albuquerque, S., Miranda, D.B., Turci, L.C.B. (2013): Herpetofauna da floresta do baixo rio Moa em Cruzeiro do Sul, Acre – Brasil. *Biota Neotropica* **13**: 220–244.

- Buchanan, B.W. (1998): Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs. *Journal of Herpetology* **32**:270-274.
- Campbell, H.W., Christman S.P. (1982): Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: *Herpetological Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League*, p. 193–200. Scott Jr., N.J., Ed., Washington, USA, Fish Wildlife Service.
- Campbell, J.A., Lamar, W.W. (2004): *The venomous reptiles of the Western Hemisphere*. Ithaca, Cornell University Press.
- Carlström, D., Edelstam C. (1946): Methods of marking reptiles for identification after recapture. *Nature* **158**: 748-749.
- Carpenter, C.C., Murphy, J.B., Geoffrey, C.C. (1978): Tail luring in the death adder, *Acanthophis antarcticus* (Reptilia, Serpentes, Elapidae). *Journal of Herpetology* **12**: 574-577.
- Chiszar, D., Boyer, D., Lee, R., Murphy, J.B., Radcliffe, C.W. (1990): Caudal luring in the southern death adder, *Acanthophis antarcticus*. *Journal of Herpetology* **24**: 253-260.
- Cummings, M.E., Bernal, X.E., Reynaga, R., Rand, A.S., Ryan, M.J. (2008): Visual sensitivity to a conspicuous male cue varies by reproductive state in *Physalaemus pustulosus* females. *Journal of Experimental Biology* **211**: 1203-1210.
- Dal Vechio, F., Prates, I., Graziotin, F.G., Zaher, H., Rodrigues, M.T. (2018): 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* **45**: 2415–2426.
- Dixon, J.R., Soini, P. (1986): *The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru*, Second Edition. Milwaukee, Milwaukee Public Museum.

- Fathinia, B., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., Todehdeghan, F., Amiri, F. (2015): Avian deception using an elaborate caudal lure in *Pseudocerastes urarachnoides* (Serpentes: Viperidae). *Amphibia-Reptilia* **36**: 223-231.
- França, D.P.F., Freitas, M.A., Ramalho, W.P., Bernarde, P.S. (2017): Diversidade local e influência da sazonalidade sobre taxocenoses de anfíbios e répteis na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil. *Iheringia* **107**: 2017023.
- Freitas, M.A., Silva, T.F.S. (2011): *Bothrops leucurus* (Bahia lancehead). Caudal luring. *Herpetological Review* **42**: 436.
- Glaudias, X., Alexander, G.J. (2017): A lure at both ends: aggressive visual mimicry signals and prey-specific luring behaviour in an ambush-foraging snake. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. **71**: 2.
- Greene, H.W., Campbell, J.A. (1972): Notes on the use of caudal lures in arboreal green pit vipers. *Herpetologica* **28**: 32-34.
- Grego, K.F., Fernandes, W., Croce, A.P., Vasconcellos, D.R., Sant'Anna, S.S., Coragem, J.T. (2012). *Bothriopsis bilineata smaragdinus* (Green Jararaca). Reproduction. *Herpetological Review*. **43**: 492.
- Hagman, M., Phillips, B., Shine, R. (2008): Tails of enticement: caudal luring by an ambush-foraging snake (*Acanthophis praelongus*, Elapidae). *Functional Ecology* **22**: 1134-1139.
- Hartmann, P.A., Hartmann, M.T., Giasson, L.O.M. (2003): Uso do hábitat e alimentação em juvenis de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Phyllomedusa* **2**: 35-41.
- Hartmann, M.T., Hartmann, P.A., Cechin, S.Z., Martins, M. (2005): Feeding habits and habitat use in *Bothrops pubescens* (Viperidae, Crotalinae) from Southern Brazil. *Journal of Herpetology* **39**: 664–667.

- Heatwole, H., Davison, E. (1976): A review of caudal luring in snakes with notes on its occurrence in the Saharan sand viper, *Cerastes vipera*. *Herpetologica* **32**: 332-336.
- Henderson, R.W. (1970): Caudal luring in a juvenile Russell's viper. *Herpetologica* **26**: 276-277.
- Jorge-da-Silva Jr., N. (1993): The snakes from Samuel hydroelectric power plant and vicinity, Rondônia, Brasil. *Herpetological Natural History* **1**: 37-86.
- Leal, M., Thomas, R. (1994): Notes on the feeding behavior and caudal luring by juvenile *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). *Journal of Herpetology* **28**: 126-128.
- Marques, O.A.V., Martins, M., Develey, P.F., Macarrão, A., Sazima, I. (2012): The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. *Journal of Natural History* **46**: 885-895.
- Martins, M., Oliveira, M.E. (1998): Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **6**:78-150.
- Martins, M., Marques, O.A.V., Sazima, I. (2002): Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: *Biology of the Vipers*, p. 307-328. Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Eds., Utah, USA, Eagle Mountain Publishing.
- Miranda, D.B., Albuquerque, S., Turci, L.C.B., Bernarde, P.S. (2015): Richness, breeding environments and calling activity of the anurofauna of the lower Moa river forest, state of Acre, Brazil. *Zoologia* **32**: 93–108.
- Murphy, J.B., Carpenter, C.C., Gillingham, J.C. (1978): Caudal luring in the green tree python, *Chondropython viridis* (Reptilia, Serpentes, Boidae). *Journal of Herpetology* **12**: 117-119.
- Neill, W.T. (1960): The caudal lure of various juvenile snakes. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences* **23**: 173-200.

- Oliveira, M.E., Martins, M. (2001): When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* **8**: 101-110.
- Pantoja, D.L., Fraga, R. (2012): Herpetofauna of the Reserva Extrativista of Rio Gregório. *Check List* **8**: 360–374.
- Parellada, X., Santos, X. (2002): Caudal luring in free-ranging adult *Vipera latastei*. *Amphibia-Reptilia* **23**: 343–347.
- Radcliffe, C. W., D. Chiszar., Smith, H.M. (1980): Prey-induced caudal movements in *Boa constrictor* with comments on the evolution of caudal luring. *Bulletin of Maryland Herpetological Society* **16**: 19–22.
- Reiserer, R.S. (2002): Stimulus control of caudal luring and other feeding responses: a program for research on visual perception in vipers. In: *Biology of the Vipers*, p. 361-384.
- Ribeiro, A.G. (1977): O Clima do Estado do Acre. *Boletim de Geografia* **35**: 112-141.
- Sazima, I. (1991): Caudal luring in two neotropical pitviper, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. *Copeia* **1991**: 245-248.
- Sazima, I. (1992): Natural History of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: *Biology of Pitvipers*, p. 199-216. Campbell, J.A., Brodie, E.D., Ed., Texas, USA, Selva Tyler.
- Sazima, I. (2006): Theatrical frogs and crafty snakes: predation of visually-signalling frogs by tail-luring and ambushing pitvipers. *Aqua* **11**: 117-124.
- Sazima, I., Puerto, G. (1993): Feeding technique of juvenile *Tropidodryas striaticeps*: probable caudal luring in a colubrid snake. *Copeia* **1993**: 222-226.
- Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Eagle Mountain, Utah, USA, Eagle Mountain Publishers.

Strimple, P. (1995): Comments on caudal luring in snakes with observations on this behaviour in two subspecies of cantils, *Agkistrodon bilineatus* ssp. *Literatura Serpentium* **15**: 74-77.

Tiebout, H.M. III (1997): Caudal luring by a temperate colubrid snake, *Elaphe obsoleta*, and its implications for the evolution of the rattle among rattlesnakes. *Journal of Herpetology* **31**: 292-295.

Turci, L.C.B., Albuquerque, S., Bernarde, P.S., 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 Neotropica* **9**:197-206.

Waldez, F., Menin, M., Vogt, R.C. (2013): Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. *Biota Neotropica* **13**: 300–316.

Anexo 1

Tabela 1. Horário de observação, atividade e tipo de substrato utilizado por *Bothrops bilineatus smaragdinus* durante o estudo.

SERPENTE	DATA	HORA	ALTURA (m)	SUBSTRATO	ATIVIDADE	ENGODO	COR DA CAUDA
I	04/04/2018	19:50	1.40	Galho	Deslocando	Não	Castanha
II	04/04/2018	20:18	10	Galho	Caçando	Não	Castanha
III	04/04/2018	21:45	8.60	Galho	Caçando	Sim	Branca
IV	19/04/2018	21:32	4.50	Galho	Caçando	Sim	Castanha
V	19/04/2018	22:02	8.51	Galho	Caçando	Não	Branca
VI	25/04/2018	18:15	1.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
VI	26/04/2018	18:15	1.30	Galho	Caçando	Não	Castanha
VII	26/04/2018	18:50	2.50	Galho	Deslocando	Não	Castanha
VIII	26/04/2018	19:20	0.3	Folha de Palmeira	Caçando	Sim	Branca
IX	26/04/2018	21:13	6.70	Galho	Caçando	Sim	Branca
VIII	27/04/2018	9:02	0.3	Folha de Palmeira	Caçando	Não	Branca
IX	27/04/2018	9:10	6.70	Galho	Caçando	Não	Branca
X	18/05/2018	19:10	10.57	Galho	Caçando	Sim	Branca
XI	14/06/2018	18:00	3.33	Folha de Palmeira	Deslocando	Não	Castanha
XII	14/06/2018	18:00	17.96	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XIII	14/06/2018	18:15	4.80	Folha	Caçando	Sim	Castanha
VII	14/06/2018	19:00	6.79	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XIII	15/06/2018	9:30	4.80	Folha	Caçando	Não	Castanha
VII	15/06/2018	9:40	6.79	Galho	Repouso	Não	Castanha
VII	21/06/2018	22:08	6.79	Galho	Caçando	Não	Castanha
XIV	28/06/2018	20:24	0.80	Galho	Caçando	Sim	Branca
VII	28/06/2018	22:12	6.79	Galho	Caçando	Não	Castanha
XV	01/07/2018	19:50	5.69	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XIII	04/07/2018	18:20	2.0	Galho	Deslocando	Não	Castanha

Tabela 1. Continuação...

VII	04/07/2018	19:00	2.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XVI	04/07/2018	20:45	7.0	Galho	Deslocando	Não	Branca
XVII	04/07/2018	20:50	6.70	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVIII	04/07/2018	20:46	2.63	Galho	Caçando	Não	Castanha
VII	05/07/2018	18:40	2.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XVI	05/07/2018	20:30	6.50	Galho	Deslocando	Não	Branca
XVIII	05/07/2018	20:45	2.63	Galho	Caçando	Não	Castanha
IX	05/07/2018	20:50	11.42	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVII	05/07/2018	20:50	6.70	Galho	Caçando	Sim	Branca
XIX	06/07/2018	18:31	7.32	Galho	Caçando	Sim	Castanha
VII	06/07/2018	18:50	2.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XVI	06/07/2018	20:30	8.88	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVII	06/07/2018	20:50	6.70	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVIII	06/07/2018	20:45	2.63	Galho	Caçando	Sim	Castanha
IX	06/07/2018	20:53	11.42	Galho	Caçando	Sim	Branca
XIX	07/07/2018	15:45	7.32	Galho	Repouso	Não	Castanha
VII	07/07/2018	14:40	2.30	Galho	Repouso	Não	Castanha
XVI	07/07/2018	14:54	8.88	Galho	Repouso	Não	Branca
XVII	07/07/2018	15:07	6.70	Galho	Repouso	Não	Branca
XVIII	07/07/2018	15:29	2.63	Galho	Repouso	Não	Castanha
IX	07/07/2018	15:26	11.42	Galho	Repouso	Não	Branca
XX	08/07/2018	19:26	6.70	Galho	Caçando	Sim	Branca
VII	08/07/2018	22:05	2.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XVIII	08/07/2018	22:15	2.63	Galho	Caçando	Sim	Castanha
IX	08/07/2018	22:25	11.42	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVIII	20/07/2018	9:05	2.63	Galho	Repouso	Não	Castanha
XIII	22/08/2018	18:15	5.87	Folha	Caçando	Sim	Castanha
XIX	22/08/2018	18:40	7.32	Galho	Caçando	Sim	Castanha

Tabela 1. Continuação...

XVIII	22/08/2018	20:40	8.32	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XXI	24/08/2018	20:15	4.16	Galho	Caçando	Não	Castanha
XXII	24/08/2018	21:23	3.20	Galho	Caçando	Não	Castanha
XXIII	24/08/2018	21:40	3.89	Galho	Deslocando	Não	Castanha
XVIII	24/08/2018	22:04	8.32	Galho	Caçando	Não	Castanha
XIII	27/08/2018	18:15	5.87	Folha	Caçando	Sim	Castanha
XIX	27/08/2018	18:30	13.49	Galho	Caçando	Não	Castanha
XVIII	27/08/2018	20:40	8.32	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XIX	28/08/2018	18:32	9.30	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XXIV	28/08/2018	20:02	3.48	Galho	Deslocando	Não	Castanha
XVIII	28/08/2018	20:30	8.32	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XXV	29/08/2018	18:15	7.50	Galho	Caçando	Não	Branca
XXVI	29/08/2018	21:43	10.52	Galho	Caçando	Não	Branca
XVIII	29/08/2018	22:10	8.32	Galho	Caçando	Não	Castanha
XI	12/09/2018	18:10	1.40	Galho	Deslocando	Não	Castanha
XXIV	12/09/2018	19:31	1.70	Galho	Caçando	Não	Castanha
XVI	12/09/2018	20:35	1.80	Galho	Caçando	Sim	Branca
XVII	12/09/2018	20:55	3.40	Galho	Caçando	Sim	Branca
XI	17/09/2018	18:08	13.31	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XXVII	17/09/2018	18:40	4.0	Galho	Deslocando	Não	Castanha
XXVIII	17/09/2018	19:09	2.40	Galho	Deslocando	Não	Castanha
XXIV	17/09/2018	19:45	4.80	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XVI	17/09/2018	20:30	1.80	Galho	Caçando	Não	Branca
XVII	17/09/2018	20:50	4.23	Galho	Caçando	Não	Branca
XVI	18/09/2018	14:20	1.80	Galho	Repouso	Não	Branca
XVII	18/09/2018	14:30	5.0	Galho	Repouso	Não	Branca
XXIV	18/09/2018	14:40	6.0	Galho	Repouso	Não	Castanha
XXVIII	18/09/2018	15:15	1.80	Galho	Repouso	Não	Castanha

Tabela 1. Continuação...

XIX	20/09/2018	19:07	5.94	Galho	Caçando	Não	Castanha
XVI	20/09/2018	20:30	1.80	Galho	Caçando	Não	Branca
IX	20/09/2018	20:55	4.77	Galho	Caçando	Não	Branca
XXIX	24/09/2018	20:28	5.54	Galho	Caçando	Não	Castanha
XXX	24/09/2018	20:45	8.22	Galho	Caçando	Sim	Castanha
XXXI	24/09/2018	21:05	2.50	Galho	Caçando	Não	Branca
XXXII	25/09/2018	20:24	2.43	Galho	Caçando	Não	Castanha

Anexo 2

Link dos vídeos dos quatro espécimes de *Bothrops bilineatus smaragdinus* realizando engodo caudal. Disponível em: <https://www2.ib.unicamp.br/fnjv/>

Anexo 3

Artigo Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the western Amazon.

Herpetology Notes, volume 12: 365-374 (2019) (published online on 15 April 2019)

Caudal luring in the Neotropical two-striped forest pitviper *Bothrops bilineatus smaragdinus* Hoge, 1966 in the western Amazon

Wirven Lima da Fonseca^{1,2}, Radraque Rodrigues Correa¹, Andesson de Souza Oliveira¹,
and Paulo Sérgio Bernarde^{1,*}

Abstract. Caudal luring is the waving of a conspicuous tail tip by a snake, which presumably mimics invertebrate larvae to lure prey within striking distance. This behaviour has been recorded in a variety of snakes, mostly juveniles, and has been studied primarily in captivity. We report here a number of observations of *Bothrops bilineatus smaragdinus* using caudal luring in the wild, in a forest in the western Brazilian Amazon. Of 72 nocturnal observations, caudal luring was observed >60 % of the time, always while coiled and at heights ranging from 30 cm to nearly 18 m. In contrast, caudal luring was never observed during the day. Based on surveys of syntopic anurans, tree frogs in the genus *Osteocephalus* seem to be the most likely targets of this behaviour, although more data are needed. We conclude from these preliminary data that both juvenile and adult *B. b. smaragdinus* often use caudal luring during nocturnal hunting on vegetation, including in the apparent absence of potential prey.

Keywords. Reptilia, Viperidae, behaviour, Brazil, South America

Introduction

Caudal luring involves waving of a conspicuous tail tip by a snake, which mimics invertebrate larvae to lure prey within striking distance (Heatwole and Davison, 1976). Some species of snakes use this hunting tactic to attract amphibians, lizards and birds (Neill, 1960; Heatwole and Davison, 1976; Fathinia et al., 2015). This behaviour has been recorded mainly in Viperidae (Henderson, 1970; Heatwole and Davison, 1976; Sazima, 1991; Parellada and Santos, 2002; Fathinia et al., 2015), but also in the families Boidae (Radcliffe et al., 1980), Pythonidae (Murphy et al., 1978), Tropicophiidae (Antunes and Haddad, 2009), Colubridae (Tiebout, 1997), Dipsadidae (Sazima and Puerto, 1993; Leal and

Thomas, 1994), and Elapidae (Carpenter et al., 1978; Chiszar et al., 1990; Hagman et al., 2008).

Among vipers, this behaviour has mainly been reported in juveniles, which often feed on ectothermic prey (amphibians and lizards), in contrast to adult vipers, which usually prey on endothermic animals (especially rodents) and generally lose the conspicuous coloration of the tail tip as they grow (Neill, 1960; Heatwole and Davison, 1976; Sazima, 1991; Martins et al., 2002). Exceptions in which the adults continue to use caudal luring include *Bothrops bilineatus smaragdinus* (Greene and Campbell, 1972), *B. insularis* (Andrade et al., 2010), *Cerastes vipera* (Heatwole and Davison, 1976), *Pseudocerastes urarachnoides* (Fathinia et al., 2015), and *Vipera latastei* (Parellada and Santos, 2002). In these cases, adult snakes either continue to feed on ectothermic prey (*Bothrops bilineatus*, *C. vipera* and *V. latastei*) (Heatwole and Davison, 1976; Parellada and Santos, 2002; Martins et al., 2002) or feed on birds, which can also be attracted by caudal luring (*B. insularis* and *P. urarachnoides*) (Marques et al., 2012; Fathinia et al., 2015).

Most prior research has involved staged encounters with captive snakes, in which prey are offered to the snakes to observe predation behaviour (e.g., Greene

¹ Laboratório de Herpetologia, Centro Multidisciplinar, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, Acre State, 69980000, Brazil.

² Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 69980000, Brazil.

* Corresponding author. E-mail: SnakeBernarde@hotmail.com

and Campbell, 1972; Heatwole and Davison, 1976; Sazima, 1991; Parellada and Santos, 2002), although a few studies have taken place in nature (e.g., Glaudas and Alexander, 2017). Many reports in the literature describe caudal luring as a response to visual, olfactory, or infrared stimuli from prey (see Strimple, 1995; Reiserer, 2002). Observations of this behaviour in the absence of potential prey in some species may be related to some internal stimuli, such as hunger (Neill, 1960; Strimple, 1995).

Two-striped forest pitvipers, *Bothrops bilineatus smaragdinus*, are arboreal and nocturnal ambush predators that prey upon a wide variety of vertebrates (frogs, lizards, rodents, and other snakes) (Martins *et al.*, 2002; Campbell and Lamar, 2004; Turci *et al.*, 2009). Both juveniles and adults of this subspecies have tail coloration (white, cream or brown) that contrasts with their green body color, which is used as a caudal lure (Greene and Campbell, 1972).

Dal Vechio *et al.* (2018) found that the geographic distribution of *Bothrops bilineatus smaragdinus* includes western Amazonia, occurring in the Orinoco and Rio Negro rivers (respectively in Colombia and Ecuador), and western Brazil (states of Acre and Rondônia) as well as in Amazonian Peru and Bolivia. Throughout its distribution, this species is considered uncommon (e.g., Jorge-da-Silva, 1993; Pantoja and Fraga, 2012; Waldez *et al.*, 2013) and it has not been recorded in numerous faunistic inventories from within its putative range (e.g., Avila-Pires *et al.*, 2009; Bernarde *et al.*, 2011; França *et al.*, 2017). However, in the forests of the lower Moa River in the Upper Juruá, this snake is relatively abundant (Turci *et al.*, 2009). We report here a number of field observations of *B. b. smaragdinus* using caudal luring for the first time in nature, in a forest in the western Brazilian Amazon.

Materials and methods

The study was carried out over a period of six months (April to September 2018) on three trails (one of 800 m and two of 600 m) in the Lower Moa River forest (07° 37' 14.7" S; 72° 48' 09.9" W) in the municipality of Cruzeiro do Sul (Acre State), far west of the Brazilian Amazon.

The region has a warm, humid tropical climate with an average annual temperature of 24° C (Ribeiro, 1977). The period between May and October is the driest of the year. This forest fits in the vegetation formation "Open Alluvial Forest with Palms" (Acre, 2006), and is partially flooded seasonally with the filling of the

lakes. The forest canopy is composed of trees with an average height of approximately 20 m with some emergent species reaching a maximum height of 35 m. The canopy is closed, composed mainly of individuals of the genera *Brosimum* (Moraceae), *Enterolobium* (Fabaceae), and *Virola* (Myristicaceae).

Most of the large trees have tabular roots (*Sapopembas*), common in species that occur in unstable soils and that are influenced by floods during a period of the year (Turci *et al.*, 2009). The understory vegetation is primarily Poaceae, *Astrocaryum* (Arecaceae), *arvoretas*, and herbs (Heliconiaceae, Marantaceae and Costaceae). The vegetation includes scattered palm trees including *Euterpe precatoria*, *Iriartella stenocarpa*, and *Bactris* sp. (Turci *et al.*, 2009).

Time-constrained searches (Campbell and Christman, 1982) involving 68 researcher-hours per month, totalling 408 researcher-hours, were employed at night (periods of three or four hours between 6:00 p.m. and 10:30 p.m.) along the three trails. Along one of these trails, snakes were not captured, only observed without interference, whereas along the other two trails, they were collected as specimens. Additional daytime samplings were performed on four occasions (three in the morning and one in the afternoon), in the location where snakes had been found the previous night. Specimens collected (ICMBio license # 12178-10) were deposited in the Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Brazil (UFACF 4299-4316). We deposited video records of four individuals performing caudal luring in the video collection of the Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas "Adão José Cardoso" Campinas, São Paulo (FNJV), which are available online (catalogue numbers ZUEC-VID 0000596-0000599, see Appendix I).

When a snake was found, it was observed for five minutes to record its activity. The following information was recorded: time of finding, substrate used, height (measured with laser tape), direction of the head relative to the trunk of the tree (when hunting on branches), and activity (hunting, moving or resting), inferred from the position of each snake observed (see Oliveira and Martins, 2001; Turci *et al.*, 2009).

Individual snakes were recognized by their natural markings (size, and body and tail color pattern) (Carlström and Edelstam, 1946), with the aid of photographs and also being in or near (maximum 30 m) the same positions in trees and branches where they had previously been found. The average temperature

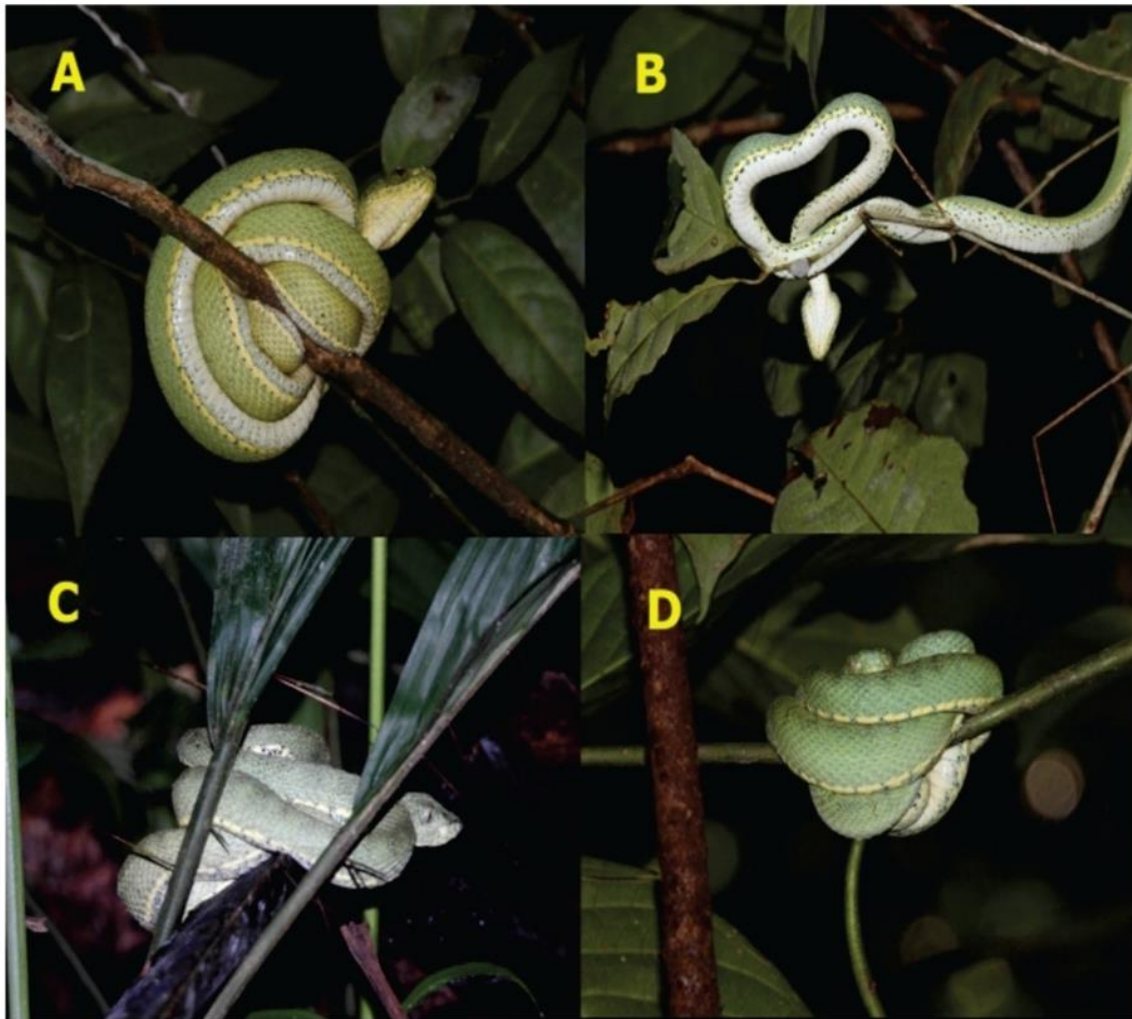


Figure 1. A) Individual XXI exhibiting sit-and-wait behaviour; B) Individual VII moving; C) Individual VIII hunting in the morning; D) Individual XVIII resting during the day.

during the night search was 25.4°C , and the relative air humidity was 89.7%. Amphibians (potential prey) were also counted on the vegetation during the time-constrained search.

Results

During the time-constrained search and incidental encounters during the night, 72 observations (meetings and re-encounters) of 32 snakes were recorded. Another 15 snakes were found during the five daytime sampling events, totalling 87 records (see Appendix II). Fifteen individuals were found on Track I (observation) and seventeen were collected on tracks II and III (collection trails). Almost all specimens were larger than 40 cm

except one individual that was approximately 30 cm snout-vent length. In most night encounters ($n = 61$; 84.7% of the encounters), the snakes were in a sit-and-wait hunting posture (Fig. 1A) and, in 38 of these situations (62.3% of the total encounters), they performed caudal luring (Fig. 2). On the other eleven nocturnal occasions, the snakes were moving in the vegetation (Fig. 1B).

During daytime observations, three of the snakes were in a sit-and-wait hunting posture (without performing caudal luring) (Fig. 1C) and twelve were at rest (Fig. 1D). When caudal luring, the snake is coiled and moves the basal portion of the tail along its entire body close to its head, making sinuous movements with the tail tip,



Figure 2. A) Individual VII performing caudal luring; B) Individual XVI performing caudal luring; C) Individual XIX performing caudal luring; D) Individual XIII performing caudal luring.

imitating a worm. The tail movements during the luring behaviour are visible from above, laterally, and below the snake (See Appendix for videos available online).

Snakes hunting at night were found at heights between 30 cm and 17.96 m (mean = 6.05 m). Those observed caudal luring were observed throughout the entire range of heights ($n = 38$; mean height \pm SD = 6.43 ± 3.82 m) and those that were not caudal luring were between 1.30 m and 13.49 m ($n = 23$; mean height \pm SD = 5.42 ± 3.33 m); however, there was not a significant difference in perch height between snakes that were caudal luring and those that were not (t -test = -0.801 ; $DF = 59$; $p = 0.4261$). In most encounters (57; 93.4%), snakes were hunting on branches, except for individual VIII, which was on a fallen palm leaf, and individual XIII, a small specimen,

observed on three occasions on leaves (Fig. 2D).

When snakes were in a sit-and-wait posture, they typically had their heads oriented away from the tree trunk (70.5% of the observations) (Table 1), and this was not associated with the performance of the caudal luring ($\chi^2 = 0.200$; $p = 0.6549$). Of the seventeen specimens

Table 1. Direction of the snake's head during sit-and-wait behaviour in relation to the tree trunk.

	Head directed to the tree trunk	Performing caudal luring
Yes	21	12
No	43	26

collected (eleven males 499 - 668 mm, \bar{X} = 587.7 mm; six females 416 - 758 mm, \bar{X} = 592.1 mm), fifteen appeared to be hunting (nine males and six females) and of these, six performed caudal luring (four males and two females). This behaviour was not correlated with the colour of the tail tip ($\chi^2 = 0.026$; $p = 0.8710$), and a brown tail tip is the most frequent colour in the population (62.3%), regardless of the sex or size of the individual. No potential prey was observed near any of the individuals performing caudal luring. The stomach of one specimen (UFACF 4301) contained a treefrog, *Osteocephalus taurinus* (Hylidae).

Amphibians were found on the vegetation during all months (Table 2), the two species of *Osteocephalus* (*O. lepreurii* and *O. taurinus*) (Figure 3) being the most frequent, corresponding to 69.4% of the encounters. These were observed foraging and jumping on the tree trunks and branches at heights of up to 12 m. The third most frequent species was *Rhinella margaritifera* (18.4%), which was observed only at low heights (lower than 30 cm) and at rest. Another 10 frog species were more rarely observed, corresponding to 12.2% of the observations.

Discussion

These are the first observations of *Bothrops bilineatus smaragdinus* performing caudal luring in nature. Observations in captivity by Greene & Campbell (1972) and the fact that adults exhibit distinct tail tip coloration and feed on ectothermic prey (Martins et al., 2002) suggested that caudal luring was present in nature. We observed that, during nocturnal hunting, this species often uses caudal luring, even in the apparent absence of potential prey, which differs from the circumstances of caudal luring observed in other species of *Bothrops* (*B. jararaca*, *B. jararacussu*) (Sazima, 1991; Hartmann et al., 2003). Fathinia et al. (2015) also observed the caudal luring in spider tailed-vipers (*Pseudocerastes urarachnoides*) in the absence of prey, but snakes increase the intensity of this behaviour when they detect the proximity of birds. Other factors may be stimulating this behaviour in the absence of potential prey (e.g. hunger) (Chiszar et al., 1990; Strimple, 1995), and it may function to attract nearby or distant prey that the snake has not detected (Chiszar et al., 1990).

Bothrops bilineatus smaragdinus were found performing caudal luring more frequently than observed for other *Bothrops* species (*B. atrox*, *B. insularis*, *B. jararaca*, *B. jararacussu*, *B. leucurus*, and *B. pubescens*)

Table 2. Counts of amphibians on the vegetation during nocturnal searches sighted on the tracks.

	Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Total
Species								
Bufoidea								
<i>Rhinella margaritifera</i>		2	24	12	12	6	3	59
Craugastoridae								
<i>Pristimantis reichlei</i>		0	0	0	1	1	1	3
<i>Pristimantis</i> sp.		0	0	1	0	1	0	2
Hylidae								
<i>Boana cinerascens</i>		0	1	2	0	0	0	3
<i>Boana fasciata</i>		0	0	0	1	3	1	5
<i>Boana punctata</i>		0	0	0	1	0	0	1
<i>Dendropsophus brevifrons</i>		2	0	0	0	0	0	2
<i>Dendropsophus</i> sp.		0	0	2	0	0	1	3
<i>Osteocephalus lepreurii</i>		38	17	18	13	27	33	146
<i>Osteocephalus taurinus</i>		2	9	14	16	23	13	77
<i>Scinax ruber</i>		0	0	1	0	0	0	1
<i>Sphaenorhynchus dorisae</i>		0	0	0	0	1	0	1
Phyllomedusidae								
<i>Phyllomedusa bicolor</i>		4	5	6	2	0	1	18

(Sazima, 1991, 1992; Oliveira and Martins, 2001; Hartmann *et al.*, 2003, 2005; Sazima, 2006; Andrade *et al.*, 2010; Freitas and Silva, 2011), although some of these species are known to caudal lure mostly from incidental observations rather than replicated observations. These other *Bothrops* species are mostly primarily terrestrial, usually foraging close to aquatic environments, where amphibians are more abundant (e.g., Sazima, 1991, 1992; Oliveira and Martins, 2001; Hartmann *et al.*, 2003; Freitas and Silva, 2011). The use of caudal luring can be advantageous when amphibians occur at low densities (Sazima, 2006), such as on forest vegetation at a distance from aquatic environments. In contrast, amphibians are more frequent at their breeding grounds (lakes, streams) (Miranda *et al.*, 2015). Martins *et al.* (2002) observed that amphibians composed up to 50% of the items found in stomach contents of *B. bilineatus*, especially hylids (Campbell and Lamar, 2004), and mainly species of the genus *Osteocephalus* (Dixon and Soini, 1986; this study). *Osteocephalus leprouri* and *O. taurinus* were among the most frequently observed anuran species on vegetation at our study site (mainly on trunks and tree branches) and occur throughout the whole year during the non-reproductive period in this forest (Miranda *et al.*, 2015) at heights of up to 12 m, suggesting that they are likely to be among the primary prey of *B. b. smaragdinus* at this site.

Nocturnal amphibians have a well-developed visual system, which is sensitive to low-light conditions (Buchanan, 1998; Cummings *et al.*, 2008). Vision is a sense that these frogs likely use when searching for prey and when moving through the forest at night. Because the movement of the tail tip of caudal luring *B. b. smaragdinus* can be seen from below, sideways, and above, it has the potential to attract an amphibian that may be below, beside, or above where the snake is hunting. We suggest that this behaviour may have become so pronounced in *B. b. smaragdinus* and is expressed in the apparent absence of potential prey in order to attract anurans where they occur at low densities, increasing the chance of bringing prey within striking range.

Conclusion

We conclude that *Bothrops bilineatus smaragdinus* often uses this tactic during nocturnal hunting on vegetation in the apparent absence of potential prey. Sit-and-wait behaviour using caudal luring should be highly advantageous for an arboreal green venomous snake, as it allows it to capture its prey by remaining

relatively immobile (Greene and Campbell, 1972). This could also be one of the factors allowing this species to be active during the driest months of the year, hunting in the habitat and time period when the amphibians *Osteocephalus leprouri* and *O. taurinus* are active. Despite our relatively large data set in comparison with most other studies of caudal luring in wild snakes (Parellada and Santos, 2002; Fathinia *et al.*, 2015; Glaudas and Alexander, 2017), observations of predation on amphibians by *Bothrops bilineatus smaragdinus* during caudal luring are still lacking, as well as data on possible differences in the frequency of this activity between sexes, between juvenile and adult snakes, and among different types of prey.

Acknowledgements. We are thankful for the funding provided by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001, to CNPq by the Institutional Scientific Initiation Scholarship Program (PIBIC/UFAC), authors RRC and ASO, and to Reginaldo Machado for the corrections and suggestions on the manuscript. We thank the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) for providing collection permits (SISBIO/12.178). We thank Andrew Durso and two anonymous referees for corrections and suggestions on the manuscript.

References

- Acre (2006): Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre Fase II – Escala 1:250.000. Rio Branco, SEMA.
- Andrade, D.V., Marques, O.A.V., Gavira, R.S.B., Barbo, F.E., Zacariotti, R.L., Sazima, I. (2010): Tail luring by the golden lancehead (*Bothrops insularis*), an island endemic snake from South-eastern Brazil. *S. Am. J. Herpetol.* **5**: 175–180.
- Antunes, A.P., Haddad, C.F.B. (2009): *Tropidophis paucisquamis* (Brazilian dwarf boa) diet and caudal luring. *Herpetol. Rev.* **40**: 104.
- Avila-Pires, T.C.S., Vitt, L.J., Sartorius, S.S., Zani, P.A. (2009): Squamata (Reptilia) from four sites in southern Amazonia, with a biogeographic analysis of Amazonian lizards. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.* **4**: 99–118.
- Bernarde, P.S., Machado, R.A., Turci, L.C.B. (2011): Herpetofauna da área do Igarapé Esperança na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade, Acre – Brasil. *Biota Neotrop.* **11**: 117–144.
- Buchanan, B.W. (1998): Low-illumination prey detection by squirrel treefrogs. *J. Herpetol.* **32**: 270–274.
- Carlström, D., Edelstam C. (1946): Methods of marking reptiles for identification after recapture. *Nature* **158**: 748–749.
- Campbell, H.W., Christman, S.P. (1982): Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: *Herpetological Communities: a Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League*, p. 193–200. Scott Jr., N.J., Ed., Washington, Fish Wildlife Service.

- Campbell, J.A., Lamar, W.W. (2004): The venomous reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca, Cornell University Press.
- Carpenter, C.C., Murphy, J.B., Carpenter, C.C. (1978): Tail luring in the death adder, *Acanthophis antarcticus* (Reptilia, Serpentes, Elapidae). *J. Herpetol.* **12**: 574–577.
- Chiszar, D., Boyer, D., Lee, R., Murphy, J.B., Radcliffe, C.W. (1990): Caudal luring in the southern death adder, *Acanthophis antarcticus*. *J. Herpetol.* **24**: 253–260.
- Cummings, M.E., Bernal, X.E., Reynaga, R., Rand, A.S., Ryan, M.J. (2008): Visual sensitivity to a conspicuous male cue varies by reproductive state in *Physalaemus pustulosus* females. *J. Exp. Biol.* **211**: 1203–1210.
- Dal Vechio, F., Prates, I., Graziotin, F.G., Zaher, H., Rodrigues, M.T. (2018): Phylogeography and historical demography of the arboreal pit viper *Bothrops bilineatus* (Serpentes, Crotalinae) reveal multiple connections between Amazonian and Atlantic rain forests. *J. Biogeogr.* **45**: 2415–2426.
- Dixon, J.R., Soini, P. (1986): The reptiles of the upper Amazon basin, Iquitos region, Peru, 2nd Edition. Milwaukee, Milwaukee Public Museum.
- França, D.P.F., Freitas, M.A., Ramalho, W.P., Bernarde, P.S. (2017): Diversidade local e influência da sazonalidade sobre taxocenoses de anfíbios e répteis na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil. *Iheringia* **107**: 2017023.
- Freitas, M.A., Silva, T.F.S. (2011): *Bothrops leucurus* (Bahia lancehead). Caudal luring. *Herpetol. Rev.* **42**: 436.
- Glaudas, X., Alexander, G.J. (2017): A lure at both ends: aggressive visual mimicry signals and prey-specific luring behaviour in an ambush-foraging snake. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **71**: 2.
- Greene, H.W., Campbell, J.A. (1972): Notes on the use of caudal lures in arboreal green pit vipers. *Herpetologica* **28**: 32–34.
- Hagman, M., Phillips, B., Shine, R. (2008): Tails of enticement: caudal luring by an ambush-foraging snake (*Acanthophis praelongus*, Elapidae). *Functional Ecology* **22**: 1134–1139.
- Hartmann, P.A., Hartmann, M.T., Giasson, L.O.M. (2003): Uso do hábitat e alimentação em juvenis de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Phyllomedusa* **2**: 35–41.
- Hartmann, M.T., Hartmann, P.A., Cechin, S.Z., Martins, M. (2005): Feeding habits and habitat use in *Bothrops pubescens* (Viperidae, Crotalinae) from Southern Brazil. *J. Herpetol.* **39**: 664–667.
- Henderson, R.W. (1970): Caudal luring in a juvenile Russell's viper. *Herpetologica* **26**: 276–277.
- Heatwole, H., Davison, E. (1976): A review of caudal luring in snakes with notes on its occurrence in the Saharan sand viper, *Cerastes vipera*. *Herpetologica* **32**: 332–336.
- Jorge-da-Silva Jr., N. (1993): The snakes from Samuel hydroelectric power plant and vicinity, Rondônia, Brasil. *Herpetol. Nat. Hist.* **1**: 37–86.
- Leal, M., Thomas, R. (1994): Notes on the feeding behavior and caudal luring by juvenile *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). *J. Herpetol.* **28**: 126–128.
- Marques, O.A.V., Martins, M., Develey, P.F., Macarrão, A., Sazima, I. (2012): The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. *J. Nat. Hist.* **46**: 885–895.
- Martins, M., Marques, O.A.V., Sazima, I. (2002): Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: *Biology of the Vipers*, p. 307–328. Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Eds., Utah, Eagle Mountain Publishing.
- Miranda, D.B., Albuquerque, S., Turci, L.C.B., Bernarde, P.S. (2015): Richness, breeding environments and calling activity of the anurofauna of the lower Moa river forest, state of Acre, Brazil. *Zoologia* **32**: 93–108.
- Murphy, J.B., Carpenter, C.C., Gillingham, J.C. (1978): Caudal luring in the green tree python, *Chondropython viridis* (Reptilia, Serpentes, Boidae). *J. Herpetol.* **12**: 117–119.
- Neill, W.T. (1960): The caudal lure of various juvenile snakes. *Quart. J. Fla. Acad. Sci.* **23**: 173–200.
- Oliveira, M.E., 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**: 101–110.
- Pantoja, D.L., Fraga, R. (2012): Herpetofauna of the Reserva Extrativista do Rio Gregório. *Check List* **8**: 360–374.
- Parellada, X., Santos, X. (2002): Caudal luring in free-ranging adult *Vipera latastei*. *Amphibia-Reptilia*. **23**: 343–347.
- Radcliffe, C.W., Chiszar, D., Smith, H.M. (1980): Prey-induced caudal movements in *Boa constrictor* with comments on the evolution of caudal luring. *Bull. Maryland Herp. Soc.* **16**: 19–22.
- Reiserer, R.S. (2002): Stimulus control of caudal luring and other feeding responses: a program for research on visual perception in vipers. In: *Biology of the Vipers*, p. 361–384. Schuett, G.W., Höggren, M., Douglas, M.E., Greene, H.W., Ed., Eagle Mountain, UT, Eagle Mountain Publishers.
- Ribeiro, A.G. (1977): O Clima do Estado do Acre. *Bol. Geogr.* **35**: 112–141.
- Sazima, I. (1991): Caudal luring in two Neotropical pitviper, *Bothrops jararaca* and *Bothrops jararacussu*. *Copeia*. **1991**: 245–248.
- Sazima, I. (1992): Natural History of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: *Biology of Pitvipers*, p. 199–216. Campbell, J.A., Brodie, E.D., Eds., Texas, Selva Tyler.
- Sazima, I. (2006): Theatrical frogs and crafty snakes: predation of visually-signalling frogs by tail-luring and ambushing pitvipers. *Aqua*. **11**: 117–124.
- Sazima, I., Puerto, G. (1993): Feeding technique of juvenile *Tropidodryas striaticeps*: probable caudal luring in a colubrid snake. *Copeia*. **1993**: 222–226.
- Strimple, P. (1995): Comments on caudal luring in snakes with observations on this behaviour in two subspecies of cantils, *Agkistrodon bilineatus* ssp. *Literatura Serpentina* **15**: 74–77.
- Tiebout, H.M. III (1997): Caudal luring by a temperate colubrid snake, *Elaphe obsoleta*, and its implications for the evolution of the rattle among rattlesnakes. *J. Herpetol.* **31**: 292–295.
- Turci, L.C.B., Albuquerque, S., Bernarde, P.S., 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**: 197–206.
- Waldez, F., Menin, M., Vogt, R.C. (2013): Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. *Biota Neotrop.* **13**: 300–316.

Appendix I

Supplementary data (videos) are available online accessible by the numbers ZUEC-VID 0000596-0000599 at the link: <https://www2.ib.unicamp.br/fnjv/>

Appendix II

Time of observation, type and substrate of activity of *Bothrops bilineatus smaragdinus* in the present study.

Snake ID	Date	Time	Height	Substrate	Activity Type	Caudal Luring	Tail Colour
I	04/04/2018	07:50 p.m.	1.40 m	Branch	Moving	No	Brown
II	04/04/2018	08:18 p.m.	10 m	Branch	Hunting	No	Brown
III	04/04/2018	09:45 p.m.	8.60 m	Branch	Hunting	Yes	White
IV	19/04/2018	09:32 p.m.	4.50 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
V	19/04/2018	10:02 p.m.	8.51 m	Branch	Hunting	No	White
VI	25/04/2018	6:15 p.m.	1.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
VI	26/04/2018	6:15 p.m.	1.30 m	Branch	Hunting	No	Brown
VII	26/04/2018	6:50 p.m.	2.50 m	Branch	Moving	No	Brown
VIII	26/04/2018	7:20 p.m.	30 cm	Palm leaves	Hunting	Yes	White
IX	26/04/2018	9:13 p.m.	6.70 m	Branch	Hunting	Yes	White
VIII	27/04/2018	9:02 a.m.	30 cm	Palm leaves	Hunting	No	White
IX	27/04/2018	9:10 a.m.	6.70 m	Branch	Hunting	No	White
X	18/05/2018	7:10 p.m.	10.57 m	Branch	Hunting	Yes	White
XI	14/06/2018	6:00 p.m.	3.33 m	Palm leaves	Moving	No	Brown
XII	14/06/2018	6:00 p.m.	17.96 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XIII	14/06/2018	6:15 p.m.	4.80 m	Leaves	Hunting	Yes	Brown
VII	14/06/2018	7:00 p.m.	6.79 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XIII	15/06/2018	9:30 a.m.	4.80 m	Leaves	Hunting	No	Brown
VII	15/06/2018	9:40 a.m.	6.79 m	Branch	Sleeping	No	Brown
VII	21/06/2018	10:08 p.m.	6.79 m	Branch	Hunting	No	Brown
XIV	28/06/2018	8:24 p.m.	80 cm	Branch	Hunting	Yes	White
VII	28/06/2018	10:12 p.m.	6.79 m	Branch	Hunting	No	Brown
XV	01/07/2018	7:50 p.m.	5.69 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XIII	04/07/2018	6:20 p.m.	2.0 m	Branch	Moving	No	Brown
VII	04/07/2018	7:00 p.m.	2.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XVI	04/07/2018	8:45 p.m.	7.0 m	Branch	Moving	No	White
XVII	04/07/2018	8:50 p.m.	6.70 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVIII	04/07/2018	8:46 p.m.	2.63 m	Branch	Hunting	No	Brown
VII	05/07/2018	6:40 p.m.	2.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XVI	05/07/2018	8:30 p.m.	6.50 m	Branch	Moving	No	White
XVIII	05/07/2018	8:45 p.m.	2.63 m	Branch	Hunting	No	Brown
IX	05/07/2018	8:50 p.m.	11.42 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVII	05/07/2018	8:50 p.m.	6.70 m	Branch	Hunting	Yes	White
XIX	06/07/2018	6:31 p.m.	7.32 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
VII	06/07/2018	6:50 p.m.	2.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown

Appendix II

Continued.

Snake ID	Date	Time	Height	Substrate	Activity Type	Caudal Luring	Tail Colour
XVI	06/07/2018	8:30 p.m.	8.88 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVII	06/07/2018	8:50 p.m.	6.70 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVIII	06/07/2018	8:45 p.m.	2.63 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
IX	06/07/2018	8:53 p.m.	11.42 m	Branch	Hunting	Yes	White
XIX	07/07/2018	3:45 p.m.	7.32 m	Branch	Sleeping	No	Brown
VII	07/07/2018	2:40 p.m.	2.30 m	Branch	Sleeping	No	Brown
XVI	07/07/2018	2:54 p.m.	8.88 m	Branch	Sleeping	No	White
XVII	07/07/2018	3:07 p.m.	6.70 m	Branch	Sleeping	No	White
XVIII	07/07/2018	3:29 p.m.	2.63 m	Branch	Sleeping	No	Brown
IX	07/07/2018	3:26 p.m.	11.42 m	Branch	Sleeping	No	White
XX	08/07/2018	7:26 p.m.	6.70 m	Branch	Hunting	Yes	White
VII	08/07/2018	10:05 p.m.	2.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XVIII	08/07/2018	10:15 p.m.	2.63 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
IX	08/07/2018	10:25 p.m.	11.42 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVIII	20/07/2018	9:05 a.m.	2.63 m	Branch	Sleeping	No	Brown
XIII	22/08/2018	6:15 p.m.	5.87 m	Leaves	Hunting	Yes	Brown
XIX	22/08/2018	6:40 p.m.	7.32 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XVIII	22/08/2018	8:40 p.m.	8.32 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XXI	24/08/2018	8:15 p.m.	4.16 m	Branch	Hunting	No	Brown
XXII	24/08/2018	9:23 p.m.	3.20 m	Branch	Hunting	No	Brown
XXIII	24/08/2018	9:40 p.m.	3.89 m	Branch	Moving	No	Brown
XVIII	24/08/2018	10:04 p.m.	8.32 m	Branch	Hunting	No	Brown
XIII	27/08/2018	6:15 p.m.	5.87 m	Leaves	Hunting	Yes	Brown
XIX	27/08/2018	6:30 p.m.	13.49 m	Branch	Hunting	No	Brown
XVIII	27/08/2018	8:40 p.m.	8.32 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XIX	28/08/2018	6:32 p.m.	9.30 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XXIV	28/08/2018	8:02 p.m.	3.48 m	Branch	Moving	No	Brown
XVIII	28/08/2018	8:30 p.m.	8.32 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XXV	29/08/2018	6:15 p.m.	7.50 m	Branch	Hunting	No	White
XXVI	29/08/2018	9:43 p.m.	10.52 m	Branch	Hunting	No	White
XVIII	29/08/2018	10:10 p.m.	8.32 m	Branch	Hunting	No	Brown
XI	12/09/2018	6:10 p.m.	1.40 m	Branch	Moving	No	Brown
XXIV	12/09/2018	7:31 p.m.	1.70 m	Branch	Hunting	No	Brown
XVI	12/09/2018	8:35 p.m.	1.80 m	Branch	Hunting	Yes	White
XVII	12/09/2018	8:55 p.m.	3.40 m	Branch	Hunting	Yes	White
XI	17/09/2018	6:08 p.m.	13.31 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XXVII	17/09/2018	6:40 p.m.	4.0 m	Branch	Moving	No	Brown
XXVIII	17/09/2018	7:09 p.m.	2.40 m	Branch	Moving	No	Brown
XXIV	17/09/2018	7:45 p.m.	4.80 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XVI	17/09/2018	8:30 p.m.	1.80 m	Branch	Hunting	No	White

Appendix II

Continued.

Snake ID	Date	Time	Height	Substrate	Activity Type	Caudal Luring	Tail Colour
XVII	17/09/2018	8:50 p.m.	4.23 m	Branch	Hunting	No	White
XVI	18/09/2018	2:20 p.m.	1.80 m	Branch	Sleeping	No	White
XVII	18/09/2018	2:30 p.m.	5.0 m	Branch	Sleeping	No	White
XXIV	18/09/2018	2:40 p.m.	6.0 m	Branch	Sleeping	No	Brown
XXVIII	18/09/2018	3:15 p.m.	1.80 m	Branch	Sleeping	No	Brown
XIX	20/09/2018	7:07 p.m.	5.94 m	Branch	Hunting	No	Brown
XVI	20/09/2018	8:30 p.m.	1.80 m	Branch	Hunting	No	White
IX	20/09/2018	8:55 p.m.	4.77 m	Branch	Hunting	No	White
XXIX	24/09/2018	8:28 p.m.	5.54 m	Branch	Hunting	No	Brown
XXX	24/09/2018	8:45 p.m.	8.22 m	Branch	Hunting	Yes	Brown
XXXI	24/09/2018	9:05 p.m.	2.50 m	Branch	Hunting	No	White
XXXII	25/09/2018	8:24 p.m.	2.43 m	Branch	Hunting	No	Brown

Accepted by Andrew Durso

CONCLUSÃO GERAL

A serpente *Bothrops bilineatus smaragdinus* foi mais encontrada durante os meses de menor pluviosidade, podendo isso estar associado com a diminuição da umidade nas copas das árvores e a migração vertical de anfíbios (*Osteocephalus* spp.), que ocorrem em alturas menores durante esse período. Indivíduos adultos utilizam principalmente galhos durante a atividade de caça enquanto juvenis caçam sobre folhas. Na maioria dos registros, essa espécie estava empregando a tática de engodo caudal durante a caça noturna sob a vegetação mesmo na ausência de presas. Esse comportamento deve ser altamente vantajoso para uma serpente venenosa de hábitos arborícola e coloração verde, pois permite que ela capture sua presa permanecendo relativamente imóvel. Ainda faltam observações de predação de anfíbios por *B. b. smaragdinus* durante essa tática de caça, bem como dados sobre possíveis diferenças na frequência dessa atividade entre os sexos, entre os indivíduos juvenis e adultos, e entre os diferentes tipos de presas, o que ajudaria a compreender melhor a interação entre predador e presa.

APÊNDICE

Informações e link para as normas de publicação do periódico científico escolhido para submissão dos artigos provenientes desta dissertação.

Nome da revista: Herpetology Notes

ISSN Online: 2071-5773.

Editora: *Herpetology Notes Journal Manager*.

Fator de Impacto (2017): 0.36.

Classificação Qualis/Capes em Biodiversidade: B2.

Link para acesso às normas da revista (instruções para autores):

<https://biotaxa.org/hn/about/submissions#authorGuidelines>
