



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

ÁTILAS RODRIGUES DE SOUSA

**HISTÓRIA NATURAL DE *Sibon nebulatus* (LINNAEUS 1758) (DIPSADIDAE;
DIPSADINI) EM ENCLAVES DE FLORESTAS ÚMIDAS ALTITUDINAIS DO
CEARÁ, NORDESTE, BRASIL**

FORTALEZA

2024

ÁTILAS RODRIGUES DE SOUSA

HISTÓRIA NATURAL DE *Sibon nebulatus* (LINNAEUS 1758) (DIPSADIDAE;
DIPSADINI) EM ENCLAVES DE FLORESTAS ÚMIDAS ALTITUDINAIS DO CEARÁ,
NORDESTE, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S698h Sousa, Átilas Rodrigues de.

História natural de *Sibon nebulatus* (Linnaeus 1758) (Dipsadidae; Dipsadini) em enclaves de florestas úmidas altitudinais do Ceará, Nordeste, Brasil / Átilas Rodrigues de Sousa. – 2024.
48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila.

1. Brejos de altitude. 2. Dieta. 3. Helmintos. 4. Moluscos. I. Título.

CDD 577

ÁTILAS RODRIGUES DE SOUSA

HISTÓRIA NATURAL DE *Sibon nebulatus* (LINNAEUS 1758) (DIPSADIDAE;
DIPSADINI) EM ENCLAVES DE FLORESTAS ÚMIDAS ALTITUDINAIS DO CEARÁ,
NORDESTE, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de mestre em Ecologia e Recursos Naturais. Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 29/02/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Cristiana Ferreira da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Renata Perez Maciel
Escola Estadual de Ensino Médio Santa Luzia (E. E. F. M. Ceará, Brasil)

Ao NUROF

A minha família

AGRADECIMENTOS

Este trabalho de dissertação de mestrado foi realizado com o apoio fundamental da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, cujo suporte foi essencial para a condução desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila, pela excelente orientação.

Aos membros participantes da banca examinadora Cristiana Ferreira da Silva e Renata Perez Maciel, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Gostaria de expressar meu profundo agradecimento a todas as pessoas cujas contribuições foram imprescindíveis para o sucesso deste trabalho.

Em particular, quero estender minha gratidão: - A Castiele, Cristiana, Elvis, Matheus e Sthefane, cujos auxílios foram essenciais para a obtenção dos dados deste trabalho. Agradeço-os por contribuir significativamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional sob suas supervisões, oferecendo insights valiosos e orientação firme ao longo deste processo.

Aos meus amigos e familiares: Gildete (mãe), Tatiana, Mariny, Margarida, Matheus, Inessa, Alice, Ana Leide, Alany, Alcilane, Ana Cláudia, Anne, Tauanne, Levi, Patrícia, Handerson, Paola, Lorrane, Gustavo e Návila, pelo companheirismo e por transformarem os momentos difíceis desta jornada em lembranças divertidas. Agradeço por serem pessoas que levarei sempre comigo em meus pensamentos.

A equipe do NUROF-UFC, pelo apoio e ensinamentos diários. - A todos aqueles que, mesmo sem conhecê-los, ofereceram acolhimento durante os trabalhos de campo, permitindo a realização desta pesquisa.

Ao ICMBio pela concessão da licença de coleta (SISBio/IBAMA License No. 29613-6) - A Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, por sempre atender às minhas demandas e pelo auxílio (PROAP) concedido durante as viagens a campo.

À Universidade Federal do Ceará, sem a qual nada disso seria possível. - E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, os meus mais sinceros AGRADECIMENTOS.

RESUMO

A teoria de nicho ecológico se relaciona com diversas questões ecológicas, incluindo a distribuição, abundância e a diversidade das espécies, além de estar intimamente ligada à conservação. A história natural nos ajuda a compreender o funcionamento e a organização do nicho, envolvendo investigações sobre o uso do espaço, reprodução, parasitismo e dieta dos indivíduos. Conhecer tais aspectos da ecologia de uma espécie traz consequências práticas para sua conservação, principalmente quando nos referimos aquelas que vivem em ambientes relictuais altamente ameaçados ou ainda aquelas que apresentem alta diversidade críptica. *Sibon nebulatus* é uma espécie de serpente altamente distribuída na região Neotropical, envolvendo um complexo de espécies com populações relictuais em habitats fragmentados. Poucos trabalhos relatam a biologia geral dessa espécie, existindo lacunas no conhecimento acerca de sua ecologia trófica e parasitária, assim como ocorre com outras serpentes que não possuem interesse médico. Dispor desses dados pode ajudar-nos na identificação dos ambientes específicos que ela é capaz de ocupar e nas condições ideais para sua sobrevivência, além de fornecer apoio para estudos biogeográficos. Portanto o presente trabalho pretendeu descrever aspectos fundamentais de sua ecologia, especificamente sua biologia alimentar e parasitária. Analisamos estatisticamente a sua largura de nicho trófico e as relações parasito-hospedeiro. Neste estudo *Sibon nebulatus* se mostrou um predador especialista no consumo de gastrópodes terrestres, principalmente sem conchas, apresentando baixa amplitude de nicho alimentar. Gastrópodes da família Veronicellidae são suas principais presas. Também adicionamos 3 registros inéditos de parasitos infectando essa espécie: *Cruzia* sp., *Oswaldocruzia* sp. e *Mesocoelium monas*. Além disso, não encontramos correlações entre as medidas corpóreas do hospedeiro e abundância de parasitos. Assim como não há correlação entre a abundância de parasitos e o sexo do hospedeiro. Esperamos que esses resultados possam acrescentar mais conhecimento acerca da ecologia das espécies Neotropicais, complementando bancos de dados concretos e públicos que fornecem apoio para diversas áreas do conhecimento, incluindo, principalmente, a conservação das espécies.

Palavras-chave: Brejos de altitude; dieta; helmintos; moluscos.

ABSTRACT

The ecological niche theory relates to various ecological issues, including the distribution, abundance, and diversity of species, and is closely linked to conservation. Natural history helps us understand the functioning and organization of the niche, involving investigations into the use of space, reproduction, parasitism, and diet of individuals. The importance of knowing such aspects of an organism's ecology is closely related to its conservation, especially when we refer to those living in highly threatened relict environments or those that present high cryptic diversity. *Sibon nebulatus* is a species of snake widely distributed in the Neotropical region, involving a complex of species with relict populations in fragmented habitats. Few works report the general biology of this species, there are gaps in knowledge about its trophic and parasitic ecology, as is the case with other snakes that do not have medical interest. Having this data can help us identify the specific environments it is capable of occupying and the ideal conditions for its survival, providing support for biogeographic studies. Therefore, this work intended to describe fundamental aspects of its ecology, specifically its feeding and parasitic biology. We statistically analyzed its trophic niche width and host-parasite relationships. We initially predicted that this species would show ecological patterns very similar to those of other species in its tribe, reflecting not only the environment but also the phylogeny. In this study, *Sibon nebulatus* proved to be a specialist predator in the consumption of terrestrial gastropods, mainly without shells, presenting a low food niche amplitude. Gastropods of the Veronicellidae family are its main prey. We added 3 unpublished records of parasites infecting this species: *Cruzia* sp., *Oswaldocruzia* sp. and *Mesocoelium monas*. In addition, we did not find correlations between the host's body measurements and parasite abundance. There is also no correlation between parasite abundance and host sex. We hope that these results can add more knowledge about the ecology of Neotropical species, complementing concrete and public databases that provide support for various areas of knowledge, including, mainly, species conservation.

Keywords: Brejos de altitude; diet; helminths; mollusks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fotografia de <i>S. nebulatus</i>	14
Figura 2 – Mapa com a localização dos espécimes utilizados no estudo.....	35
Figura 3 – Fotomicrografias dos parasitos associados a <i>S. nebulatus</i>	36
Figura 4 – Gráfico mostrando o resultado do coeficiente de Pearson.....	39
Figura 5 – Gráfico mostrando o resultado do Test-t.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Itens alimentares presentes no estômago de <i>S. nebulatus</i>	37
Tabela 2 – Parasitos associados a <i>S. nebulatus</i>	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NUROF	Núcleo Regional de Ofiologia da Universidade Federal do Ceará
IBAMA	Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis
UFC	Universidade Federal do Ceará
CHUFC	Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	HIPÓTESES E PREVISÕES	18
3	PRIMEIRO CAPÍTULO	20
3.1	Introduction	21
3.2	<i>Material and methods</i>	24
3.3	<i>Results</i>	27
3.4	Discussion	28
4	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXO A – VOUCHERS DOS ESPÉCIMES UTILIZADOS NO	
	ESTUDO	53

1 INTRODUÇÃO

As ações efetivas em conservação baseiam-se no conhecimento científico e no desenvolvimento de técnicas, que possibilitem a coexistência entre populações humanas e a biodiversidade. Para viabilizar tal coexistência, é indispensável dispor de um corpo de informações sobre as espécies existentes. Sem esses dados, os passos necessários para propor medidas de conservação tornam-se inviáveis (MASCHIO et al., 2023). A teoria de nicho está ligada a diversos fatores da vida dos organismos, incluindo a distribuição, abundância e as interações intra e interespecíficas, responsáveis por configurar ambas assim (CARVALHO, 2011). O conhecimento acerca do nicho das espécies começa a ser construído por meio de dados factuais, predominantemente provenientes dos estudos de história natural (MARTINS et al., 2021). Esses estudos não apenas inspiram a formulação de hipóteses e teorias, mas também constituem subsídios essenciais para abordar e compreender problemas relacionados à conservação biológica, ecologia, etologia e evolução das espécies (GREENE, 1988; GREENE, 2005; VITT, 2013). Essa área de estudo também está ligada à conservação, além de embasar a pesquisa a respeito da história do ciclo de vida (MARTINS et al., 2021). E ainda contribui na observação de padrões e processos atuais e/ou históricos, que culminaram na biodiversidade como a vemos hoje (MARTINS et al., 2021).

Especialmente a partir dos anos 1890, houve um considerável aumento nos estudos voltados para a obtenção de conhecimento sobre a história natural dos animais. No entanto, as mudanças evidentes ocorridas na ciência resultaram em uma tendência de abandonar ou menosprezar as observações naturalísticas. Isso ocorreu pelo foco dado aos trabalhos que empregam testes formais de hipóteses e teorias ou utilizam tecnologias atuais (e.g., sequenciamento de DNA, isótopos estáveis etc.) (MARTINS et al., 2021). Nesse sentido, outras abordagens são frequentemente menosprezadas, como as que incluem trabalhos descritivos realizados com recursos limitados, que dependem principalmente de observações diretas de organismos na natureza ou em acervos biológicos (MARTINS et al., 2021), mesmo com sua grande importância para a Ecologia e Conservação.

Diversos dados das espécies em vida livre, têm a possibilidade de serem extraídos através de coleções científicas. Essas instituições coletam, processam e armazenam espécimes ao longo de muitos anos. São patrimônio da humanidade e desempenham um papel crucial na aquisição de entendimento sobre a diversidade biológica do planeta. Influenciam diretamente o setor econômico, assim como a ecologia e conservação (PERSEQUILO et al., 2022). São fundamentais para impulsionar pesquisas que visam superar lacunas de conhecimentos mais

específicos, como por exemplo, as lacunas de Linnean (relacionadas a questões taxonômicas; PRADO et al., 2021). Também atuam suprindo o déficit Wallaceano (relacionado à distribuição geográfica; AGUIAR et al., 2020; BOGONI et al., 2022). Assim como o déficit Raunkiaerano (que abordam características vitais de história natural e ecomorfologia, conforme proposto por Crane et al., 2021). Além do âmbito acadêmico, as coleções zoológicas são essenciais para a educação pública, por meio de exposições e atividades de divulgação científica e educação ambiental. Ademais, possuem o potencial de apoiar pesquisas que ainda não foram realizadas devido a desafios tecnológicos (ZAHER, 2003) e outras dificuldades, como é o caso de estudos relacionados a serpentes (MARQUES, 2004).

Os répteis, por exemplo, é um grupo que exibe uma história evolutiva complexa e repleta de lacunas. Surgiram inicialmente no planeta, há mais de 250 milhões de anos no final da Era Paleozóica (REISZ et al., 2011). Como resultado das altas taxas de cladogênese ocorridas durante os períodos Triássico e Jurássico (VIDAL, HEDGES, 2009), hoje temos um grupo profundamente diversificado, com seus representantes sendo capazes de ocuparem uma infinidade de habitats (incluindo temperados, tropicais e desérticos, terrestres e aquáticos, de água doce e marinhos). São vitais a saúde e manutenção dos ecossistemas, participam das mais variadas relações ecológicas, funcionando como predadores, presas, pastadores, dispersores de sementes etc. Atuam como bioindicadores da qualidade ambiental (TAYLOR et al., 2020), e ainda às suas associações específicas com micro-habitats, fornecem um sistema de estudo ideal para desvendar os processos biológicos e as nuances evolutivas que desencadeiam à especiação (RAXWORTHY et al., 2008). Entretanto a sua diversidade ainda é subestimada, além de possuir diversas lacunas nos estudos relacionados a ecologia e distribuição de suas espécies, principalmente na megadiversa região Neotropical. Em geral, os répteis exibem uma distribuição menor quando comparamos com outros vertebrados, como aves e mamíferos (TODD; GIBBONS, 2010; MEIRI et al., 2018), tornando-os mais vulneráveis a ameaças. Esta combinação de faixa de distribuição muitas vezes pequena e requisitos de nicho muito específicos, torna esse grupo sensível as pressões antrópicas, sendo hoje, um grupo de preocupação mundial para a Conservação. Estudos regionais na Europa (COX; TEMPLE, 2009) e no sul da África (BATES et al., 2012), indicam que cerca de um quinto e um décimo das espécies de Répteis, respectivamente, estão ameaçadas de extinção. As causas são no geral perda de habitats, comércio insustentável, espécies invasoras, poluição, doenças e mudanças climáticas (COX E TEMPLE, 2009; GIBBONS et al., 2000; TODD et al., 2010). No Brasil, mais de 80 espécies são reconhecidas oficialmente como ameaçadas de extinção, com as principais causas sendo a redução e a degradação de habitats

(BRASIL, 2022). Nesta lista está contida, inclusive, cinco serpentes que não haviam sido formalmente descritas pela ciência até então.

Na região Neotropical, a fauna de serpentes (Serpentes) é reconhecida pela sua grande diversidade de espécies e suas complexas interações ecológicas (UETZ; HOSEK, 2024). Existem hoje 18 famílias de serpentes, das quais 10 ocorrem no Brasil (Leptotyphlopidae, Typhlopidae, Anomalepididae, Tropidophiidae, Aniliidae, Boidae, Colubridae, Dipsadidae, Elapidae e Viperidae) (GUEDES et al., 2023), compreendendo 75 gêneros, o que representa cerca de 10% do total de espécies de serpentes do globo. Dipsadidae é uma das famílias mais diversas e exibe uma ampla distribuição na região Neotropical, especialmente nas Américas e Sudoeste da Ásia e África (UETZ, 2023). No Brasil até o momento, foram definidas 17 tribos dentro dos dipsadídeos, incluindo Dipsadini, Imantodini, Diaphorolepidini, Nothopsini, Caaeteboiini, Echinantherini, Elapomorphini, Eutrachelophiini, Hydrodynastini, Hydropsini, Philodryadini, Pseudoboini, Psomophini, Tachymenini, Tropidodryadini, Xenodontini, Xenodontinae (GUEDES et al., 2023). Uma linhagem especializada em ingerir invertebrados, com ênfase em moluscos e anelídeos, ganha destaque dentro da irradiação dos Dipsadídeos. O grupo em questão é chamado de “Goo eaters”, sendo constituído pelos gêneros *Atractus*, *Geophis* e *Adelphicos* (de hábitos criptozóicos) e pelos gêneros *Ninia*, *Dipsas*, *Sibon* e *Tropidodipsas* (de hábitos terrestres ou arborícolas). Dentre estes, os gêneros *Dipsas*, *Sibon* e *Tropidodipsas* são englobados em um clado comumente citado como constituinte da tribo Dipsadini, com todos seus representantes consumindo lesmas e caracóis (GRÜNWARD et al., 2021). Os dipsadídeos têm como principais características a especialização na dieta e as alterações morfológicas relacionadas aos hábitos arborícolas (PETERS, 1960) que já foram bem relatados na literatura (LAPORTA-FERREIRA et al., 1988; SAZIMA, 1989; SALOMÃO et al., 1994; OLIVEIRA et al., 2008).

O gênero *Sibon* Fitzinger 1826, engloba 22 espécies de serpentes (UETZ; HOSEK, 2024). Apresentam cabeças bulbosas e crânios modificados e são especialistas no consumo de moluscos com e sem concha, outros invertebrados de corpo mole e desova de anfíbios anuros (LEWIS, 2013; RAY et al., 2011; MONTGOMERY et al., 2007; RYAN, 2004). *Sibon nebulatus* Linnaeus 1758, é uma das espécies menos estudadas do gênero, embora apresente a maior distribuição (UETZ; HOSEK, 2024). É conhecida popularmente como Dormideira ou cobra-caramujeira. Sua distribuição engloba a América Central e do Sul (UETZ; HOSEK, 2024). No Brasil ocorre no estado do Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba e Alagoas (FREITAS, 2018). Trata-se de uma espécie arbórea de tamanho pequeno a moderado, com comprimento-rostro-cloacal de aproximadamente 530 mm (FREITAS, 2018). Habita as

Florestas Atlânticas e Amazônicas. No Ceará ocorre em matas de galerias no litoral, e nas Florestas Tropicais Úmidas residuais de altitude (> 600 m; GUEDES et al., 2014), denominados “Brejos de altitude”. Especificamente no Maciço de Baturité, Planalto da Ibiapaba, Maranguape e Aratanha (ROBERTO; LOEBMANN, 2016). *Sibon nebulatus* é localmente abundante e generalista quanto ao uso do habitat (LOEBMANN; HADDAD, 2010). Possui dentição áglifa, glândulas de Duvernoy presentes (ESQUEDA et al., 2015). É ovípara (3-9 ovos; SAVAGE, 2002), de hábitos semi-arborícolas, atividade noturna, alimentando-se de moluscos e Gastrópodes (KOFRON, 1990). Uma espécie totalmente inofensiva, não difere botes, nem mordidas, mas quando ameaçada ou manuseada pode ficar em posição de “S”, enrolar o corpo, triangular a cabeça ou escondê-la (PERÉZ-SANTOS; MORENO, 1988) e ainda realizar descarga cloacal. Outro ponto interessante é que o Arteaga (2023) afirmou que *Sibon nebulatus* compreende um complexo de espécies crípticas, com até 5 espécies que precisam ser catalogadas e terem seus status de conservação analisados individualmente. Apesar de sabermos esses dados para essa espécie, existem lacunas no conhecimento acerca de sua ecologia trófica e parasitária, assim como ocorre com outras serpentes sem interesse médico. Não há, até o momento, estudos específicos relatando tamanho, quantidade e tipos de presas consumidas, nem se há uma certa especialização em um dado tipo de presa, assim como também não há estudos relatando sua ecologia parasitária.

Sendo assim conclui-se que é necessário que continuemos os estudos sobre a história natural desta serpente. Lourenço (2015) ressalta que dispor desses dados pode ajudar-nos na identificação dos ambientes específicos que ela é capaz de ocupar e nas condições ideais para sua sobrevivência, fornecendo apoio para estudos biogeográficos. Essas informações podem contribuir na observação de padrões na ecologia de répteis, além de embasar o direcionamento dos esforços de conservação (FLEISCHNER, 2024). Isso é importante principalmente quando se trata de populações endêmicas de ecossistemas relictuais isolados, altamente ameaçados (TABARELLI et al., 2005). Esse é o caso das populações de *Sibon nebulatus* no Ceará, que são restritas aos enclaves de floresta úmida altitudinal (denominadas de “Brejos de altitude”) e raramente ao litoral (BORGES et al., 2003; LOEBMANN, 2010). Essas áreas atualmente sofrem fortes pressões antrópicas, como a especulação imobiliária, monoculturas e mudanças climáticas (LIMA, 2009; PINHEIRO, 2017), e ainda com falta de manejo em áreas conservadas. Os Brejos de altitude são circundados pela ‘Diagonal seca’, que os circundam, isolando-os dos principais blocos florestados neotropicais. Tal fator aumenta os casos de microendemismos de vertebrados e invertebrados nessas ecorregiões, e inclui a resolução recente de complexos taxonômicos,

com espécies ameaçadas que até então eram desconhecidas para ciência (BORGES et al., 2003; BRASIL, 2022). A degradação, fragmentação e perda de habitats, juntamente com as mudanças climáticas globais, podem ter uma série de impactos na conservação da biodiversidade (GIBBONS et al., 2000). Esses fatores combinados têm sido uma das principais causas da diminuição da biodiversidade em todo o mundo, levando a um declínio nas populações de répteis em escala global. Desta forma, estratégias de conservação são urgentemente necessárias e muitas destas dependem da realização de estudos biológicos, ecológicos e morfológicos das espécies, uma vez que, na ausência de medidas de preservação e conservação, muitas espécies podem ser extintas antes mesmo de serem cientificamente descobertas (GIBBONS et al., 2000). É essencial conduzir estudos contínuos sobre répteis em praticamente todas as regiões do país (MARQUES et al., 2009). Ademais, estudos em regiões tropicais de nações em desenvolvimento são ainda limitados, principalmente em comparação com os estudos realizados em sistemas costeiros subtropicais (LARGIER, 2010). A interação entre fatores sociais e ecológicos nessas áreas 16 costeiras de clima seco não é amplamente compreendida, apesar do aumento na densidade populacional, da vulnerabilidade da região e da sua biodiversidade única (HUXMAN et al., 2004; POULTER et al., 2014; ADAME et al., 2020).

Portanto, o presente trabalho analisou a dieta e ecologia parasitária de *Sibon nebulatus* que ocorrem nos Brejos de altitude do Ceará, Nordeste, Brasil. Utilizamos principalmente espécimes depositados em coleções zoológicas. Objetivou-se especificamente registrar o número, volume e taxonomia das presas e a amplitude de nicho trófico. Além de registrar a helmintofauna, apresentando intensidade média de infecção, amplitude de infecção, prevalência dos parasitos e as relações parasito-hospedeiro.

2 HIPÓTESES E PREVISÕES

H1- Os répteis exibem, comumente, o padrão de conservarem características ecológicas entre populações de diferentes locais. **Previsão 1-** Espera-se encontrar aspectos ecológicos relacionados à biologia alimentar e parasitismo, semelhantes aos de outras espécies de serpentes da tribo Dipsadini, principalmente suas congêneres.



FIGURA 1: *Sibon nebulatus* do Ceará (Fonte: RWA).

3 PRIMEIRO CAPÍTULO

A ser submetido a revista *Herpetological Conservation and Biology* (**B1-Biodiversidade**).

Short title. — Autoecology of *Sibon nebulatus*

Feeding biology and endoparasites associated with *Sibon nebulatus* (Linnaeus 1758) (Dipsadidae; Dipsadini) from High-Altitude Rainforest Enclaves in Ceará, Northeast Brazil.

Átilas Rodrigues de Sousa^{2, *}; Matheus Calixto Saldanha; Sthefane D`ávila³ and Robson Waldemar Ávila^{1,2}.

¹ Núcleo Regional de Ofiologia, Departamento de Biologia, bloco 905. Av. Humberto Monte, Universidade Federal do Ceará, Pici, 60440-900, Fortaleza, Ceará, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, CEP 60440-900, Brasil.

³ Museu de Malacologia da Universidade Federal de Juiz de Fora

* Corresponding author. Email: athylasrodrigues28@gmail.com

Abstract. —The genus *Sibon* comprises 22 valid snake species found in Central America and northern South America. These snakes are specialized in consuming mollusks, both with and without shells, as well as other soft-bodied invertebrates and the eggs of anuran amphibians. Within this genus, *Sibon nebulatus* is the most widely distributed in the Neotropical region and remains one of the least studied, particularly regarding parasitic ecology. Therefore, this work intended to describe fundamental aspects of its ecology, specifically its feeding and parasitic biology. A total of 83 individuals were examined, including specimens from recent

collections and preserved in herpetological collection. We statistically analyzed its trophic niche width and host-parasite relationships. We initially predicted that this species would show ecological patterns very similar to those of other species in its tribe, reflecting not only the environment but also the phylogeny. In this study, *Sibon nebulatus* proved to be a specialist predator in the consumption of terrestrial gastropods, mainly without shells, presenting a low food niche amplitude. Gastropods of the Veronicellidae family are its main prey, as occurs in other species of the genus and tribe. We also added 3 unpublished records of parasites infecting this species: *Cruzia* sp., *Oswaldocruzia* sp. and *Mesocoelium monas*. In addition, we did not find correlations between the host's body measurements and parasite abundance. There is also no correlation between parasite abundance and host sex. We hope that these results can add more knowledge about the ecology of Neotropical species, complementing concrete and public databases that provide support for various areas of knowledge, including, mainly, species conservation.

Key-Words. —Diet, Helminths, Natural history, Snakes.

INTRODUCTION

The study of the evolution of the Neotropical biota is grounded in natural history and has been developed through multidisciplinary methods, including population genetics, computational biology, and paleoclimatology (Ribas et al., 2012). In recent years, the accumulation of information about the natural history of species, coupled with the advancement of comparative methods and the availability of robust phylogenies, has enhanced Herpetology (Martins et al., 2021), and has allowed the investigation of complex evolutionary scenarios in various other areas and with various other groups (e.g., Zamudio et

al., 2016; Delia et al., 2020). Knowledge about the niche of species begins to be constructed through factual data, predominantly from natural history studies (Martins et al., 2021). These studies not only inspire the formulation of hypotheses and theories, but also constitute essential subsidies to address and understand problems related to biological conservation, ecology, ethology, and species evolution (Vitt 2013). In addition to supporting research on the history of the life cycle, this area of study is directly linked to effective actions in conservation (Maschio et al., 2023). It also contributes to the observation of current and/or historical patterns and processes, which culminated in biodiversity as we see it today (Martins et al., 2021).

However, with the current changes that have occurred in science, there is a trend to abandon and devalue naturalistic studies (Martins et al., 2021). This fact is mainly attributed to the emphasis given to research that employs formal hypothesis tests, or even those that make use of cutting-edge technologies, such as DNA sequencing and stable isotope analysis (Martins et al., 2021). In this sense, even with its great importance for Ecology and Conservation, other approaches are often underestimated. A good example is those that include descriptive works carried out with limited resources, which depend mainly on direct observations of organisms in nature or even in biological collections (Martins et al., 2021).

The ecological niche of an animal presents three main dimensions, which are spatial, temporal, and dietary (Pianka 1982). As expected, diet is one of the primary dimensions of the animal's niche, influencing its feeding behavior, activity period, and habitat utilization (Vitt 2013). The study of an organism's diet provides concrete data about the energy source it uses to complete its life cycle, as well as its natural history and ecological roles within its habitat (Vitt 2013). Therefore, studying the feeding ecology of a species is one way to understand the processes that operate in the ecosystem it inhabits (Carreira 2002). Parasitism is other an important ecological aspect (Silva and Müller 2012) and is closely

linked to the individuals' diet (Luque and Poulin 2010). The investigation of parasitism is of utmost importance for understanding ecological aspects, parasite/host relationships, and it also allows for robust inferences about local biodiversity (Campião et al., 2015; Quirino et al., 2018). Furthermore, it directly influences population dynamics and community structure (Campião et al., 2015).

Among reptiles, snakes exhibit the most significant morphological adaptations for specialized mollusk consumption (malacophagy), with approximately 200 species of snakes that consume terrestrial and aquatic gastropods (Ferreira and Salomão 2004). Several species in the Colubridae and Dipsadidae families are highly specialized, with certain types of mollusks being the most prevalent items in their diets (Ferreira and Salomão 2004). The genus *Sibon* (Fitzinger, 1826), comprises 22 snake species distributed in northern South America and Central America (Uetz and Hošek 2024). They are specialists in consuming mollusks with and without shells, other soft-bodied invertebrates, and the eggs of anuran amphibians (Lewis 2013; Ray et al. 2011; Montgomery et al. 2007; Ryan 2004).

Sibon nebulatus is the most widely distributed within the genus (Uetz and Hošek 2024). It occurs from southern Mexico to the North and Northeast of Brazil, including Ecuador and Trinidad and Tobago (Uetz and Hošek 2024). In Ceará, *Sibon nebulatus* is found in high-altitude humid forest enclaves and rarely along the coastal zone (Borges et al. 2003; Loebmann and Haddad 2010). Similarly, to other non-venomous snake species, little is known about the biological and ecological aspects of *Sibon nebulatus*, with no work focused on its feeding and parasitic biology to date. Various natural history studies have the potential to be conducted using animals from zoological collections. These biological collections are fundamental for driving research aimed at overcoming gaps in more specific knowledge, such as Linnean gaps (related to taxonomic issues; Prado et al. 2021). They also act to fill the Wallacean deficit (related to geographical distribution; Aguiar et al. 2020; Bogoni et al. 2022),

as well as the Raunkiaeran deficit (which addresses vital characteristics of natural history and ecomorphology), as proposed by Crane et al. (2021). Furthermore, they have the potential to support research that has not yet been carried out due to technological challenges (Zaher 2003) and other difficulties, such as in the case of studies related to snakes (Marques 2004).

Therefore, the aim of this study was to analyze the diet (number of preys, trophic niche breadth, and Relative Importance Index of feeding items) and parasitological aspects (prevalence, abundance, mean infection intensity, and relationships of these values with SVL) of *Sibon nebulatus* in “Brejos de altitude” of Ceará, Northeastern Brazil. We expect that this species will exhibit a narrow trophic niche, specializing in the consumption of gastropods, primarily those without shells, and a helminth fauna composed mainly of digenetic trematodes.

MATERIALS AND METHODS

Study site. —Specimens of *Sibon nebulatus* were collected from 10 sampling points within 4 “Brejos de altitude” (relictual reliefs with altitudes of at least 600 m, covered by remnants of Atlantic and Amazon rainforests (de Medeiros 2020), in the state of Ceará, Northeast, Brazil. The first “Brejo de altitude” is the Planalto da Ibiapaba, with collections in the following municipalities: Ubajara, Ibiapina, and São Benedito (Figure 1). The rainfall in this region has the highest annual average in the state (e.g., São Benedito with 2,062.8 mm, Ibiapina with 1,744.6 mm, and Ubajara with 1,441 mm), and the temperature has the lowest annual average, ranging from 22–26°C (Funceme 2014).

In the second Brejo de altitude, the Maciço de Baturité, collections were made in the municipalities of Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Aratuba, and Pacoti (Figure 1). Different climates occur at various altitudes within the Maciço Residual de Baturité. At the highest points, the annual average temperature is 22.6°C, and the climate is classified as hot and sub-humid tropical with rainfall of 1,089.7 mm (Funceme 2007).

The third Brejo de altitude is the Serra de Maranguape (Figure 1), a pre-littoral residual massif with a maximum altitude of 920 meters, located in the Metropolitan Region of Fortaleza, between the municipalities of Maranguape, Maracanaú, and Caucaia, 30 km from the coast of Ceará (Arruda 2001). It has an annual precipitation exceeding 1,300 mm and an average temperature between 23°–26°C (Ceará 2002). Its vegetation is characterized by Tropical Rain Subcaducifolia Forest (dry forests) and Tropical Pluvio-Nebular Subperennial Forest (wet forests) (Fernandes 1998).

The last Brejo de altitude was the residual massif known as Serra da Aratanha, located between the municipalities of Pacatuba and Maracanaú (Figure 1). It is a forest enclave with humid topoclimates, inserted into the semi-arid morphoclimatic domain of the caatingas (ICMBio 2012). The average temperature is around 26°C, with a Hot Humid Tropical climate and a rainy season from January to May (ICMBio 2012).

Specimen Collection. —The majority of individuals used in this study (n=80) were housed in the Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará (CHUFC) and from recent collections (n=3), as detailed below: 2 specimens were collected at the beginning of the rainy season in March 2022, and the other individual was collected in May 2023, at the end of the rainy season. After collection, the animals were euthanized using lidocaine, fixed in 10% formaldehyde, stored in 70% alcohol, and subsequently deposited in CHUFC. Specimen collection was conducted under the SISBio/IBAMA License No. 29613-6. Handling, transportation, and euthanasia procedures were assessed and approved by CEUA-UFC under permit No. 6314010321.

Laboratory protocols. —Each individual was sexed through examination of the gonads, taking into consideration reproductively active males based on convoluted epididymides. For females, the presence of follicles or vitellogenic embryos was used. Sexual

maturity size was determined by the presence of follicles or embryos for the smallest female, and for the smallest male, the presence of convoluted epididymides.

A ventral incision was done to remove the digestive tract of each specimen for content analysis using a stereoscopic microscope. All items found in the stomach were identified to the lowest possible taxonomic level. All items were measured in length and width using a digital caliper ($\pm 0.01\text{mm}$), and the volume was calculated using the formula for an ellipsoid (Vitt 1991):

$$V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{W}{2}\right)^2$$

Where V = Volume, L = Length, and W = Width.

To determine the relative contribution of each prey category, the index of relative importance was calculated for each species in the diet using the following formula: $IIR = F\% + N\% + V\% / 3$. Here, F%, N%, and V% represent the percentages of frequency, number, and volume, respectively (Powell et al. 1990). To measure the numerical and volumetric niche breadth, we used the inverse of Simpson's diversity index (1949), where i is the prey category, p is the numerical or volumetric proportion of the prey category i , and n is the total number of prey categories. The results range from 1 (using only one category) to n (using various categories in smaller proportions) (SIMPSON, 1949).

$$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^n p_i^2}$$

The gastrointestinal tract and accessory organs (liver, pancreas, and spleen), as well as the lungs, were analyzed. After the removal of the organs, the celomic cavity was also investigated. The helminths found were carefully collected, cleaned, and then transferred to

70% alcohol solution for subsequent analyses. They were then subjected to treatment specific to their taxonomic group to visualize internal structures of taxonomic importance. For species identification, nematodes were cleared in phenol. Trematodes and cestodes were stained with carmine and cleared with eugenol. Helminth specimens were deposited in the Parasitological Collection of the Federal University of Ceará (CP-UFC). Subsequently, they were studied through the preparation of temporary slides for identification, aided by identification keys. For the parasites found, the mean abundance, prevalence, and mean infection intensity were calculated (Bush et al. 1997). We also investigated whether there was a correlation between the abundance of endoparasites and the body size (snout-vent length - SVL) of the hosts, as well as explored sexual differences, using Pearson's coefficient. To test sexual differences in parasite abundance concerning gender, we conducted a t-test in the Rstudio program. For this analysis, we consider only mature individuals.

RESULTS

In total, 83 individuals of *Sibon nebulatus* were analyzed, 44 males (32 adults and 12 juveniles), and 38 females (29 adults and 9 juveniles). Of the 83 stomachs analyzed, 16 contained preys (19.3%). *Sibon nebulatus* was a specialist in our study, feeding solely on mollusks. Most identifiable food items exhibited the following characteristics: the absence of a palial cavity, the presence of the mantle organized into notum, hyponotum, and perinotum, a diochic reproductive system, and a male apparatus with the presence of a typical penial gland (Veronicellidae). Additionally, opercula were found in 4 stomachs, which were then identified as Gastropoda. The indices of relative importance were 127.8 for Veronicellidae and 31.3 for Gastropoda. The most frequently occurring item was Veronicellidae, found in 9.9% of the analyzed stomachs (Table 1). As expected, *Sibon nebulatus* exhibited a narrow dietary niche = 1.35, being a specialist of slugs from the Veronicellidae family. Out of the 83 examined

snakes, 50 were infected with at least one species of parasite, resulting in a total prevalence of 60.4%. A total of 412 helminths were recovered. The helminth fauna of the *S. nebulatus* consisted of 3 taxa: *Cruzia* sp., *Oswaldocruzia* sp. and *Mesocoelium monas* Rudolphi, 1819. The most prevalent taxon was *Cruzia* sp. (P = 31.5%) and the most abundant (AM= 7) (Table 1). The correlation between SVL (snout-vent length) and the average abundance of parasites result in -0.1307951 (Figure 5). Welch's T-test comparing the mean abundance of parasites between sexes (F and M) resulted in a T-value of -0.874 and a p-value of 0.3939 (Figure 6).

DISCUSSION

There are few reports mentioning the diets of *Sibon* species, and most studies point to slugs or snails as prey (Savage 2002; Solórzano 2004). Kofron (1987) recorded slug remains in the digestive tract of *Sibon anthracops* (Cope, 1868). Solórzano (2002, 2004) mentioned that a juvenile *Sibon argus* (Cope, 1875) consumed unidentified eggs of centronelids, slugs, and snails, and a captive *Sibon longifrenis* (Stejneger, 1909) was reported to feed on an oligochaete. *Sibon argus* feeds on *Espadarana prosoblepon* (Boettger, 1892) (Ryan and Lips 2004) and *Sachatamia ilex* (Savage, 1967) (Ray et al. 2012). *Sibon longifrenis* consumes eggs of *Cochranella albomaculata* (Taylor, 1949) (Montgomery et al. 2007). In the same work, Ryan and Lips (2004) indicated that *Sibon nebulatus* (Linnaeus 1758) may feed on eggs of *Agalychnis callidryas* (Cope, 1862). Furthermore, Ray et al. (2011) recorded that *Sibon argus* also feeds on eggs of the same species.

In the present study, only 19.3% (16) of the stomachs analyzed contained identifiable food items. It's challenging to find food items in snake stomachs, primarily because many are held in laboratories or containment boxes for hours or weeks before being euthanized and fixed after capture. This time interval might be sufficient for freshly ingested prey found in the snakes' stomachs to go through the complete digestion process.

Additionally, mollusks have bodies rich in water, which shortens the digestion time, especially when referring to mollusks without shells (Pilate 2017). These factors could explain the low frequency of prey found in this study. Here, *Sibon nebulatus* showed biology analogous to its congeners (Ryan 2004; Montgomery et al. 2007; Ray et al. 2011; Lewis 2013), and to other snakes in the Dipsadini tribe (e.g., *Dipsas newwiedi* and *Dipsas mikanii*, Pilate 2017). Its diet specializes in gastropods (with and without shells), ingests relatively small prey, and consumes more than one prey item per foraging period (Pilate 2017). This phenomenon can be explained by the geography of speciation, which suggests some niche similarity among clades that diverged recently (Losos and Glor 2003; Fitzpatrick and Turelli 2006). This is due to the tendency of lineages to maintain ecological traits over time (Holt and Gaines 1992), as defined by the concept of Phylogenetic Niche Conservatism (PNC, Peterson et al. 1999). It is also known that reptiles generally exhibit the pattern of conserving ecological traits among populations from different locations (Mesquita and Colli 2003).

Sibon nebulatus has proven to be a specialist in consuming mollusks from the Veronicellidae family. This family includes 23 genera with over 100 species of exclusively terrestrial, herbivorous pulmonate gastropods, characterized by their nocturnal and synanthropic habits, lack of shells, and distinctive external morphology, as well as their wide distribution (Pilate 2017). The Veronicellidae are of great importance to human interests, including agriculture, medicine, and veterinary medicine. Some species within this family are considered significant agricultural pests due to their attacks on a wide range of crops, particularly legumes, brassicas, and solanaceous plants (Ramos-de-Souza et al. 2021). In Brazil, slugs have been identified as pests in bean plantations in the states of Minas Gerais, Sergipe, Bahia, and São Paulo (Ramos-de-Souza et al. 2021). Mollusks have the capability to act as vectors in the dissemination of parasitic worms that affect domestic animals, livestock, and wildlife, playing a role in the proliferation of zoonoses due to their dispersal ability

(Ramos-de-Souza et al. 2021). The importance of reptile predation in maintaining snail populations has been largely overlooked until now, both in natural ecosystems and altered environments. Furthermore, the idea of using reptiles as a form of natural control to manage snail populations that damage agriculture has been underestimated, although it can be extremely beneficial to humans (Pilate 2017). Considering that Dipsadine snakes have the capacity to consume many mollusks when kept in captivity (Ferreira and Salomão 2004), they might be effective biological control agents for snail populations. This potential can be harnessed to control agricultural pests in agroforestry plantations, for example, contributing to coexistence between this species and humans living in the Brejos de altitude, where the socioecological factors are unknown.

This study presents the first record of parasitism in *Sibon nebulatus*, where we report this snake as a paratenic host for *Cruzia* sp. (Nematoda) and a definitive host for *Oswaldocruzia* sp. (Nematoda) and *Mesocoelium monas* (Trematoda). The genus *Cruzia* (Travassos, 1917), are parasites inhabiting the intestines of lizards (Lacerda et al. 2023) and snakes (Ubelaker and Younus 1965). Encysted larvae of *Cruzia* sp. have been recorded in terrestrial mollusks in Brazil (Lacerda et al. 2023; Ramos-de-Souza et al. 2021). Therefore, one possible route of infection by *Cruzia* sp. for *Sibon nebulatus* could be through ingestion, as gastropods constitute the primary food items consumed by snakes of this genus (Lewis 2013; Ray et al. 2012; Montgomery et al. 2007; Ryan 2004). Parasites of the species *Cruzia tentaculata* and *Cruzia tropidodipsi* have been previously reported infecting mollusks and another dipsadine (*Dipsas mikanii* and *Tropidodipsas fasciata*) by Souza et al. (2021) and Ubelaker and Younus (1965). *Mesocoelium monas* (Digenea) has a complex life cycle which may involve two intermediate hosts, the first being a mollusk and the second an arthropod or mollusk, with the definitive host usually being a vertebrate (Cribb et al. 2003). The presence of the parasite may be linked to the ingestion of metacercariae in intermediate hosts (Cribb et

al. 2003). As *Sibon nebulatus* consumes mollusks (Rojas et al. 2021), it is likely this way the infection occurs. Parasites of the genus *Mesocoelium* have been reported in dipsadines *Dipsas mikanii*, *Dipsas ventrimaculata*, *Dipsas turgida*, and *Dipsas* sp. (Lunaschi and Drago 2010; Poumarau 1968). Nematodes of the genus *Oswaldocruzia* Travassos, 1917, are parasites with a monoxenous life cycle, and they are mainly reported inhabiting the small intestines of amphibians and reptiles (Kirillova 2020). They are more commonly reported in anurans, but they also parasitize salamanders, lizards, and rarely, snakes (Kirillova 2020, Lacerda et al. 2023). The genus comprises about 90 species (Svitin 2017), and these nematodes are distributed worldwide (Kirillova 2020).

The results of this study coincide with other findings in the literature, with the composition of the helminth fauna of *Sibon nebulatus* being like that of other malacophagous snakes. It presented little diversity of helminth species, with a greater predominance of the already known *Mesocoelium monas*. The diversity of species in reptile communities is influenced by the interaction between evolutionary history and host ecology and is related to the diversity of intermediate and definitive hosts (Zuben 1997). Worm communities in reptiles are often highly variable, with low diversity among species, and they are generally dominated by a single species (Aho 1990). The richness in these communities depends on opportunities for transmission and infection and is subject to environmental changes, as well as other aspects of community structure (Kennedy 1993).

The host body size is commonly cited as a determining factor in predicting species diversity and abundance, exerting influence on parasitic communities (Campião et al. 2015). However, our results (-0.1307951) did not find a correlation between host size and parasite abundance. The analysis of the difference in average parasite abundance between sexes (female and male), conducted using Welch's t-test, (T-value of -0.874; p-value 0.3939) did not reach the conventional threshold for statistical significance of 0.05. Therefore, based

on this analysis, there is no statistically significant difference in the average parasite abundance between males and females. However, we suggest that future investigations continue to explore potential variations in parasite abundance and diversity between sexes and among host body measurements.

We have added information about the main prey of *Sibon nebulatus*, as well as new records of three parasite taxa. Most of the individuals used in this study were obtained from the scientific collection of the Núcleo Regional de Ofiologia of Universidade Federal do Ceará. They have been carefully preserved over many years. Today, Brazil hosts one of the most diverse herpetofauna in the world. Despite this, most of its species have not yet been sampled for general biology and distribution. This is where the many roles of zoological collections come into play. These collections support science and education, and their roles range from maintaining specimens, their constant taxonomic updates, their didactic applications, the cross-over of samples, the proposition and description of new species to the collection, extraction, and dissemination of the natural history of organisms, among many others. Despite their extensive importance, these collections are underfunded today, they suffer from pressure to modernize and organize their collection (including, labels and tomb books, loan and donation protocols, georeferencing of samples, DNA maintenance, collections etc.) and their teams are always overloaded. With this work, we seek to reinforce the role and importance of zoological collections. In addition, we seek to increase public databases, to contribute to overcoming gaps in knowledge about the ecology of Neotropical snakes. Having this data is essential so that we can formulate expectations and improve predictions about evolution in the Anthropocene, where we have witnessed, among many other factors, selective pressures, dispersion rates, and species interactions changing rapidly. We also hope to highlight the importance of knowledge about the natural history of species in the face of Conservation actions. Finally, we hope to stimulate and contribute to subsequent

studies.

Acknowledgments. —The present work was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES) – Financing Code 001. A.R. Sousa and thanks the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the financial support (codes 88887.678064/2022-00) R.W. Avila, thanks the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for granting research grants (RW. Avila, PQ No. 303622/2015-6; and 305988/2018-2; 307722/2021-0) and Fundação Cearense de Apoio Científico e Tecnológico FUNCAP for partial financial support (FC3-00198-00006.01.00/22). We appreciate Elvis F. F. de Carvalho and Cristiana Ferreira-Silva for her assistance in confirming the taxonomy of the parasites.

LITERATURE CITED

- Aguiar, L. M. S. *et al.* 2020. Where are the bats? An environmental complementarity analysis in a megadiverse country. *Diver. and Dist.* 26:1510–1522.
- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. In: Esch, G. W.; Busch, A. O. and Aho, J. M. (Eds) *Parasite Communities: Patterns and Processes*, p.157-195, New York, Chapman and Hall.
- Anderson, R. C. 2000. *Nematoides parasitas de vertebrados: seu desenvolvimento e transmissão*. 2ªed. Wallingford: *CABI Publishing*, 270 p. <http://dx.doi.org/10.1079/9780851994215.0000>.
- Arruda, L. V. 2001. Serra de Maranguape – CE, Ecodinâmica da paisagem e implicações socioambientais. Fortaleza. 2001. 162 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Arteaga, A. and Batista, A. 2023. A consolidated phylogeny of snail-eating snakes (Serpentes, Dipsadini), with the description of five new species from Colombia, Ecuador, and Panama. *ZooKeys*. 1143. 1-49. 10.3897/zookeys.1143.93601.
- Bogoni, J. A., Peres, C. A. and Ferraz, K. M. P. M. B. 2022. Medium-to large-bodied mammal surveys across the Neotropics are heavily biased against the most faunally intact assemblages. *Mammal Rev.*, 52(2), pp 221–235.
- Borges-Nojosa, D. M. and Caramaschi, U. 2003. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos

- brejos nordestinos. In: *Ecologia e Conservação da Caatinga*, p. 489-540. Leal, I., Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Eds., Recife. UFPE.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, and A. W. 1997. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al., Revisited. *J. Parasitol.* 83:575.
- Campião, K. M., De Aquino A. C., Morais, D. H., Da Silva, R. J. and Tavares, L. E. R. 2015. How many parasites species a frog might have? Determinants of parasite diversity in South American Anurans. *PLoS One*, vol. 10, no. 10, pp. e0140577. PMID:26473593. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0140577>.
- Carreira, V. S. 2002. Alimentación de los ofidios de Uruguay. *Asociación Herpetológica Española. Monografías de Herpetología*, 6. Barcelona.
- Ceará. 2002. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Zoneamento ambiental e plano de manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Maranguape (CE). Fortaleza, CE.
- Crane, M., Silva, I., Grainger, M. J. and Gale, G. A. 2021. Limitations and gaps in global bat wing morphology trait data. *Mammal Rev.* 52(2):165–176.
- Cribb, T. H., Bray, R. A., Olson, P. D., Timothy, D., and Littlewood, J. 2003. Life cycle evolution in the Digenea: a new perspective from phylogeny. *Advances in Parasitology* 54, 197-254.
- Delia, J., Bravo-Valencia, L., and Warkentin, K. 2020. The evolution of extended parental care in glassfrogs: Do egg-clutch phenotypes mediate coevolution between the sexes?. *Ecological Monographs.* 90. 10.1002/ecm.1411.
- de Medeiros, J. F. e Cestaro, L. A. 2020. AS DIFERENTES ABORDAGENS UTILIZADAS

PARA DEFINIR BREJOS DE ALTITUDE, ÁREAS DE EXCEÇÃO DO NORDESTE BRASILEIRO. *Sociedade e Território*, 31(2), p. 97–119. doi: 10.21680/2177-8396.2019v31n2ID16096.

Fernandes, A. 1998. *Fitogeografia brasileira*. Fortaleza: Multigraf.

Ferreira, I. L. L. and Salomão, M. G. 2004. Reptilian predators of terrestrial gastropods. In: BARKER, G. M. (ed.). *Natural enemies of terrestrial molluscs*. Wallingford: CABI Publishing. 427-481.

Fitzpatrick M. B. and Michael T. 2006. The geography of mammalian speciation: mixed signals from phylogenies and range maps, *Evolution*, Volume 60, Issue 3, 1 March, Pages 601–615, <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2006.tb01140.x>

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos Ceará-Brasil. 2014. Gráficos de chuvas dos postos pluviométricos. Available in: www.funceme.br/areas/monitoramento/grafico-de-chuvas-dos-postos-pluviometricos, Funceme, acesso em: 26/09/2023.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos Ceará. 2007. Mapeamento da cobertura vegetal e do uso-ocupação do solo da APA da Serra de Baturité - Ceará. Fortaleza CE: Semace: Funceme.

Holt, R. D., Gaines, M. S. 1992. Analysis of adaptation in heterogeneous landscapes: Implications for the evolution of fundamental niches. *Evol Ecol* 6, 433–447. <https://doi.org/10.1007/BF02270702>

ICMBIO. 2014. Plano de Manejo: Parque Nacional de Ubajara. Available in: <http://www.icmbio.gov.br/parnaubajara/planos-de-manejo>. Acesso em: 26/09/2022.

- Kennedy, C. R. 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in a small stream: long-term changes in richness and structure. *Parasitology* 107: 71- 78.
- Kirillova, N., Kirillov, A., Shchenkov, S. and Chikhlyayev, I. 2020. *Oswaldocruzia filiformis* sensu lato (Nematoda: Molineidae) from amphibians and reptiles in European Russia: morphological and molecular data. *Nature Conservation Research*. 5. 10.24189/ncr.2020.041.
- Kofron, C. P. 1987. Systematics of Neotropical gastropodeating snakes: the fasciata group of the genus *Sibon*. *Journal of Herpetology* 21:210–225.
- Lacerda, G., Santana, J., de Araujo-Filho, J. and Ribeiro, S. 2023. Checklist of parasites associated with ‘reptiles’ in Northeast Brazil. *Journal of Helminthology*, 97, E3. doi:10.1017/S0022149X22000785.
- Lewis, T. R., Griffin, R. K., Grant, P. B. C., Figueroa, A., Ray, J. M., Graham, K. E. and David, G. 2013. Morphology and ecology of *Sibon* snakes (Squamata: Dipsadidae) from two forests in Central America. *Phyllomedusa* 12(1):47–55.
- Loebmann, D., Haddad, C.F.B. 2010. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. *Biota Neotropica* 10(3): 227- 256.
- Losos, J. and Glor, R. 2003. Comparative methods and the geography of speciation. *Trends in Ecology & Evolution*. 18. 220-227. 10.1016/S0169-5347(03)00037-5.
- Lunaschi, L. I. and Drago, F. B. 2010. Platyhelminthes, Trematoda, Digenea, Carus, 1863: distribution extension in Argentina and new Anura and Ophidia hosts. *Check List* 6 (3): 447-450.
- Luque J. L. and Poulin, R. 2008. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical

- fishes. *Journal of Fish Biology*, 72, 189–204. DOI:10.1111/j.1095-8649.2007.01695.x
- Marques, O. A. V.; Sazima, I. 2004. História natural dos répteis da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O. A. V. and DULEBA, W. (eds.). Estação Ecológica JuréiaItatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos. pp. 257–277.
- Martins, M., Alencar, L. R. V., Prado, C. P. A., Rossa-Feres, D. 2021. A importância da história natural para a herpetologia. *Herpetologia brasileira contemporânea*, v 14. pp. 185.
- Maschio, G. F., Costa, S., Marques, O. A. V. 2023. Estudos de história natural de serpentes no Brasil: da ascensão à extinção. *Herpetologia Brasileira*, 12(2).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10204975>.
- Mesquita, D. O. and Colli, G. R. 2003. Geographical variation in the ecology of populations of some Brazilian species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae). *Copeia*, 2, 285-298.
- Montgomery, C. E., J. M. Ray, A. H. Savitzky, E. J. G. Rodriguez, H. L. Ross, and K. R. Lips. 2007. *Sibon longifrenis* (Drab Snail-eater). Diet. *Herpetological Review* 38:343.
- Oliveira, J. L., and Santos, S. B. 2019. Distribution of cysts of *Strongyluris* sp. (Nematoda) in the pallial system of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 from Vila Dois Rios and Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Biology*, 79(1), 38–44. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.173449>
- Peterson, A.T., Soberón, J. J., Sánchez-Cordero, V. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285:1265-1267.
- Pilate. V. J. 2017. Ecologia de helmintos, dieta e ecomorfologia das serpentes *Sibynomorphus neuwiedi* (Ihering, 1911) e *Sibynomorphus mikanii* (Schlegel, 1837) (Squamata, Dipsadidae) de Minas Gerais, Brasil. <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5642>

- Poumarau, E. M. C. 1968. Trematodes de ofidios de la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Parasitología* 1 (1): 1-129.
- Prado, J.R., *et al.* 2021. A new species of South American marsh rat (*Holochilus*, Cricetidae) from northeastern Brazil. *J. Mammal.* 102(6):1564–1582.
- Quirino, T., Ferreira, A., Da Silva, M., Da Silva, R., Honorio-Morais, D. and Ávila, R. 2018. New records of Helminths in Reptiles from five states of Brazil. *Brazilian Journal of Biology.* 78. 10.1590/1519-6984.175745.
- Ray, J., Montgomery, C., Mahon, H., Savitzky, A. and Lips, K. 2012. Goo-Eaters: Diets of the Neotropical Snakes *Dipsas* and *Sibon* in Central Panama. *Copeia.* 2012. 197-202. 10.2307/23273211.
- Ribas et al. 2012. A palaeobiogeographic model for biotic diversification within Amazonia over the past three million years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.* 2012;279(1729):681–689. doi: 10.1098/rspb.2011.1120.
- Rojas, J., González, J., Cepeda-Duque, J., Marín-Martínez, M., Díaz-Ayala, R. and Guedes, T. 2021. On delicate night hunters: observations of the feeding behaviour of *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758) and *Sibon nebulatus* (Linnaeus, 1758) through staged and natural encounters (Serpentes: Dipsadidae: Dipsadinae). *Herpetology Notes.* 14. 717-723.
- Ryan, M. J. and Lips, K. R. 2004. *Sibon argus* (NCN) diet. *Herpetological Review* 35:278.
- Savage, J. M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas.* University of Chicago Press, Chicago.

- Silva, D. and Müller, G. 2012. Parasites of the respiratory tract of *Sus scrofa scrofa* (wild boar) from commercial breeder in southern Brazil and its relationship with *Ascaris suum*. *Parasitology Research*, 112(3), 1353-1356.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163. 688 p.
- Solo´ rzano, A. 2002. Una nueva especie de serpiente del ge´nero Sibon (Serpentes: Colubridae) de la vertiente del Caribe de Costa Rica. *Revista de Biolog´a Tropical* 49:1111–1120.
- Solo´ rzano, A. 2004. Serpientes de Costa Rica: Distribucio´n, Taxonom´a, e Historia Natural/Snakes of Costa Rica: Distribution, Taxonomy, and Natural.
- Souza, R. J. 2021. First report of the nematode *Cruzia tentaculata* using molluscs as natural intermediate hosts. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, p. 1-26.
- Svitin, R. 2015. New data on the morphology and distribution of *Oswaldocruzia skrjabini* (Nematoda, Molineidae). *Vestnik Zoologii* 49(5): 447–452.
- Ubelaker, J. E and Younus M. 1965. A new nematode, *Cruzia tropidodipsi*, parasitic in the snake *Tropidodipsas fasciata*. *Trans Kans Acad Sci*; 68(1): 194-197.
<http://dx.doi.org/10.2307/3626364>
- Uetz, P. and Hosek, J (EDS.). 2023. The reptile database, <http://www.reptile-database.org>, accessed June 1.
- Vitt, L. J. 2013. Walking the natural-history trail. *Herpetologica*, n. 69, v. 2, p. 105-117.
- Zamudio, K. R., Bell, R. C., and Mason, N. A. 2016. Phenotypes in phylogeography: Species' traits, environmental variation, and vertebrate diversification. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences of the United States of America, 113, 8041–8048.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1602237113>.

Zaher, H. and Young, P. S. 2003. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios.

Ciência e Cultura 55: pp. 24–26.

Zuben, C. J. V. 1997. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica

populacional na interação hospedeiro-parasita. Revista de Saúde Pública 31 (5): 523-530

LIST OF FIGURES AND TABLES

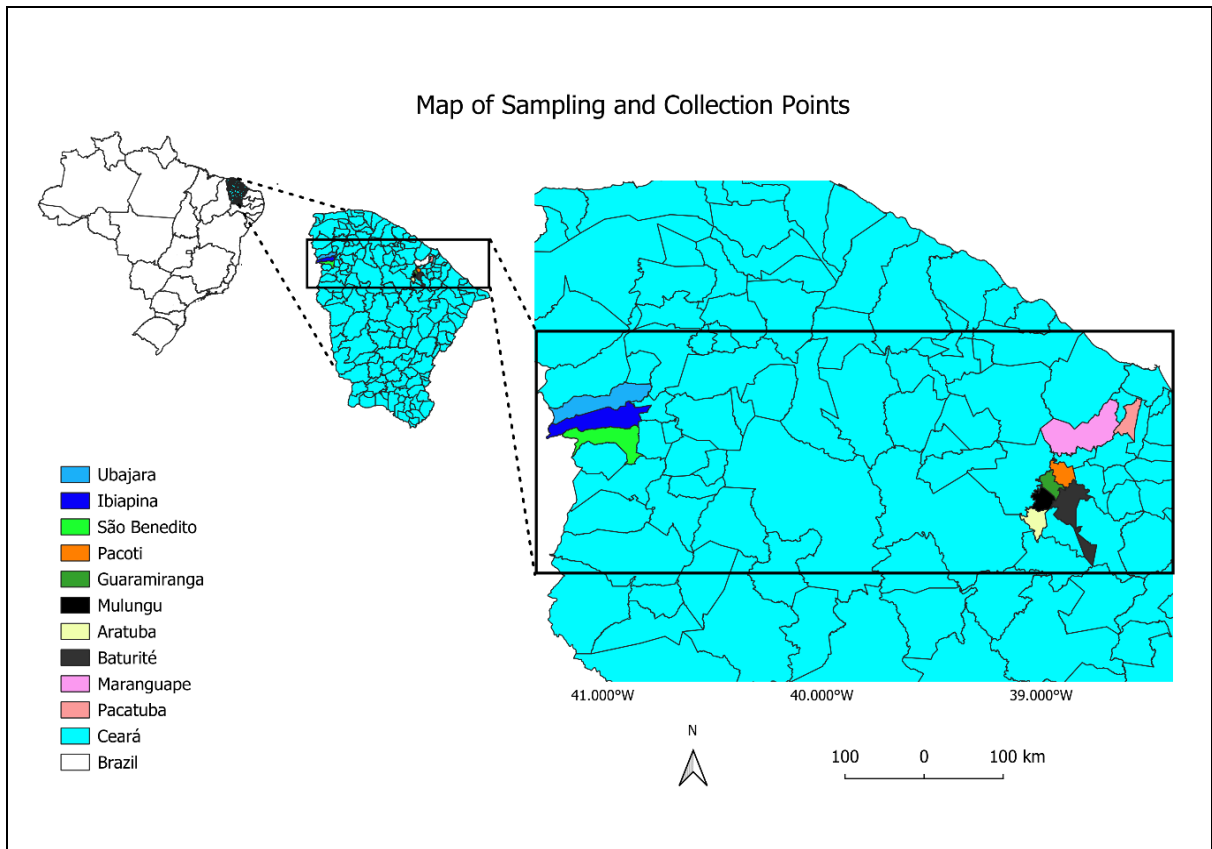


Figure 1: Schematic Map of the sampling points in the state of Ceará, Northeast, Brazil.

Food items	N	F (%)	V (%)	RII
Veronicellidae	22	84.6	63.8	127.8
Gastropoda	4	15.3	36.1	31.3
Total	26	-	-	-
Niche breadth	1.35	-	1.60	-

Table 1: Number (N), frequency (F), volume (V), and relative importance index (RII) of prey items found in the stomach of *Sibon nebulatus*.

Endoparasites	DS	IR	NH	P	MA ± SE	MII ± SE	SI
Nematode							
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	A	2–2	4	1.6	0.09 ± -	-	STO, SGI
<i>Cruzia</i> sp.	L	1–77	301	31.5	7.0 ± 1.8	8.3 ± 6.3	STO, LGI
Trematode							
<i>Mesocoelium</i> <i>monas</i>	A	1–70	107	8.3	2.48 ± 1.6	10.7 ± 6.7	STO, SGI, LGI

Table 2: Helminths associated with *Sibon nebulatus*. Development stage (DS), Adult (A), Larvae (L), Infection range (IR), number of helminths (NH), prevalence (P), mean abundance (AM) standard error (SE), mean infection intensity (IMI) standard error (SE), and site of infection (SI). STO= stomach, SGI= small intestine, and LGI= large intestine.

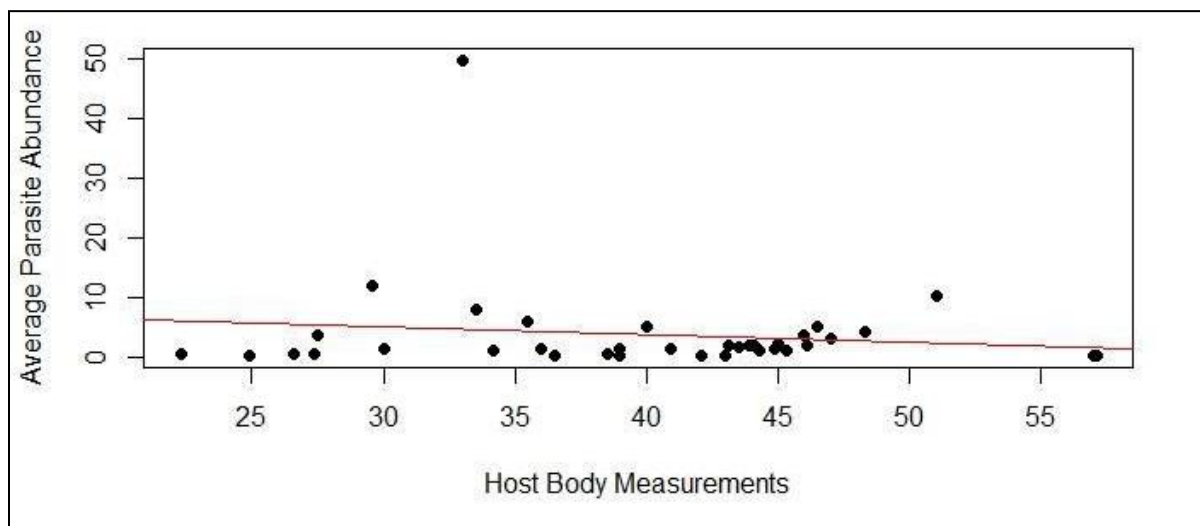


Figure 2: Correlation between parasite abundance and host Snout-vent-Length.

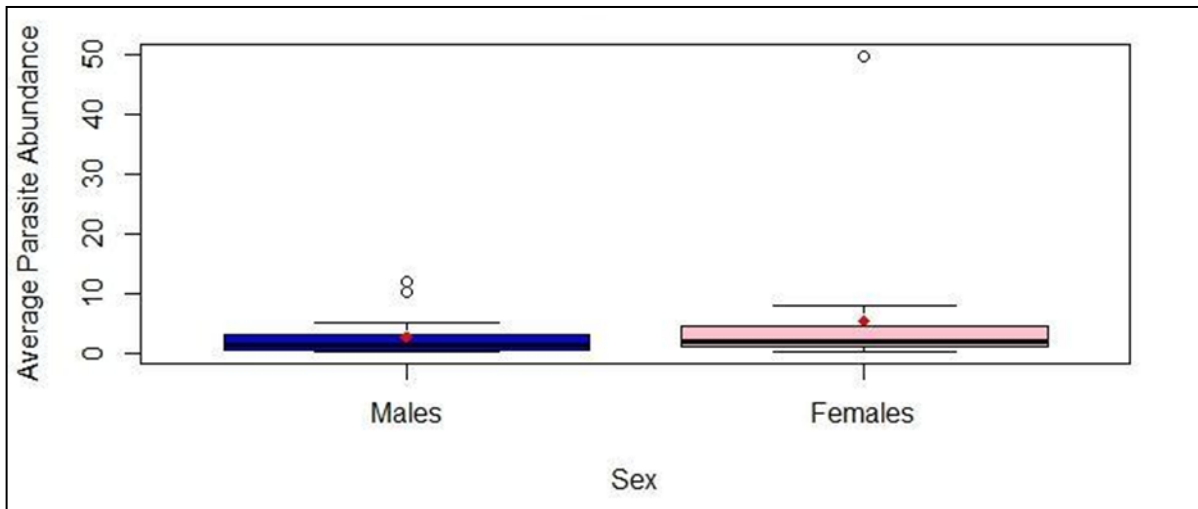


Figure 3: Correlation between parasite abundance and host sex.

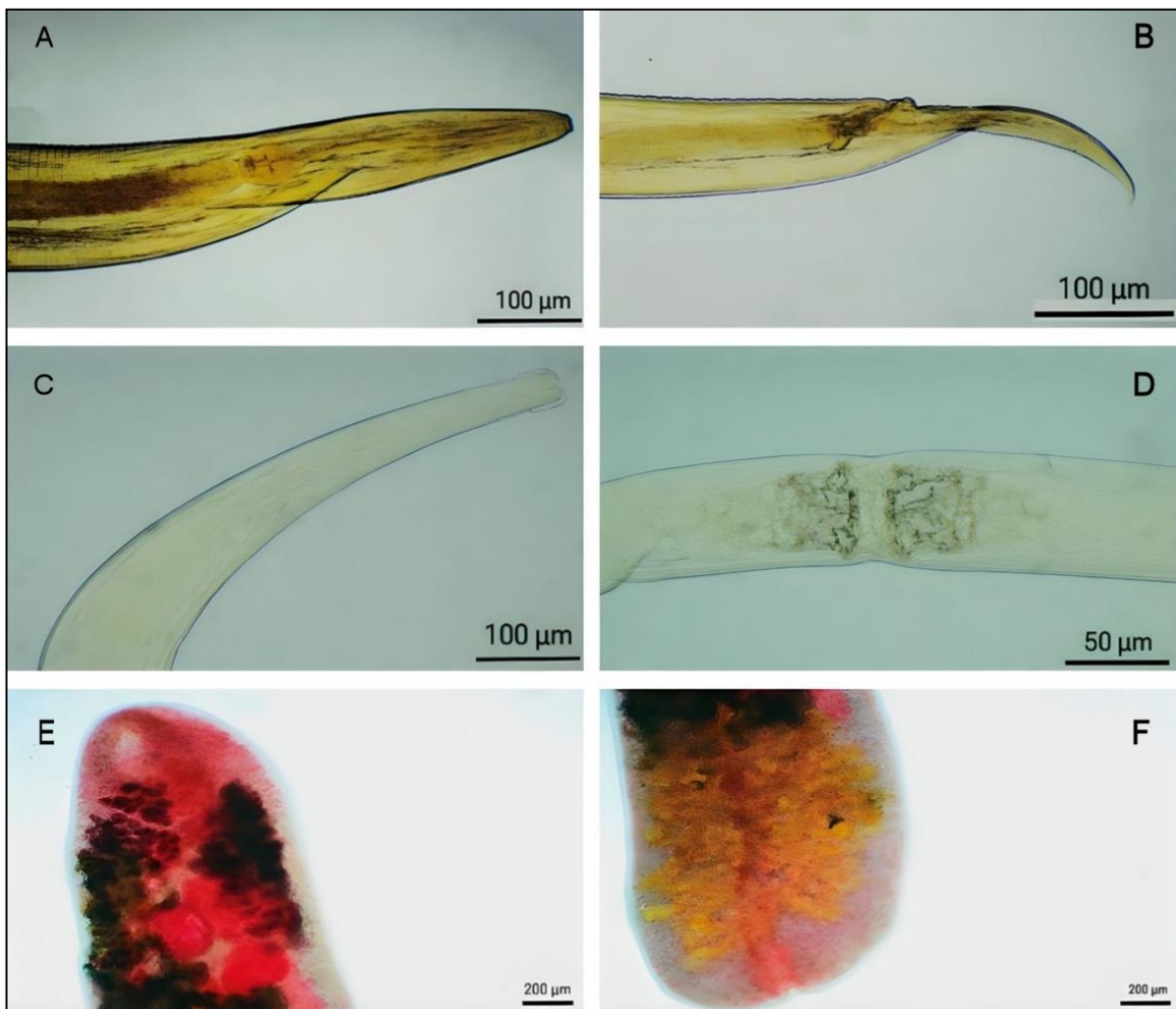


Figure 4: Photomicrograph of parasites associated with *Sibon nebulatus* from the high-altitude marshes of Ceará. Anterior view of *Cruzia* sp. larvae (A); Epicle of *Cruzia* sp. larvae (B); Anterior view of *Oswaldocruzia* sp. ©; Vulva of female *Oswaldocruzia* sp. (D); Anterior

view of *Mesocoelium monas* (E); Posterior view of *Mesocoelium monas* (F).

4 CONCLUSÃO

Com este trabalho nós relatamos as principais presas de *Sibon nebulatus*, bem como novos registros de três táxons de parasitos. A maioria dos indivíduos usados neste estudo foi obtida da coleção científica do Núcleo Regional de Ofiologia da Universidade Federal do Ceará, cuidadosamente preservados ao longo de muitos anos. O Brasil abriga uma das herpetofauna mais diversas do mundo, apesar disso, a maioria de suas espécies ainda não foi amostrada para biologia geral e distribuição e é aqui que entram os muitos papéis das coleções zoológicas. Esses instrumentos apoiam a ciência e a educação, e seus papéis variam desde a coleta e manutenção de espécimes, suas constantes atualizações taxonômicas, suas aplicações didáticas, a troca de amostras, a proposição e descrição de novas espécies, até a extração e divulgação da história natural dos organismos, entre muitos outros.

Apesar de sua extensa importância, essas coleções estão subfinanciadas hoje, sofrem pressão para se modernizar e organizar seu acervo (incluindo, etiquetas e livros de tomo, protocolos de empréstimos e doações, georreferenciamento de amostras, manutenção de DNA, coleções etc.) e por isso suas equipes estão sempre sobrecarregadas. Com este trabalho, buscamos reforçar o papel e a importância das coleções zoológicas. Além disso, buscamos incrementar bancos de dados públicos, a fim de contribuir na superação das lacunas no conhecimento sobre a ecologia das serpentes Neotropicais. Uma vez que, dispor desses dados é essencial para que possamos formular expectativas e melhorar as previsões sobre a evolução no Antropoceno, onde testemunhamos, entre muitos outros fatores, pressões seletivas, taxas de dispersão e interações entre espécies mudando rapidamente. Também esperamos destacar a importância do conhecimento sobre a história natural das espécies diante das ações de Conservação. Finalmente, esperamos estimular e contribuir com estudos subsequentes.

REFERÊNCIAS

- ADAME, *et al.* Mangroves in arid regions: ecology, threats, and opportunities. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 106796, 2020.
- AGUIAR, L. M. S. *et al.* Where are the bats? An environmental complementarity analysis in a megadiverse country. **Diver. and Dist.** 26:1510–1522, 2020.
- ARTEAGA, A., BATISTA, A. A consolidated phylogeny of snail-eating snakes (Serpentes, Dipsadini), with the description of five new species from Colombia, Ecuador, and Panama. **ZooKeys.** 2023. DOI: 10.3897/zookeys.1143.93601.
- BATES, M. F. *et al.* (Eds.), in press. **Atlas and Red List of the reptiles of South Africa, Lesotho and Swaziland.** South African National Biodiversity Institute, Pretoria, South Africa, 2012.
- BOGONI, J.A., PERES, C.A.; FERRAZ, K. M. P. M. B. Medium-to large-bodied mammal surveys across the Neotropics are heavily biased against the most faunally intact assemblages. **Mammal Rev.**, 52(2), 2022, pp 221–235.
- BORGES-NOJOSA, D.M.; CARAMASCHI, U. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos brejos nordestinos. In: **Ecologia e Conservação da Caatinga.** Leal, I., Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Eds., Recife. UFPE, 2003. pp. 489–540
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. **Atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jun. 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf
- CARVALHO, A. E. A teoria neutra da biodiversidade explica o padrão de abundância relativa dos invertebrados sésseis no costão rochoso? Curso de pós-graduação em ecologia, **Universidade de São Paulo.** SP, 2011. pp.1–4.
- COX, N. A., Temple, H. J. **European Red List of Reptiles.** Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2009.
- CRANE, M., SILVA, I., GRAINGER, M.J. & GALE, G.A. Limitations and gaps in global bat wing morphology trait data. **Mammal Rev.** 52(2):165–176, 2021.
- ESQUEDA, L. F.; BAZÓ, S.; NATERA-MUMAW, M. Capítulo IV: venenos ofídicos, estructuras asociadas y profilaxis. In: NATERA-MUMAW, M. N.; ESQUEDA-GONZÁLEZ, L. F.; CASTELAÍN-FERNANDEZ, M. C. Atlas de serpientes de Venezuela: una visión actual de su diversidad. Santiago, Chile: **Dimacofi Negocios Avanzados S.A.** 1.ed., 2015. p. 337-365.
- FLEISCHNER, T. L.; NOSS, R.F. Natural history and conservation (interview recorded by DRUMMOND, B., and STEELE, S.J.). **Natural histories project.** (Acesso em: 08 Janeiro, 2024).

- FREITAS, M. First record of *Sibon nebulatus* (Linnaeus, 1758) (Dipsadidae) for the state of Pernambuco, Brazil. **Herpetology Notes**, 2018.
- GIBBONS, J. W. *et al.* The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. **Bioscience** 50 (8): 2000. pp. 653–666.
- GREENE, H. W.; LOSOS, J. B. Systematics, natural history, and conservation: Field biologists must fight a public-image problem. **BioScience**, 38(7), 1988. pp. 458–462.
- GREENE, H. W. Organisms in nature as a central focus for biology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 1, 2005. pp. 23–27.
- GRÜNWARD, C. *et al.* Two new species of snail-eating snakes of the genus *Tropidodipsas* (Serpentes, Dipsadidae) from southern Mexico, with notes on related species. **Herpetozoa** (Wien) 34: 2021. pp. 233–257. <https://doi.org/10.3897/herpetozoa.34.e69176>
- GUEDES, T. *et al.* **Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022**. 12. 56-161. 10.5281/zenodo.7829013, 2023.
- GUEDES, T. B. *et al.* Diversity, natural history, and geographic distribution of snakes in the Caatinga, Northeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3863, n. 1, p. 001-093, 2014.
- HUXMAN, T. *et al.* Precipitation pulses and carbon fluxes in semi-arid and arid ecosystems. **Oecologia** 141, 2004. pp. 254–268, <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-004-1682-4>
- LAPORTA-FERREIRA I. *et al.* Mecanismo de tomada de alimento por serpentes tropicais moluscófagas (*Sibynomorphus neuwiedi* e *Sibynomorphus mikani*). Adaptações morfofisiológicas do esqueleto cefálico. **Bol. Fisiol. Anim.** 12: 1988. pp. 81–88.
- LARGIER, J. Low-inflow estuaries: hypersaline, inverse and thermal scenarios. **Contemp. Issues Estuar. Phys.**, 2010. pp. 247–272, <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511676567.010>
- LEWIS, T. R. *et al.* Morphology and ecology of Sibon snakes (Squamata: Dipsadidae) from two forests in Central America. **Phyllomedusa** 12(1): 2013. pp. 47–55.
- LIMA, D. C.; CASCON, P. Aspectos socioambientais e legais da bananicultura na APA da Serra de Maranguape, estado do Ceará. Rede - **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 2, n. 2, jun. 2009. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/11>>. Acesso em: 07 out. 2023.
- LOEBMANN, D.; HADDAD, C. F. B. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. **Biota Neotropica** 10(3): 2010. pp. 227–256.
- LOURENÇO, W. R. Scorpion Diversity and Distribution: Past and Present Patterns. In: Gopalakrishnakone, P; Possani, LD; Schwartz, E and Rodriguez de la Vega, RC (Eds). **Scorpion Venoms**. 2015.
- MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. História natural dos répteis da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O. A. V. and DULEBA, W. (eds.). Estação Ecológica JuréiaItatins: ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: **Holos**. 2004. pp. 257–277.

- MARTINS, M. *et al.* Répteis. In: Machado, A.B.M.; Drummond, G.M.; Paglia, A.P. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção - Volume 2 (PDF)**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. pp. 327–373.
- MARTINS, M., ALENCAR, L. R. V., PRADO, C. P. A., ROSSA-FERES, D. A importância da história natural para a herpetologia. **Herpetologia brasileira contemporânea**, v 14, 2021. pp. 185.
- MASCHIO, G. F., COSTA, S.; MARQUES, O. A. V. Estudos de história natural de serpentes no Brasil: da ascensão à extinção. **Herpetologia Brasileira**, 12(2), 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10204975>.
- MEIRI, S. *et al.* Extinct, obscure or imaginary: The lizard species with the smallest ranges. **Diversity and Distributions** 24, 2017. 10.1111/ddi.12678.
- MONTGOMERY C. E. *et al.* *Sibon longifrenis* (Drab Snail-eater) diet. **Herpetological Review** 38(3): 2007. pp. 343.
- OLIVEIRA L. *et al.* Oral glands in dipsadine “goo-eater” snakes: Morphology and histochemistry of the infralabial glands in *Atractus reticulatus*, *Dipsas indica*, and *Sibynomorphus mikanii*. **Toxicon** 51: 2008. pp. 898–913.
- PERCEQUILLO, A. R. *et al.* Natural history museums and zoological collections of São Paulo State. **Biota Neotropica**, 22(spe), 2022. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1426>.
- PÉREZ-SANTOS, C., MORENO, A. G. Ofidios de Colômbia. Monografia 6, Torino: **Museo Regionale di Scienze Naturali Torino**, 1988. 366 p.
- PETERS, J. A. The snakes of the subfamily Dipsadinae. **Miscellaneous Publications Museum of Zoology**, University of Michigan 114: 1960. pp. 1–224.
- PINHEIRO, J. L.; FRANCISCO M. S. S. Dinâmica natural e estratégias de conservação na serra de Baturité-Ceará (natural dynamics and conservation strategies in the ridge Baturité - Ceará), 2017.
- POULTER, B. *et al.* Contribution of semi-arid ecosystems to interannual variability of the global carbon cycle. **Nature** 509, 2014. pp. 600–603, <http://dx.doi.org/10.1038/nature13376>
- PRADO, J.R., *et al.* A new species of South American marsh rat (*Holochilus*, Cricetidae) from northeastern Brazil. **J. Mammal.** 102(6):1564–1582, 2021.
- RAY, J. M. *et al.* Goo-eaters: Diets of the neotropical snakes *Dipsas* and *Sibon* in Central Panama. **Copeia** 2012(2): 2012. pp. 197–202. <https://doi.org/10.1643/CH-10-100>.
- RAXWORTHY, C. J. *et al.* Continental speciation in the tropics: contrasting biogeographic patterns of divergence in the *Uroplatus* leaf-tailed gecko radiation of Madagascar. **Journal of Zoology** 275, 2008. pp. 423–440.
- RYAN, J. M., LIPS K.R. *Sibon argus* (NCN). Diet. **Herpetological Review** 35: 2004. pp. 278.

- REISZ, R. R., MODESTO, S. P., SCOTT, D.M. A new early permian reptile and its significant in early diapsid evolution. **Proceedings of the Royal Society Biological Sciences** 278, 2011. pp. 3731–3737.
- ROBERTO, I. J.; LOEBMANN, D. Composition, distribution patterns, and conservation priority areas for the herpetofauna of the state of Ceará, northeastern Brazil. **Salamandra**, v. 52, n. 2, p. 134-152, 2016.
- SALOMÃO, M. G.; LAPORTA-FERREIRA I. L. The role of secretions from the supralabial infralabial, and Duvernoy's glands of the slug-eating snake *Sibynomorphus mikanii* (Colubridae: Dipsadinae) in the immobilization of molluscan prey. **J. Herpetol.** 28 (3): 1994. pp. 369–371.
- SAZIMA, I. Feeding behavior of the snail-eating snake *Dipsas indica*. **J. Herpetol.** 23: 1989. pp. 464–468.
- SAVITZKY, A. H. Coadapted character complexes among snakes: fossoriality, piscivory, and durophagy. **American Zoologist** 23: 1983. pp. 397–409.
- TABARELLI, M. *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade** 1: 2005. pp. 132–138.
- TAYLOR, E. *et al.* The thermal ecology and physiology of reptiles and amphibians: A user's guide. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*. 335. 10.1002/jez.2396, 2020.
- TODD, B. D. *et al.* The global status of reptiles and causes of their decline. In: Sparling, D.W., Linder, G., Bishop, C.A., Krest, S. (Eds.), *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*, second ed. **CRC Press**, Boca Raton, USA, 2010.
- UETZ, P., HOSEK, A. **The Reptile Database**. Disponível em: <https://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Sibonandspecies=nebulatus>. Acesso em: 26/01/2024.
- VIDAL, N., HEDGES, S. B. The molecular evolutionary tree of lizards, snakes, and amphisbaenians. **Comptes Rendus Biologies** 332, 129–139, 2009.
- VITT, L. J. Walking the natural-history trail. **Herpetologica**, n. 69, v. 2, 2013. pp. 105-117.
- ZAHER, H. YOUNG, P. S. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. **Ciência e Cultura** 55: 2003. pp. 24–26.

ANEXO A – VOLCHERS DOS ESPÉCIMES UTILIZADOS NO ESTUDO

Tabela 1: Volchers da Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Ceará (CHUFC).

2139	2774	2440	2140	3819	2770	4424	2776	2798	2479
2796	2797	2237	2771	2106	2788	2459	2799	2171	2777
2621	1380	2837	3670	1518	2009	1516	3715	3287	1517
1383	2836	2838	2775	2374	2773	2780	2801	2795	2789
2784	2782	2792	2793	2785	2800	1379	2231	1350	2602
1347	1520	3632	1519	4232	4265	4533	2618	2460	2175
2679	2138	2608	2606	2778	3765	4507	4036	3818	4508
4037	4074	2124	3735	4529	4534	4531	4425	2802	4343
15748	15747								