



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Doutorado em Zoologia

**AUTOECOLOGIA COMPARATIVA DE DUAS ESPÉCIES DE
QUELÔNIOS (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys
tuberculata*) EM ÁREAS DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA
NO NORDESTE DO BRASIL**

Doutorando: Msc. Daniel Oliveira Santana
Orientador: Dr. Daniel Oliveira Mesquita
Co-orientador: Dr. Gustavo Henrique Calazans Vieira

JOÃO PESSOA – 2016

Daniel Oliveira Santana

**AUTOECOLOGIA COMPARATIVA DE DUAS ESPÉCIES DE
QUELÔNIOS (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*)
EM ÁREAS DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Zoologia, como pré-requisito para a obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Daniel Oliveira Mesquita
Co-orientador: Dr. Gustavo Henrique Calazans Vieira

JOÃO PESSOA – 2016

S232a Santana, Daniel Oliveira.

AUTOECOLOGIA COMPARATIVA DE DUAS ESPÉCIES DE QUELÔNIOS
(*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) EM
ÁREAS DE CAATINGA E MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL / Daniel Oliveira Santana. - João Pessoa, 2016.
212 f.

Orientação: Daniel Oliveira Mesquita.

Coorientação: Gustavo Henrique Calazans Vieira.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Aspectos populacionais. 2. Reprodução. 3. Partição
de Nicho. 4. Sobreposição. 5. Parasitismo. I. Mesquita,
Daniel Oliveira. II. Vieira, Gustavo Henrique Calazans.
III. Título.

UFPB/CCEN

**Ata da 94ª Apresentação e Banca de Defesa de
Doutorado de Daniel Oliveira Santana**

Ao(s) vinte e três dias do mês de dezembro de dois mil e dezesseis, às 09:00 horas, no(a) Sala de Aula do PPGCB, da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, membros da banca examinadora para avaliar a tese de doutorado de **Daniel Oliveira Santana**, candidato(a) ao grau de Doutor em Ciências Biológicas. A banca foi composta pelos seguintes professores/pesquisadores: **Dr. Daniel Oliveira Mesquita (orientador)**, **Dr. Frederico Gustavo Rodrigues França (titular)**, **Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez (titular)**, **Dr. Thiago Simon Marques (titular, por videoconferência)** e **Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura (titular)**. Compareceram à solenidade, além do(a) candidato(a) e membros da banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à sessão, a coordenação fez a abertura dos trabalhos, apresentando o(a) discente e os membros da banca. Foi passada a palavra para o(a) orientador(a), para que assumisse a posição de presidente da sessão. A partir de então, o(a) presidente, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a **Daniel Oliveira Santana**, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito de seu trabalho intitulado **"Autoecologia comparativa de duas espécies de Quelônios (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) em áreas de caatinga e mata atlântica no Nordeste do Brasil"**. Passando então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, o(a) candidato(a) foi a seguir arguido(a) pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito APROVADO.
Perante a aprovação, declarou-se o(a) candidato(a) legalmente habilitado(a) a receber o grau de **Doutor em Ciências Biológicas**, área de concentração **Zoologia**. Nada mais havendo a tratar eu, **Dr. Daniel Oliveira Mesquita**, como presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa, 23/12/2013.

Dr. Daniel Oliveira Mesquita (orientador)

Dr. Thiago Simon Marques (titular)

Dr. Frederico Gustavo Rodrigues França (titular)

Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura (titular)

Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez (titular)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Oliveira Mesquita, pela confiança, amizade, apoio, incentivo e aprendizado em todas as etapas do trabalho. Espero um dia conseguir retribuir na mesma escala por toda dedicação destinada durante estes anos. Também a meu Co-orientador o Prof. Dr. Gustavo Henrique Calazans Vieira pelo auxílio, sugestões, ajudas e por sempre me receber tão bem. Sou agradecido também ao Prof. Dr. Renato Gomes Faria pelas parcerias antigas, por ceder seu laboratório para o meu uso e permitir que as portas da UFS estivessem sempre abertas para mim. Ter a amizade de vocês é pra mim motivo de grande honra.

Agradeço aos coordenadores (atuais e passados) do PPGCB-UFPB, Dra. Maria Regina Barbosa, Dr. Alexandre Vasconcelos e Dr. Ricardo Rosa pela atenção que me foi dedicada, esclarecimentos e suporte e ao Dr. Josias Xavier, membro da secretaria, por diversos auxílios administrativos prestados, que ajudaram a minha vida acadêmica durante a Pós-Graduação. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida. À UFPB pela logística e suporte concedido durante o doutorado.

Aos Professores Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura, Dr. Thiago Simon Marques, Dr. Frederico Gustavo Rodrigues França e Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez por aceitar prontamente em participar da banca examinadora contribuindo consideravelmente na melhoria do trabalho final.

Aos Professores Dr. Samuel Vieira Brito, Dr. Samuel Cardozo Ribeiro e Dr. Waltécio de Oliveira Almeida e o pessoal do Laboratório de Zoologia da Universidade Regional do Cariri (URCA), pelas parcerias, contribuições, sugestões e ajuda na identificação dos endoparasitos e pelo apoio, principalmente durante a minha estadia na URCA.

Ao Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura por estar sempre disponível a ajudar, mesmo que à distância e juntamente com o Rafael Eiji Iwama na ajuda na identificação dos ectoparasitos. Agradeço imensamente ao professor Dr. Thiago Marques, por me ajudar desde a qualificação com tantas dicas, sugestões, indicações e parcerias. Foi muito bom ter conhecido vocês nessa jornada durante o doutorado.

Ao Prof. José Dantas e sua equipe do laboratório de Entomologia do IFS, em especial aos amigos Agripino e Geovane pela grande ajuda com os macroinvertebrados bentônicos e por permitir participar como colaborador do laboratório, espero conseguir retribuir essa incrível parceria.

Aos professores Dr. Marcelo Fulgêncio, Dra. Adriana Bocchiglieri, Dra. Yana Reis, Dr. Gustavo Hirose, Dra. Renata Bartolette sempre com palavras de otimismo e incentivo pelos quais tenho grande amizade e respeito.

Ao pessoal do Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Sergipe (Charles, Júnior Vilanova, Bruna Gomes, Mayane) e Ictiologia (Jeferson, Fernando, Danilo, Tiago, Jamile, Taynara, Bruna Oliveira, Carol, Tamires,) em especial Daiane Barreto e Dário Júnior pela grande força em algumas expedições de campo e ajuda com a triagem do material coletado e a Débora Matos por sempre estar disponível para ajudar no fosse preciso.

Ao pessoal do laboratório de Herpetologia da UFPB, (Fagner, Bruno Halluan, Laura Martini, Cássio Rachid, Daniel Orsi, Taís Costa, Joevertton Marinho, Felipe Chulipa, Edinaldo, Arielson Protázio, Isabela Pedrosa, Jéssica Galdino, Aninha, pelos bons momentos vividos juntos no laboratório, conselhos e sugestões que ajudaram muito e não poderia deixar de agradecer especialmente a Lucas Ribeiro e Thainá Duarte, pela grande força dada na triagem de boa parte do material coletado. Um agradecimento especial ao amigo e camarada Lucas (Libélula), pela grande amizade e cumplicidade, por sempre me receber em sua casa, pelas longas conversas sobre assuntos aleatórios que terminavam sempre em estatística ou ecologia. E os “caras do Crato”: Adonias Teixeira, Diêgo Teles e João Antônio que também são companheiros na PPGCB, pela ajuda nas incríveis e valorosas discussões sobre os parasitos, aprendi muito com vocês!

Um agradecimento especial ao meu grande amigo Francis Caldas, pela grande amizade forjada nas dificuldades enfrentadas e superadas desde a graduação até o doutorado e que considero um irmão que ganhei pra toda a vida. Aos camaradas do grupo dos *Tropidurus* Rafael (Tourinho), Fabíola Gomes e Bruno Silva, pela amizade e companheirismo na missão de desengavetar os artigos antigos. Obrigado por toda a amizade e apoio de vocês.

Aos meus eternos grandes amigos Crizanto De-Carvalho e Evellyn Borges, pelo imenso carinho, amizade e parcerias mesmo distantes mas sempre conectados, compartilhando minhas angustias e ansiedades, obrigado por sempre me ouvir e ter uma palavra de ânimo e incentivo. À uma amiga especial Stephanie Menezes companheira de jornada acadêmica desde a graduação, obrigado por sua sincera amizade. Aos amigos (Izabel Regina e Marcel Maia) e (Tacy e Walter), casais que admiro e que sempre tem ideias e sugestões descoladas, inclusive na vida acadêmica, muito obrigado por compartilhar a amizade de vocês.

Agradeço aos grandes amigos de longas datas Helon Simões, Dayvid Bruno e Diego Almeida por terem participado comigo nas expedições de campo, pela grande ajuda durante as coletas e por terem tornado os dias de campo mais agradáveis. Ao amigo James Cardozo (Capitão), o cara mais descolado da Caatinga, pela ajuda nas coletas de campo no Monumento Natural do São Francisco e Monumento Natural Grota do Angico. Vocês poderão sempre contar com minha amizade.

Ao amigo Douglas Nascimento por tantas vezes ter me abrigado em sua casa, juntamente com Stephanie e Khalil, pelas longas conversas sobre a vida acadêmica e muitos

momentos de descontração, espero um dia conseguir retribuir toda a ajuda e companheirismo. Aos amigos Thiago Cavalcante, Lane, Alex Sabino e Silvia representando os amigos da IASD de Bancários que nos acolheram tão bem na nossa temporada em João Pessoa. O que vocês fizeram por nós estará sempre guardado em minha memória.

Aos todos os meus amigos e familiares, pela compreensão das minhas constantes ausências durante esse período de doutorado, além de todo o apoio e incentivo para a realização dessa conquista. À minha mãe Luzinete, agradeço-te pelo amor, dedicação, apoio e por ter acreditado em meu sucesso no momento em que mais precisei. Ao meu pai João pelo carinho, amor, paciência, apoio e companheirismo até mesmo dando uma de estagiário em algumas expedições de campo. Aos meus irmãos Anderson, André, Júnior, Ailton e Iara por serem meus companheiros, incentivadores, torcedores e por serem grandes exemplos em minha vida.

À minha esposa e eterna namorada Henny Kwan, pelo amor incondicional, companheirismo e por sempre me apoiar em todos os momentos, me motivando nas horas mais difíceis e sendo a minha maior fonte de inspiração.

À Deus criador e mantenedor de todo o universo, que esteve sempre ao meu lado ajudando a enfrentar todas as aflições, angústias, medos, ansiedades que fizeram parte dessa trajetória até aqui.

Meu muito obrigado a todos vocês!

Sumário

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	14
RESUMO GERAL	17
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO GERAL	23
METODOLOGIA GERAL	31
Áreas de Estudo	31
Procedimentos	32
REFERÊNCIAS	34
FIGURAS	46
CAPÍTULO 1 – Aspectos morfométricos, reprodutivos e estrutura populacional de dois quelônios (<i>Phrynops geoffroanus</i> e <i>Mesoclemmys tuberculata</i>) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil	54
Resumo	55
Introdução	56
Material e Métodos	59
Áreas de Estudo	59
Coleta dos Quelônios	59
Procedimentos	59
Análises Estatísticas	61
Resultados	62
Discussão	63
Referências	69
Figuras	79
CAPÍTULO 2 – Partição de nicho de dois quelônios (<i>Phrynops geoffroanus</i> e <i>Mesoclemmys tuberculata</i>) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil	88
Resumo	89
Introdução	90
Material e Métodos	92
Áreas de Estudo	92

<i>Coleta dos Quelônios</i>	92
<i>Procedimentos</i>	92
<i>Análises Estatísticas</i>	93
Resultados.....	95
Discussão	97
Referências	102
Figuras	112
CAPÍTULO 3 – Endoparasitos de <i>Phrynops geoffroanus</i> e <i>Mesoclemmys tuberculata</i> em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste da região Neotropical	133
Resumo.....	134
Introdução.....	135
Material e Métodos	137
Áreas de Estudo.....	137
<i>Coleta dos Quelônios</i>	138
<i>Procedimentos</i>	138
<i>Análises Estatísticas</i>	139
Resultados.....	139
Discussão	140
Referências	145
Figuras	155
CAPÍTULO 4 – Variação espaço-temporal de ectoparasitos de duas espécies de quelônios (<i>Phrynops geoffroanus</i> e <i>Mesoclemmys tuberculata</i>) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil	161
Resumo.....	162
Introdução.....	163
Material e Métodos	166
Áreas de Estudo.....	166
<i>Coleta dos Quelônios</i>	166
<i>Procedimentos</i>	167
<i>Análises Estatísticas</i>	167
Resultados.....	168

Discussão	170
Referências	177
Figuras	186
CAPÍTULO 5 – <i>Mesoclemmys tuberculata</i> (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle	195
CAPÍTULO 6 – Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (<i>Mesoclemmys tuberculata</i> [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae).....	204
PRODUÇÃO CIENTÍFICA	209
Publicações.....	209

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Indivíduos das espécies A) <i>Phrynops geoffroanus</i> e B) <i>Mesoclemmys tuberculata</i> de ocorrência em Sergipe.....	46
Figura 2. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).....	47
Figura 3. Exemplos de corpos d'água amostrados durante a coleta dos espécimes nas localidades em área de Caatinga: A), B) e C) Bacia do Rio Real; D), E) e F) Monumento Natural Grota do Angico; G), H) e I) Monumento Natural do Rio São Francisco.	48
Figura 4. Exemplos de corpos d'água amostrados durante a coleta dos espécimes nas localidades de Mata Atlântica: A), B) e C) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco; D), E) e F) Parque Nacional Serra de Itabaiana; G), H) e I) Reserva Biológica de Santa Isabel.	49
Figura 5. Desenho esquemático das armadilhas aquáticas de funil (tipo covo - <i>hoop traps</i>). Ilustração: Bettelheim, 1884.....	50
Figura 6. Armadilhas aquáticas de funil (tipo covo - <i>hoop traps</i>). A) Instalação. B) Revisão das armadilhas.	50
Figura 7. Códigos numéricos a serem adotados na marcação dos escudos marginais dos quelônios (Ilustração: Daniel Oliveira Santana).....	51
Figura 8. A) Perfurações feitas com furadeira elétrica portátil e brocas metálicas. B) Espécime marcado.....	52
Figura 9. Sexagem dos quelônios adultos de acordo com as características morfológicas externas (através do comprimento da cauda e concavidade do plastrão); A) <i>Phrynops geoffroanus</i> e B) <i>Mesoclemmys tuberculata</i>	53

CAPÍTULO 01

Figura 1. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).....	79
Figura 1. 2. Visão esquemática das medidas realizadas na carapaça e no plastrão das tartarugas (Ilustração: Daniel Oliveira Santana).....	80
Figura 1. 3. Frequência relativa das observações (N = 132) de machos, fêmeas e jovens de <i>P. geoffroanus</i> (A) e <i>M. tuberculata</i> (B) capturados em cada bioma.	81

Figura 1. 4. Frequência relativa da distribuição de comprimento máximo da carapaça (CMC) (N = 85) de adultos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, nos biomas Mata Atlântica e Caatinga. 82

CAPÍTULO 02

Figura 2. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto). 112

CAPÍTULO 03

Figura 3. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto). 155

Figura 3. 2. Endoparasitos coletados nos tratos gastrointestinal e cavidade celomática de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. A) *Physaloptera* sp.; B) *Spiroxys figueiredoi*; C) Digenea; D) *Serpinema monospiculatus*; E) *Camallanus amazonicus*; F) Estrutura da espícula em *Spiroxys figueiredoi*. 156

Figura 3. 3. Monogenea da família Polystomatidae, *Polystomoides brasiliensis* registrado em *M. tuberculata*. 157

CAPÍTULO 04

Figura 4. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto). 186

Figura 4. 2. Sanguessugas coletadas em *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. A) *Oligobdella brasiliensis*; B) *Helobdella* cf. *adiastola*; C) *Placobdella* sp.; D) *Haementeria* sp.; Lado esquerdo = Vista dorsal e Lado direito = Vista ventral. 187

Figura 4. 3. Monogenea *Polystomoides brasiliensis* coletado em *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. 188

Figura 4. 4. Regiões do corpo (microhábitats) dos quelônios de água doce *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, ocupadas por diferentes espécies de ectoparasitos e suas respectivas

abundâncias relativas de ocorrência em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil.	189
---	-----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 01

Tabela 1. Valores ($\pm$ desvio padrão) do tamanho do corpo (*autovetor isométrico*), CMC (*mm*) e Massa (*g*) de fêmeas e machos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Mata Atlântica e Caatinga..... 83

Tabela 2. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos adultos de *P. geoffroanus* da Mata Atlântica e Caatinga. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas. 84

Tabela 3. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos adultos de *M. tuberculata* da Mata Atlântica e Caatinga. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas. 85

Tabela 4. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos juvenis *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas..... 86

Tabela 5. Razões sexuais verificadas para *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Mata Atlântica e Caatinga..... 87

CAPÍTULO 02

Tabela 1. Composição geral da dieta de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 112

Tabela 2. Composição da dieta de acordo com o sexo (machos e fêmeas) de *Phrynops geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 116

Tabela 3. Composição da dieta de acordo com a ontogenia (adultos e juvenis) de *Phrynops geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 118

Tabela 4. Composição da dieta de acordo com a estação (seca e chuvosa) de *Phrynops geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 120

Tabela 5. Composição da dieta de acordo com o bioma de *Phrynops geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres..... 122

Tabela 6. Composição da dieta de acordo com o sexo (machos e fêmeas) de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 124

Tabela 7. Composição da dieta de acordo com a ontogenia (adultos e juvenis) de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 126

Tabela 8. Composição da dieta de acordo com a estação (seca e chuvosa) de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 128

Tabela 9. Composição da dieta de acordo com o bioma de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres. 130

Tabela 10. Sobreposições de nicho alimentar (numéricas e volumétricas) entre os sexos, ontogenia, estações e biomas para *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. 132

CAPÍTULO 03

Tabela 1. Valores gerais de prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e Sítios de infecção (S) para cada endoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Sítios: Et = Estômago; Es = Esôfago; I = Intestino; P = Pulmão e CC = Cavidade Celomática. *Valores referentes a intensidade de infecção total. 158

Tabela 2. Modelo Linear Generalizado (GLM) das variações na abundância de endoparasitos entre os Biomas de amostragem dos quelônios, estações seca e chuvosa, interação do Bioma e estação e entre os sexos dos quelônios. *diferenças significativas. 159

Tabela 3. Valores por sexo/estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) da prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e Sítios de infecção (S) para cada espécie de endoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Sítios: Et = Estômago; Es = Esôfago; I = Intestino; P = Pulmão e CC = Cavidade Celomática. *Valores referentes a intensidade de infecção total. 160

CAPÍTULO 04

Tabela 1. Valores gerais de prevalência P(%), intensidade de infestação (IF), abundância (A) e largura de nicho espacial (B) para cada ectoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores ao lado do nome das espécies hospedeiras correspondem ao

total de espécimes com ao menos um ectoparasito. A ausência de espécie de parasito está indicada por hífen. 190

Tabela 2. Modelo Linear Generalizado (GLM) das variações na abundância de ectoparasitos entre os Biomas de amostragem dos quelônios, estações seca e chuvosa, interação do Bioma e estação e entre os sexos/ estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) dos quelônios. *diferenças significativas..... 191

Tabela 3. Valores por sexo/estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) da prevalência P (%), intensidade de infestação (IF) e abundância (A) para cada espécie de ectoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. *Valores referentes a intensidade de infecção total..... 192

Tabela 4. Valores prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e largura de nicho espacial (B) para cada ectoparasito associado aos quelônios de água doce *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores ao lado do bioma correspondem ao total de espécimes com ao menos um ectoparasito. A ausência de espécie de parasito está indicada por hífen..... 193

Tabela 5. Valores gerais das sobreposições de nicho espacial estimados pelo índice de sobreposição simétrica (Φ) para cada ectoparasito (sanguessugas e monogenea) associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores dispostos em cinza escuros são referentes às sobreposições dos ectoparasitos encontrados em *P. geoffroanus* como hospedeiro, enquanto que os dispostos em cinza mais claro em *M. tuberculata*. Espécies de ectoparasitos: Ob = *Oligobdella brasiliensis*; Ha = *Helobdella* cf. *adiastola*; Ps = *Placobdella* sp.; Hs = *Haementeria* sp.; Pb = *Polystomoides brasiliensis*. A ausência de espécie de parasito está no hospedeiro é indicada por hífen. 194

RESUMO GERAL

O presente estudo teve como objetivos principais avaliar de que maneira as populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* de áreas de Caatinga e Mata Atlântica do Nordeste utilizam os recursos espaciais, temporais e tróficos disponíveis no ambiente, bem como a influência das condições ambientais como diferentes regimes pluviais e disponibilidade de recurso alimentar, na dieta, reprodução, parasitismo, estrutura populacional das espécies. No primeiro capítulo foi testada a hipótese de que fatores intraespecíficos são mais determinantes que diferenças dos ambientes na determinação de parâmetros autoecológicos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. Mais especificamente, avaliamos a proporção entre os sexos, a presença de dimorfismo sexual, e descrevemos os aspectos morfométricos e reprodutivos. Os resultados mostraram que machos reprodutivos das duas espécies foram registrados durante todo o período do estudo (seca e chuva), enquanto que a presença de ovos e ovócitos foi registrada exclusivamente em fêmeas coletadas durante o período chuvoso. De modo geral os parâmetros autoecológicos avaliados não foram diferentes em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, apresentando padrões semelhantes tanto na Caatinga, quanto da Mata Atlântica, provavelmente essa ausência de variação está relacionada com o período de existência dos biomas, sendo a Caatinga temporalmente mais recente, quando comparado à Mata Atlântica. Assim, possivelmente o tempo decorrido pode não ter sido suficiente para induzir diferenças entre as populações desses biomas com condições sazonais diferentes. No segundo capítulo foi realizada uma comparação das dietas de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* nos diferentes estágios de vida (adultos e juvenis), sexo, estação e bioma de ocorrência, afim de determinar se as diferenças no uso dos recursos podem ter ligações com características do habitat. Analisamos frequência de ocorrência, abundância, volume, índice de importância relativa e larguras de nicho para cada espécie de quelônio. Além disso, avaliamos se existe uma maior sobreposição de nicho trófica na Caatinga por ela apresentar um regime pluvial estocástico, recurso alimentar mais irregular, quando comparada com padrão previsível da Mata Atlântica. Nossos resultados indicaram que as presas mais importantes na dieta de *P. geoffroanus* foram Material Animal (víceras e escamas de peixes), Baetidae e Caridae. O alto consumo de material animal como principal item alimentar de *P. geoffroanus*, indicou uma forte associação com o comportamento antrópico na região do nosso estudo. Já *M. tuberculata* apresentou Ampularidae, Material Vegetal e Belastomatidae como os itens mais importantes consumidos, apresentando inclusive adaptações para o consumo de moluscos. Nós não encontramos diferenças significativas nas larguras de nicho entre machos e fêmeas adultas de ambas espécies, no entanto, as dietas diferiram significativamente na ontogenia (adultos e juvenis) possivelmente relacionado à diferenças no tamanho dos indivíduos e a utilização de microhabitat específicos.

A estação (seca e chuvosa) e bioma (Caatinga e Mata Atlântica) também diferiram significativamente. Essas diferenças temporais e regionais verificadas representam um ajuste ecológico interessante e indica forte influência do bioma e da variação sazonal nas presas disponíveis e na composição da dieta de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. No terceiro capítulo identificamos a fauna de endoparasitos que infectam *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, avaliando o efeito das condições do hospedeiro (tamanho corporal e sexo), sazonalidade (estação seca e chuvosa) e bioma sobre a abundância e composição de endoparasitos. Sete espécies de endoparasitos foram encontradas, sendo elas um Cestoda, um Digenea, um Monogenea, e quatro Nematodas. Entre os helmintos, *Camallanus amazonicus* foi registrado pela primeira vez parasitando *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. O monogenético *Polystomoides brasiliensis* parasitando *M. tuberculata*, também representa um novo hospedeiro para a espécie. Para ambos os quelônios, não verificamos diferença na abundância de endoparasitos em relação ao sexo, provavelmente essa similaridade nas taxas parasitárias estão relacionadas com a alta sobreposição alimentar que os sexos apresentam, uma vez que hábitos alimentares semelhantes dos hospedeiros propiciam que eles sejam infectados pelos mesmos endoparasitos. Nós observamos diferenças significativas nos níveis de infecção entre os biomas e as estações (seca e chuvosa), onde os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas de infecção quando comparados aos da Caatinga e as maiores taxas ocorrendo na seca. Por fim, de modo geral muitos parâmetros parasitológicos avaliados foram diferentes em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* nos biomas estudados, mostrando que as variações nas características dos habitats influenciaram diretamente nos níveis de infecção parasitária. No quarto capítulo nós identificamos a fauna de ectoparasitos que infestam *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, avaliando o efeito das condições do hospedeiro e sazonalidade (estação seca e chuvosa), sobre a abundância e composição de ectoparasitos, descrevemos os padrões no uso do microhabitat (superfícies do corpo dos quelônios), como também a influência do bioma nas taxas de infestação. Nós verificamos a presença de quatro espécies de sanguessugas da família Glossiphoniidae, e um monogeneo da família Polystomatidae. Para ambos os quelônios, verificamos diferença significativa na abundância dos ectoparasitos em relação ao sexo, bioma, estação, no entanto não houve relação no comprimento e massa. Quanto ao posicionamento, as sanguessugas foram mais frequentes nas cavidades dos membros posteriores em *P. geoffroanus*, enquanto que em *M. tuberculata* foi nas cavidades dos membros anteriores. A sobreposição de nicho espacial das sanguessugas em geral foi alta, com exceção de *P. brasiliensis* única espécie que não apresentou sobreposição com as demais espécies, utilizando exclusivamente a boca dos hospedeiros como seu microhabitat. Obtivemos o primeiro relato da presença de *Oligobdella brasiliensis* e *Polystomoides brasiliensis* em *M. tuberculata*, e de *Helobdella* cf. *adiastola*

parasitando *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. As diferenças nos níveis de infestação encontradas podem ser reflexo dos fatores ecológicos, diferenças nos padrões comportamentais dos hospedeiros, como também à diferentes alterações antrópicas sofridas nos biomas de Caatinga e Mata Atlântica. O quinto capítulo trata-se do artigo de revisão intitulado “*Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) –Tuberculate Toadhead Turtle”, publicado na revista *Chelonian Research Monographs* da “Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group (IUCN/SSC)”, onde apresentamos as informações relacionadas a espécie *M. tuberculata* disponíveis na literatura, o trabalho tem como objetivo principal auxiliar a definição do status de conservação da espécie na IUCN. O sexto capítulo corresponde ao artigo intitulado “Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae)” publicado na revista *Herpetology Notes* da “Publication of the Societas Europaea Herpetologica” onde descrevemos os aspectos morfométricos e da coloração do recém-eclodido de *M. tuberculata* até então desconhecido na literatura.

Palavras Chave: Aspectos populacionais, reprodução, partição de nicho, sobreposição, parasitismo.

ABSTRACT

The present study had as main objectives to evaluate how populations of *Phrynops geoffroanus* and *Mesoclemmys tuberculata* from Caatinga and Atlantic forest areas use the spatial, temporal and trophic resources available in the environment, as well as the influence of environmental conditions such as different rain regimes And availability of food resources, in the diet, reproduction, parasitism, population structure of the species. In the first chapter we tested the hypothesis of which intraspecific factors determine more than environment differences in the determination of autoecological parameters of *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*. More specifically, we evaluated the proportion between the sexes, the presence of sexual dimorphism, and we described the morphometric and reproductive aspects. The results showed that the reproductive males of both species were recorded throughout the study period (dry and rainy), while the presence of eggs and oocytes was recorded exclusively in females collected during the rainy season. In general, the autoecological parameters evaluated were not different in *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*, presenting similar patterns in both the Caatinga and the Atlantic Forest, probably this absence of variation is related to the period of existence of the biomes, the Caatinga being temporarily more recent, when compared to the Atlantic Forest. Thus, the elapsed time may not have been sufficient to induce differences between the populations of these biomes with different seasonal conditions. In the second chapter, a comparison was made of the diets of *P. geoffroanus* and *M. tuberculata* at different stages of life (adults and juveniles), sex, season and occurrence biome, in order to determine if differences in resource use may have links with Habitat characteristics. We analyzed frequency of occurrence, abundance, volume, index of relative importance and niche widths for each species of chelonium. In addition, we evaluated if there is a higher trophic niche overlap in the Caatinga because it presents a stochastic pluvial regime, a more irregular food resource, when compared to the predictable Atlantic Forest pattern. Our results indicated that the most important prey in the diet of *P. geoffroanus* were Animal Material, Baetidae and Caridae. The high consumption of animal material (viscera and fish scales) as the main food item of *P. geoffroanus*, indicated a strong association with the anthropic behavior in the region of our study. However, *M. tuberculata* presented Ampularidae, Plant Material and Belastomatidae as the most important items consumed, including adaptations for the consumption of molluscs. We did not find significant differences in niche widths between males and adult females of both species, however, diets differed significantly in ontogeny (adults and juveniles) possibly related to differences in size of individuals and use of specific microhabitats. The season (dry and rainy) and biome (Caatinga and Atlantic forest) also differed significantly these verified temporal and regional differences represent an interesting ecological adjustment and indicates strong influence of the biome and the seasonal variation in the available prey

and composition of the diet of *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*. In the third chapter, we identified the endoparasite fauna that infect *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*, evaluating the effect of host conditions (body size and sex), seasonality (dry and rainy season) and biome about the abundance and composition of endoparasites. Seven species of endoparasites were found, being a Cestoda, a Digenea, a Monogenea, and four Nematodas. Among the helminths, *Camallanus amazonicus* was first recorded parasitizing *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*. The monogenetic *Polystomoides brasiliensis* parasitizing *M. tuberculata* also represents a new host for the species. For both chelonians, we found no difference in the abundance of endoparasites in relation to sex, probably this similarity in the parasite rates are related to the high food overlap that the sexes present, since similar feeding habits of the hosts allow them to be infected by the same endoparasites. We observed significant differences in the levels of infection between the biomes and the seasons (dry and rainy), where the Atlantic Forest specimens showed higher infection rates when compared to the Caatinga and the highest rates occurring in the dry season. Finally, in general, many parasitological parameters evaluated were different in *P. geoffroanus* and *M. tuberculata* in the studied biomes, showing that the variations in the characteristics of the habitats directly influenced the levels of parasitic infection. In the fourth chapter we identified the fauna of ectoparasites that infest *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*, evaluating the effect of host conditions and seasonality (dry and rainy season), on the abundance and composition of ectoparasites, we describe the patterns in the use of the microhabitat (body surfaces of the chelonians), as well as the influence of the biome on infestation rates. We verified the presence of four species of leeches of the family Glossiphoniidae, and one monogeneo of the family Polystomatidae. In both chelonians, we observed a significant difference in the abundance of ectoparasites in relation to sex, biome, season, however there was no relation in length and mass. Regarding the positioning, the leeches were more frequent in the cavities of the hind limbs in *P. geoffroanus*, whereas in *M. tuberculata* it was in the cavities of the anterior limbs. The spatial niche overlap of the leeches in general was high, except for *P. brasiliensis*, single species showed no overlap with the other species, exclusively using the mouths of the hosts as their microhabitat. We obtained the first report of the presence of *Oligobdella brasiliensis* and *Polystomoides brasiliensis* in *M. tuberculata*, and *Helobdella* cf. *adiastola* parasitizing *P. geoffroanus* and *M. tuberculata*. The differences in the infestation levels found may be a reflection of the ecological factors, differences in the behavioral patterns of the hosts, as well as the different anthropic alterations suffered in the Caatinga and Atlantic forest biomes. The fifth chapter refers to the review manuscript titled "*Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt, 1926) –Tuberculate Toadhead Turtle" published in the journal *Chelonian Research Monographs* of the "Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group (IUCN/SSC)", where we present the information

related to *M. tuberculata* species available in the literature, the main objective of this work is to help define the conservation status of the species in IUCN. The sixth chapter corresponds to the manuscript entitled “Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae)” published in the journal *Herpetology Notes* of the “Publication of the Societas Europaea Herpetologica” where we describe the morphometric and color aspects of *M. tuberculata* hatchlings previously unknown in the literature.

Key Words: Population aspects, reproduction, niche partition, overlap, parasitism.

INTRODUÇÃO GERAL

As interações interespecíficas influenciam na abundância das espécies de acordo com o nível de sobreposição dos recursos compartilhados (Schoener, 1983). Assim, valores mais baixos de sobreposição de nicho podem ser interpretados como evidência da partição de recursos (Lindeman, 2000), ou simplesmente maiores distâncias filogenéticas entre as espécies (Clarke & Warwick, 1998; Harvey & Rambaut, 2000; Webb *et al.*, 2002). Interações interespecíficas ocorridas no passado, podem contribuir com os padrões atuais observados, possivelmente resultando em diferenças quanto à escolha do hábitat por parte das espécies ou na utilização de recursos alimentares (Toft, 1985; Souza & Abe, 2000; Segurado & Figueiredo, 2007; Bonino *et al.*, 2009; Segurado *et al.*, 2012; Hahn *et al.*, 2014). No entanto, normalmente existe uma tendência à “conservação de nicho” de acordo com as distâncias filogenéticas, onde espécies filogeneticamente mais próximas aumentam as chances de maior sobreposição no uso de determinado recurso (Losos, 1995; Webb *et al.*, 2002; Vitt & Pianka, 2005). Essa possível similaridade de nichos ecológicos e a ausência de adaptações a essas condições ambientais podem ao final de certo período, acarretar no isolamento de populações ou até mesmo a extinção da espécie para determinada área (Wiens, 2004).

Em geral, estudos que comparam parâmetros dos nichos em espécies simpátricas descrevem estratégias que possibilitam a coexistência, como exemplo, diferenças nos padrões morfológicos, na alocação de recursos, no uso dos microhábitats e nos hábitos alimentares, entre outros (Huey & Pianka, 1974; Pianka, 1975; Pianka & Pianka, 1976). Para quelônios de água doce, essas estratégias parecem estar mais relacionadas a mudanças nos hábitos alimentares e no uso do hábitat (Bjorndal *et al.*, 1997; Lindeman, 2000; Cadi & Joly, 2003; Alcalde *et al.*, 2010). Existem poucos estudos que compararam aspectos da ecologia de tartarugas de água doce em simpatria, sendo que a grande maioria dos estudos está relacionada apenas a aspectos comparativos da dieta (Berry, 1975; Vogt, 1981; Kofron & Schreiber, 1985; Vogt & Guzman, 1988; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Alcalde *et al.*, 2010; Aresco, 2010; Lara *et al.*, 2012). No entanto, tartarugas podem competir por alimento, locais de postura, ou até mesmo por lugares para termorregulação (Bury & Wolfheim, 1973; Bury *et al.*, 1979; Lindeman, 1999; Rovero *et al.*, 1999; Aresco, 2010).

Na ocorrência de duas ou mais espécies simpátricas utilizando o mesmo recurso limitante, essas espécies tendem a se afastar (“habitat shift”) para evitar os impactos negativos da competição, caracterizando dessa forma uma grande interferência de uma espécie na vida da outra (MacArthur & Levins, 1967; Cadi & Joly, 2003, 2004; Polo-Cavia *et al.*, 2009). Essa relação competitiva parece mais evidente entre espécies nativas e invasoras (Lindeman, 2000; Cadi & Joly, 2003, 2004; Polo-Cavia *et al.*, 2009), contudo populações nativas estão

sujeitas aos mesmo fatores competitivos, mesmo que em escalas diferentes (Bury & Wolfheim, 1973; Bury *et al.*, 1979; Lindeman, 1999; Rovero *et al.*, 1999).

Outro aspecto ecológico importante é o parasitismo que é considerado um dos principais controladores das populações dos hospedeiros, podendo causar grandes impactos, influenciando fortemente na estrutura das populações e até mesmo na diversidade de espécies no ambiente (Washburn *et al.*, 1991; Thomas *et al.*, 1995). Praticamente todos os animais estão suscetíveis a organismos com a forma de vida parasitária. O parasitismo é uma relação ecológica desarmônica, onde um organismo vive internamente (endoparasitos) ou sobre (ectoparasitos) outro organismo, o hospedeiro, obtendo fonte de alimento e abrigo às custas deste (Holmes & Price, 1980).

Os parasitos em répteis podem causar graves problemas como hemorragia, deficiência nutricional, pneumonia e processos inflamatórios (Santoro *et al.*, 2007; Klingenberg, 2012), provocando diversos efeitos danosos sobre os hospedeiros, como por exemplo a influência nos padrões reprodutivos, fisiológicos, morfológicos e comportamentais (Ressel & Schall, 1989; Main & Bull, 2000; Marcogliese, 2004). Mas, por conta da longevidade observada em quelônios, esses efeitos podem levar longos períodos para serem notados (Brites & Rantin, 2004).

Os endoparasitos encontrados em quelônios aquáticos normalmente são nematódeos e trematódeos, que comumente parasitam o trato gastrointestinal e sistema respiratório (Vicente *et al.*, 1993; Aznar *et al.*, 1998; Santoro *et al.*, 2006; Hidalgo-Vila *et al.*, 2009; Santoro *et al.*, 2010; Bursey & Brooks, 2011; Moraga *et al.*, 2012; Bernardon *et al.*, 2013; Mascarenhas *et al.*, 2013; Bernardon *et al.*, 2014; Mascarenhas & Müller, 2015b, 2015a; Viana *et al.*, 2016). Já os ectoparasitos mais comuns são as sanguessugas hematófagas (Ringuelet, 1944; Sawyer, 1986; Watermolen, 1996; Light & Siddall, 1999; Siddall & Borda, 2004; Cubas *et al.*, 2006) ocupando normalmente às axilas, virilhas, pescoço, cauda e até mesmo a boca (Jacobson *et al.*, 1989; Herbst, 1994). As sanguessugas são ainda hospedeiras intermediárias nos ciclos de vida de trematódeos e cestóides e são vetores de protozoários parasitos (Mishra & González, 1978; Siddall & Desser, 1991; Mader, 1996; Goater, 2000; Telford Jr, 2008).

Estudos parasitológicos são essenciais para a compreensão da interação parasito - hospedeiro, assim como das comunidades biológicas relacionadas (Rocha *et al.*, 2003), sendo possível indicar níveis de estresse ambiental, aspectos na rede ecológica e explicar características da biodiversidade local (Marcogliese, 2005). Ainda, as informações relacionadas as infecções parasitárias são de grande importância na biologia da conservação, pois podem ter implicações importantes na biologia das populações dos hospedeiros e podem ser usadas nas decisões de gestão ambiental (McCoy *et al.*, 2003; Wickström *et al.*, 2003).

De maneira geral, a fauna parasitária de répteis é considerada como pouco conhecida quando comparada a outros vertebrados (Aho, 1990), sendo ainda menos conhecida a de quelônios, resultado de sub-amostragem que este grupo apresenta nos levantamentos faunísticos (Viana *et al.*, 2016). Apesar do aumento no número de estudos sobre parasitos de tartarugas de água doce em todo o mundo, estudos sobre tartarugas Neotropicais ainda são recentes e escassos (Burse & Brooks, 2011; Mascarenhas *et al.*, 2013).

Estudos desenvolvidos com quelônios, que normalmente têm um ciclo de vida longo, apresentam uma dificuldade para serem realizados, pois alguns indivíduos destas espécies podem sobreviver até mais do que os pesquisadores que as estão estudando (Bager, 1997). Esse fato requer o desenvolvimento de estudos a longo prazo e metodologias específicas para acompanhar as populações em questão, a fim de que esses dados sejam suficientes para a elucidação dos aspectos da sua história natural (Souza, 2004; Souza & Molina, 2007). Na região Neotropical a maior parte dos estudos com quelônios são desenvolvidos com espécies marinhas e limícolas da Amazônia (Souza & Molina, 2007). As pesquisas normalmente estão associadas ao manejo de animais, principalmente juvenis, a proteção das áreas de desova e educação ambiental em comunidades ribeirinhas (Souza & Molina, 2007). A maior parte desses estudos visaram à redução nos processos predatórios, recuperação das populações e a inibição do uso descontrolado dos quelônios como recurso alimentar. Os estudos conduzidos nas últimas décadas contribuíram de maneira significativa para a elucidação de vários aspectos da biologia do grupo de quelônios aquáticos. Apesar disso, o conhecimento da história natural de cágados Neotropicais ainda é bastante incipiente, principalmente quando se trata de espécies não amazônicas (Souza & Molina, 2007; Caputo & Vogt, 2008; Alcalde *et al.*, 2010).

Apesar dos esforços, ainda existem deficiências a serem supridas. Faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que priorizem a pesquisa sobre aspectos biológicos, ecológicos e comportamentais de quelônios em vida livre em outras áreas da região neotropical, pois ainda existe uma carência de informações para muitos quelônios, informações básicas como a distribuição geográfica, é atualmente desconhecida para a maioria das espécies, provavelmente devido à falta de amostragens (Souza, 2004; Souza & Molina, 2007). Essa escassez de conhecimento é evidenciada, por exemplo, pela lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), onde a cerca de 60% dos quelônios Neotropicais é classificada como “Deficiente em Dados” ou “Atualização Necessária”, de modo que seus estados de conservação permanecem desconhecidos ou desatualizados.

Mesoclemmys tuberculata e *Phrynops geoffroanus*, de ocorrência em Sergipe, foram escolhidas para a análise da partição de nicho em razão da similaridade no uso dos recursos

espaciais, temporais e tróficos, o que indicam serem competidoras em potencial. *Mesoclemmys tuberculata* é uma espécie de tamanho médio que pode atingir até 300 mm de comprimento retilíneo de carapaça (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Vetter, 2005). A cor da carapaça pode variar de castanho claro à escuro ou pode ser inteiramente preta. A superfície de cada escudo normalmente é áspera com estrias elevadas (Ernst & Barbour, 1989.; Bonin *et al.*, 2006) e o plastrão é amarelado podendo apresentar manchas enegrecidas, escurecendo de acordo com a ontogenia (Bonin *et al.*, 2006). A cabeça e o pescoço apresentam um cinza escuro sendo a região ventral é amarelada ou acinzentada. A parte posterior da cabeça pode ser provida de pontos claros, e as mandíbulas são amarelo-claro com uma faixa mais leve na região superior (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Bonin *et al.*, 2006). O pescoço é coberto com tubérculos cônicos, utilizado na nomenclatura da espécie (Ernst & Barbour, 1989.; Bonin *et al.*, 2006).

O dimorfismo sexual é marcado, com fêmeas maiores que os machos (Corazza & Molina, 2004). Os machos apresentam caudas mais longas e espessas, com uma abertura cloacal distal (Corazza & Molina, 2004). Vários Testudines apresentam este dimorfismo sexual (Berry & Shine, 1980; Gibbons & Lovich, 1990; Goulart, 2004; Bujes, 2010) e em Chelidae, muitas espécies se assemelham a *M. tuberculata*, como *Hydromedusa maximiliani* (Souza & Martins, 2009), *Hydromedusa tectifera* (Chinen *et al.*, 2004), *Acanthochelys macrocephala* (Métraiiller, 2006), *Mesoclemmys vanderhaegei* (Marques *et al.*, 2014), *Mesoclemmys dahli* (Forero-Medina *et al.*, 2013), *Phrynops geoffroanus* (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), entre outras.

Mesoclemmys tuberculata é uma tartaruga de água doce endêmica do Brasil ocorrendo desde a região semi-árida do nordeste brasileiro até a bacia do Atlântico-Nordeste (Vanzolini *et al.*, 1980; Iverson, 1992; Moura *et al.*, 2014). Habita corpos hídricos da Bahia (Santos *et al.*, 2008), Sergipe (Morato *et al.*, 2011), Alagoas (Santos *et al.*, 2008; Lins *et al.*, 2015), Piauí (Loebmann *et al.*, 2006; Cavalcanti *et al.*, 2014), Ceará (Loebmann & Haddad, 2010; Moura *et al.*, 2015), Maranhão (Batistella *et al.*, 2008; Barreto *et al.*, 2010), Paraíba (Barbosa *et al.*, 2007), Pernambuco (Moura *et al.*, 2011), Rio Grande do Norte (Caldas, *et al.*, 2016) e Minas Gerais (Silveira & Valinhas, 2010). É geralmente associada com a Caatinga e Mata Atlântica, e principalmente na bacia do rio São Francisco (Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2014). No entanto, ela também foi registrada no Cerrado na região da bacia do Rio São Francisco em área de influência da Caatinga no noroeste do Estado de Minas Gerais (Silveira & Valinhas, 2010). É uma espécie associada tanto a ecossistemas costeiros quanto a região semi-árida, onde pode explorar uma grande variedade de tipos de habitats, tais como rios, lagos permanentes ou corpos d'água temporários (Vanzolini *et al.*, 1980; Loebmann *et al.*, 2006;

Silveira & Valinhas, 2010; Moura *et al.*, 2012), preferindo águas lentas (Bonin *et al.*, 2006). A maioria dos aspectos ecológicos de *M. tuberculata* permanecem desconhecidos (Souza, 2004). Na última década, foram realizados alguns estudos em ambiente natural sobre a biologia desta espécie, mas a maioria dos estudos se restringiram a descrever a extensão de sua distribuição geográfica (Loebmann *et al.*, 2006; Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Silveira & Valinhas, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Cavalcanti *et al.*, 2014; Moura *et al.*, 2014), a descrição dos juvenis (Santana *et al.*, 2015), informações sobre demografia e razão sexual para uma localidade na biorregião do Araripe (Moura *et al.*, 2015) e dieta e endoparasitos na mesma região (Pereira, 2014).

Quanto a reprodução, apenas aspectos em cativeiro foram descritos, como o comportamento de corte, entre janeiro e outubro, sendo mais frequente entre janeiro e julho (Corazza & Molina, 2004). Os animais foram observados principalmente na água sendo que o macho examinava olfativamente a região da cauda, cloaca e carapaça da fêmea e, durante a maior parte do tempo, ele tentou mordê-la na região do pescoço. Interações também foram observadas fora da água, O macho foi observado em cima da fêmea, mordendo levemente o pescoço e apresentando movimentos rítmicos da cabeça, com os pés apoiados no chão e as mãos sobre os escudos costais da fêmea (Corazza & Molina, 2004). Parâmetros reprodutivos como tamanho médio da fêmea, o tamanho da ninhada, os parâmetros de ovos (tamanho, volume, massa), a massa de desova média, tempo de incubação (dias), estação reprodutiva, descrição do local do ninho, são desconhecidos para as populações em ambientes naturais (Souza *et al.*, 2006). O único registro de nidificação ocorreu em outubro (Corazza & Molina, 2004), também em cativeiro, aonde o único ovo foi deixado na água, tinha casca calcária lisa e de cor creme, e ligeiramente de forma alongada (Corazza & Molina, 2004). A composição da dieta e comportamento alimentar é pouco conhecida para *M. tuberculata*, mas aparentemente é carnívora, consumindo em cativeiro minhocas, peixes e insetos (Bonin *et al.*, 2006). Por muito tempo, o nematoide *Serpinema monospiculatus* foi o único endoparasito registrado para esse quelônio (Freitas & Dobbin Júnior, 1971), no entanto, mais recentemente foram registrados também *Spiroxys figueiredoi* e *Physaloptera retusa* (Pereira, 2014).

Até o momento apenas Moura *et al.* (2015) em um estudo desenvolvido na Chapada do Araripe tentou determinar a estrutura de uma população de *M. tuberculata* em seu ambiente natural, registrando uma densidade populacional de aproximadamente 2 tartarugas/ ha, porém registrou apenas fêmeas em seu estudo, impossibilitando maiores investigações. Espécimes de *M. tuberculata* podem ser encontrados geralmente associados a ambientes antrópicos, como por exemplo lagos construídos em zona rural, que abrigam pequenas populações da espécie (Santana *et al.*, 2016). A construção de barragens para armazenamento de água também fornece habitats adequados para *M. tuberculata*, mas

devido à presença de grandes áreas agrícolas entre estes habitats, é provável que as populações estejam reprodutivamente isoladas umas das outras (Santana *et al.*, 2016). Estudos sobre a estrutura da população de *M. tuberculata* em habitats ambos não perturbadas e antropogênicas são necessários para avaliar o status populacional das espécies.

Além da perda de hábitat, esta espécie também é ligeiramente ameaçada pelo consumo por populações humanas na região semi-árida do Brasil (Barbosa *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2009; Barbosa & Barbosa, 2011; Alves *et al.*, 2012; Mendonça *et al.*, 2014; Moura *et al.*, 2014). *Mesoclemmys tuberculata*, quando capturadas acidentalmente em redes de pesca e anzóis, são eventualmente utilizados como recurso alimentar, medicinal ou vendidos como animais de estimação, mas tem sido muitas vezes descartados pelas populações locais (Alves *et al.*, 2012; Mendonça *et al.*, 2014). Na medicina popular é usada no tratamento de doenças, tais como reumatismo, trombose, bronquite, diarreia, sangramento, asma, dores de garganta e rouquidão (Marques, 1995; Costa-Neto, 1996; Alves *et al.*, 2009; Alves *et al.*, 2012; Mendonça *et al.*, 2014).

Apesar do avanço na degradação do ambiente onde *M. tuberculata* ocorre, existe o registro dela em várias áreas protegidas no Brasil, como por exemplo o Parque Nacional de Ubajara e Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe no Ceará (Loebmann & Haddad, 2010; Moura *et al.*, 2015), Parque Nacional Serra da Capivara no Piauí (Cavalcanti *et al.*, 2014), Monumento Natural do São Francisco na Bahia, Sergipe e Alagoas (Santos *et al.*, 2008), Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco Mata do Junco, Monumento Natural Grota do Angico, e Parque Nacional Serra de Itabaiana em Sergipe (Morato *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2015), Refúgio de Vida Silvestre Mata do Camucim, Refúgio de Vida Silvestre Mata do Toró e Estação Ecológica do Tapacurá em Pernambuco (Moura *et al.*, 2011). Essas áreas são relativamente pequenas em comparação com a distribuição das espécies, no entanto, há um número significativo de áreas protegidas que favorecem a manutenção e conservação de suas populações e esta espécie provavelmente também habita outras áreas protegidas, que permanecem pouco amostradas.

Phrynops geoffroanus é considerada uma espécie de médio porte, podendo alcançar até 390 mm (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007). Apresenta uma carapaça escura, do marrom claro ao preto, escudos geralmente rugosos e/ou com algumas estrias salientes. A carapaça é avermelhada com manchas pretas, cabeça pequena e estreita em relação ao corpo, coberta com escamas pequenas e irregulares, e pescoço com tubérculos discretos (Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Bujes, 2010). O plastrão é amarelado ou castanho-amarelado, bem desenvolvido com entalhe anal. Nos adultos mais velhos a porção ventral dos escudos marginais, ponte e plastrão varia de amarelo uniforme a marrom claro, enquanto que nos juvenis e sub adultos são

avermelhados e enegrecidos (Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Teixeira *et al.*, 2016). Apesar de ser pouco acentuado, esta espécie possui dimorfismo sexual relacionado à concavidade do plastrão e localização da abertura cloacal (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), onde os machos apresentam cauda mais longa, abertura cloacal mais distal, plastrão ligeiramente côncavo, menor tamanho e carapaça mais baixa (Medem, 1960; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Moura *et al.*, 2015).

Phrynops geoffroanus é a espécie que apresenta a mais ampla distribuição geográfica na América do Sul, desde a Amazônia colombiana até o Sul do Brasil e norte da Argentina (Pritchard & Trebbau, 1984; Ernst & Barbour, 1989.). É encontrada nas principais bacias hidrográficas da região e ocorre nos mais variados ambientes aquáticos como rios, córregos e lagos (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), sendo inclusive comumente registrado em ambientes urbanos (Souza & Abe, 2001; Martins *et al.*, 2010). Embora seja amplamente distribuída, ainda existem dúvidas taxonômicas sobre a ocorrência de sub-espécies ou espécies crípticas dentro do grupo. Alguns autores atribuem as várias ocorrências desta tartaruga de água doce como um "*complexo geoffroanus*" (Rhodin & Mittermeier, 1983; McCord *et al.*, 2001; Souza, 2005; Vogt, 2008).

Em cativeiro, o acasalamento de *Phrynops geoffroanus* ocorre em qualquer horário do dia (Medem, 1960; Molina, 1996). Os machos procuram por fêmeas sensorialmente, cheirando a cloaca de outro indivíduo a fim de realizar o reconhecimento específico e a determinação sexual e até mesmo avaliar a receptividade das fêmeas. Durante a pré-cópula o macho arranha a carapaça da fêmea com as garras dos pés ou morde o pescoço da fêmea, o que funciona como um estímulo tátil. A cópula ocorre quando a fêmea permite que o macho permaneça sobre ela e as caudas aproximam-se (Molina, 1996). Ela nidifica em locais de solo arenoso ou argiloso, coberto normalmente por vegetação arbustiva, preferencialmente em locais com boa exposição ao sol (Medem, 1960; Guix, 1989). Tanto em cativeiro (Guix, 1989; Molina, 1998) como em condições naturais (Souza & Abe, 2001), as desovas foram registradas no período mais seco do ano, enquanto que os nascimentos ocorreram durante as estações mais chuvosas. Ela desova ao anoitecer, depositando entre três e 30 ovos por ninhada (Pritchard & Trebbau, 1984; Souza & Abe, 2001), com a eclosão ocorrendo entre 115 e 186 dias (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007).

Apesar de *P. geoffroanus* ser de ampla distribuição, poucas informações estão disponíveis a respeito do uso dos recursos alimentares (Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Souza & Molina, 2007), sendo considerada uma espécie onívora, composta por peixes, macroinvertebrados bentônicos, principalmente Diptera (Chironomidae), crustáceos e ainda itens vegetais como macrófitas, sementes e frutos (Medem, 1960; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Souza, 2004; Souza & Molina, 2007; Martins *et al.*, 2010). A fauna

parasitária registrada para *P. geoffroanus* inclui os trematódeos (Digenea) (Novelli *et al.*, 2013; Fernandes & Kohn, 2014), nematoides (Freitas & Dobbin Júnior, 1971) e monogenóides (Vieira *et al.*, 2008).

Dessa forma fica evidente a necessidade de realização de estudos sobre a biologia dos quelônios em ambientes naturais de Caatinga e Mata Atlântica, visando analisar os aspectos ecológicos e comportamentais de quelônios em vida livre de forma a permitir o preenchimento dessa grande lacuna do conhecimento. De tal modo, a realização de investigações direcionadas a aspectos da ecologia de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em área de Caatinga e Mata Atlântica nordestina permitirá avaliar a relação competitiva entre espécies nativas, e contribuirá para a ampliação dos conhecimentos sobre quelônios da região Neotropical.

Assim este estudo tem como objetivo avaliar de que maneira as populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* de áreas de Caatinga e Mata Atlântica utilizam os recursos espaciais, temporais e tróficos, bem como a influência das condições ambientais como diferentes regimes pluviais na dieta, reprodução, parasitismo, estrutura populacional das espécies.

METODOLOGIA GERAL

As amostras de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* (Figura 1) foram obtidas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa), ao longo de um ano, com duração de dez dias consecutivos em cada uma das seis localidades de coleta, três em área de Caatinga e três na Mata Atlântica, totalizando 120 dias de amostragem. O estudo foi desenvolvido no ano de 2014 e para definição dos meses que compuseram as estações chuvosa e seca foram adotados com base em informações da distribuição de precipitações nas áreas (médias históricas) ao longo dos anos (Hijmans *et al.*, 2005). Os meses considerados como pertencentes à estação chuvosa foram de abril à agosto, sendo os demais atribuídos à estação seca.

Áreas de Estudo

As populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* foram estudadas em seis localidades, sendo três em áreas de Caatinga e três na Mata Atlântica no Estado de Sergipe.

As localidades selecionadas (Figura 2) para o desenvolvimento do trabalho na Caatinga foram o Monumento Natural do Rio São Francisco (09° 41.202' S e 037° 42.963' N - município de Poço Redondo), Monumento Natural Grota do Angico (09° 40.852' S e 037° 41.408' N - município de Poço Redondo) e a Bacia do Rio Real (11° 10.730' S e 038° 02.300' N - município de Tobias Barreto) (Figura 3). As áreas de Mata Atlântica selecionadas foram o Parque Nacional Serra de Itabaiana (10° 45.251' S e 037° 20.511' N - município de Areia Branca), Reserva Biológica de Santa Isabel (10° 35.766' S e 036° 40.366' N - município de Pirambu) e Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (10° 31.895' S e 037° 03.142' N - município de Capela) (Figura 4).

A Catinga sergipana apresenta uma altitude média de 100 m. As condições climatológicas locais são definidas por temperaturas elevadas durante o verão, com amplitude térmica acentuada. As médias pluviométricas em torno de 500 mm, as precipitações irregulares e a ocorrência de oito meses secos e quatro moderadamente úmidos permitiram Santos (1992) classificar o clima da região como árido, limitado por espaços semiáridos, (classe BSh de Köppen). O regime pluviométrico é marcado por um período seco no verão e outro chuvoso concentrado geralmente entre os meses de abril a agosto, coincidindo com o outono-inverno. As condições climáticas locais caracterizam uma elevada evapotranspiração e a presença quase exclusiva de rios temporários (excetuando-se apenas o Rio São Francisco) e acúmulos de água de tamanho e duração variáveis chamados tanques ou cacimbas.

Os fatores climáticos locais permitem classificar a Caatinga da região como hiperxerófila. A vegetação é composta basicamente por três estratos e uma formação arbustiva-arbórea do tipo *Caesalpinia* – *Aspidosperma* – *Jatropha* (catingueira – pereiro – pinhão-bravo), com árvores de maior porte distribuídas de modo esparsa (Prado, 2005).

Em Sergipe, a Mata Atlântica é marcada por uma vegetação extremamente heterogênea e diversificada. De maneira geral, apresenta um alto índice pluviométrico (5.000 mm anuais nas regiões serranas e 1.100 a 1.800 mm nas demais regiões), resultante dos ventos alísios oceânicos carregados de umidade que são empurrados para as regiões continentais contra as cadeias montanhosas costeiras, onde ocorre a precipitação, fator que auxiliou na criação das condições necessárias para as formações vegetais instalarem-se (Ab'Saber, 1977; Steinmetz & De Martine, 2004; Tonhasca-Júnior, 2005).

Diferentes formações vegetais podem ser identificadas de acordo com o tipo de solo, clima e relevo. Próximos ao mar, seguindo a desembocadura dos rios, ocorrem os manguezais e na planície costeira (incluindo as dunas), as formações arbustivas e arbóreas de restinga. Nas encostas, sobre vales e em planaltos distribuem-se as florestas ombrófilas densa, mista e aberta. Adentrando o interior, surge a floresta estacional (decidual e semidecidual) e os brejos interioranos. Além disso, em cumes de planaltos acidentados, que terminam em serras altas, podem ser encontrados os campos de altitude (Lima, 1998; Steinmetz & De Martine, 2004; Campanili & Prochnow, 2006; Moura, 2006).

Apesar da redução de sua área, este bioma ainda é muito rico, sendo caracterizado como extremamente biodiverso (Tabarelli *et al.*, 2005a; Tabarelli *et al.*, 2005b; Pinto *et al.*, 2006). Segundo Mittermeier (2005), a Mata Atlântica está incluída em um dos 35 *hotspots* mundiais da biodiversidade, áreas com grande riqueza e endemismos que se encontram ameaçadas pela forte pressão antrópica a que vêm sendo submetidas (Costa & Corrêa, 1992).

Procedimentos

Os indivíduos foram capturados com armadilhas aquáticas de funil, tipo covo - *hoop traps* (Figura 5), colocadas em rios, riachos e lagoas. Em cada ponto de coleta foram utilizadas 20 armadilhas, cada uma confeccionada com três aros em alumínio e unida por rede de malha de 40mm entre nós, com entrada tipo funil. O diâmetro dos aros de alumínio é de 80cm, a distância entre aros de 60cm e o comprimento total da armadilha (distância entre os dois primeiros aros somados ao final da armadilha) de dois metros.

Para a análise de uso de ambientes, sempre que possível, as armadilhas foram instaladas em diferentes locais amostrados, com aproximadamente 25 m de distância uma da

outra ao longo do corpo d'água. Portanto, o número de armadilhas por corpo d'água foi variável e o esforço amostral foi proporcional ao tamanho de cada local amostrado.

Para atrair os cágados as armadilhas foram iscadas com carne bovina, em sacos de tela, evitando assim a ingestão do conteúdo pelos animais. As armadilhas foram revisadas, a cada três horas para evitar acúmulo de fauna (Figura 6), e permaneceram na água entre as 06:00h e 18:00h, com eventuais coletas noturnas.

As armadilhas do tipo covo (*hoop traps*) foram instaladas nas margens dos corpos d'água, deixando sempre uma porção da armadilha emersa, possibilitando que os indivíduos capturados chegassem até a superfície da água, evitando assim o afogamento dos animais. Em ambientes com águas menos turbidas foi realizada a busca ativa entre 07:00h e 17:00h, utilizando-se mergulho livre com o auxílio de máscara, snorkel e nadadeiras do tipo pé-de-pato.

A marcação individual dos espécimes foi realizada por perfurações nos escudos marginais, seguindo a metodologia descrita por Cagle (1939) e adaptada para a conveniência deste estudo. A marcação dos animais foi utilizada com o objetivo de evitar que dados de um mesmo espécime fossem obtidos mais de uma vez na mesma expedição, e possibilitar o registro individual nos diferentes períodos do estudo. Nesta marcação considerou-se o primeiro escudo marginal direito como o número um (01), e os demais receberam sua numeração em ordem crescente. Os escudos marginais 4º ao 7º e 18º ao 21º não foram marcados, por fazerem parte da ponte (estrutura que conecta a carapaça e o plastrão) (Vitt & Caldwell, 2014), sendo mais espesso, provocaria uma injúria maior aos animais. Através de combinações entre escudos é possível obter números que variaram de um a 5999 (Figura 7). As perfurações foram feitas com furadeira elétrica portátil e brocas metálicas (Figura 8).

Este método, além de apresentar pouca ou nenhuma interferência nas atividades diárias dos quelônios (Cagle, 1939), também poderá auxiliar em outros estudos, em longo prazo, focados na dinâmica populacional destes animais.

Cada animal adulto capturado foi sexado de acordo com as características morfológicas externas, caracteres sexuais secundários (Figura 9), tais como concavidade plastral e comprimento da cauda (Berry & Shine, 1980; Ernst & Barbour, 1989; Guix, 1989; Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Corazza & Molina, 2004; Goulart, 2004; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2016). O trabalho foi autorizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Licença de Pesquisa e Coleta SISBIO nº: 38724-1).

REFERÊNCIAS

- Ab'Saber, A. N. (1977). Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia*, 52: 1-121.
- Aho, J. M. (1990). Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparative approaches to understanding patterns and processes. In G. W. Esch, A. O. Bush & J. M. Aho (Eds.), *Parasite communities: patterns and processes* (pp. 157-195). New York, USA: Springer.
- Alcalde, L., Derocco, N. N., & Rosset, S. D. (2010). Feeding in syntopy: diet of *Hydromedusa tectifera* and *Phrynops hilarii* (Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1): 33-44. doi: 10.2744/CCB-0794.1
- Alves, R. R. N., Léo Neto, N. A., Santana, G. G., Vieira, W. L. S., & Almeida, W. O. (2009). Reptiles used for medicinal and magic religious purposes in Brazil. *Applied Herpetology*, 6(3): 257-274. doi: 10.1163/157075409X432913
- Alves, R. R. N., Pereira Filho, G. A., Vieira, K. S., Souto, W. M. S., Mendonça, L. E. T., Montenegro, P. F. G. P., Almeida, W. O., & Vieira, W. L. S. (2012). A zoological catalogue of hunted reptiles in the semiarid region of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(1): 1-29. doi: 10.1186/1746-4269-8-27
- Aresco, M. J. (2010). Competitive Interactions of Two Species of Freshwater Turtles, a Generalist Omnivore and an Herbivore, Under Low Resource Conditions. *Herpetologica*, 66(3): 259-268. doi: 10.1655/09-004.1
- Aznar, F. J., Badillo, F. J., & Raga, J. A. (1998). Gastrointestinal helminths of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the western Mediterranean: constraints on community structure. *The Journal of parasitology*, 84(3): 474-479. doi: 10.2307/3284708
- Bager, A. (1997). *Aspectos da dinâmica reprodutiva de Phrynops hilarii (Duméril & Bibron, 1835)(Testudines–Chelidae) no sul do Rio Grande do Sul*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Barbosa, A. R., Nishida, A. K., Costa, E. S., & Cazé, A. L. R. (2007). Abordagem etnoherpetológica de São José da Mata - Paraíba - Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 7(2): 117-123.
- Barbosa, J. A. A., & Barbosa, R. K. V. C. (2011). Percepção de moradores do semi-árido paraibano sobre a diversidade e relevância da fauna em duas comunidades rurais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 11(1): 123-133.
- Barreto, L., Ribeiro, L. E. S., Ribeiro, A. B. N., Azevedo, R. R., Tavares, D. L., Abreu, J. M. S., & Cutrim, N. B. (2010). Mapeamento de Áreas de Ocorrência e Aspectos de Conservação de Tartarugas (Chelonia) de Água Doce no Estado do Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 23(1): 49-56.
- Batistella, A., Pötter, C., Barreto, L., & Vogt, R. C. (2008). Geographic Distribution, *Mesoclemmys tuberculata*. *Herpetological Review*, 39(1): 107-108.

- Bernardon, F. F., Valente, A. L., & Müller, G. (2013). Gastrointestinal helminths of the Argentine side-necked turtle, *Phrynops hilarii* (Duméril & Bibron, 1835)(Testudines, Chelidae), in south Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(1): 55-57.
- Bernardon, F. F., Valente, A. L., & Müller, G. (2014). Gastrointestinal helminths of *Trachemys dorbigni* Duméril & Bibron, 1835 (Testudines, Emydidae) from artificial urban ponds in southern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 9(1): 54-57.
- Berry, J. F. (1975). The population effects of ecological sympatry on musk turtles in Northern Florida. *Copeia*, 1975(4): 692-701.
- Berry, J. F., & Shine, R. (1980). Sexual Size Dimorphism and Sexual Selection in Turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44(2): 185-191.
- Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Lagueux, C. J., & Jackson, D. R. (1997). Dietary overlap in three sympatric congeneric freshwater turtles (*Pseudemys*) in Florida. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(3): 430-433.
- Bonin, F., Devaux, B., & Dupré, A. (2006). *Turtles of the World*. London: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- Bonino, M. F., Lescano, J. N., Haro, J. G., & Leynaud, G. C. (2009). Diet of *Hydromedusa tectifera* (Testudines-Chelidae) in a mountain stream of Córdoba province, Argentina. *Amphibia-Reptilia*, 30(4): 545-554.
- Brites, V. L. C., & Rantin, F. T. (2004). The influence of agricultural and urban contamination on leech infestation of freshwater turtles, *Phrynops geoffroanus*, taken from two areas of the Uberabinha River. *Environmental Monitoring and Assessment*, 96(1): 273-281. doi: 10.1023/B:EMAS.0000031733.98410.3c
- Brito, E. S., Strussmann, C., & Penha, J. M. F. (2009). Population Structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines:Chelidae) in the Cerrado of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. *Biota Neotropica*, 9(4): 245-248.
- Bujes, C. S. (2010). Os Testudines continentais do Rio Grande do Sul, Brasil: taxonomia, história natural e conservação. *Iheringia Zool*, 100(4): 413-424.
- Bursey, C. R., & Brooks, D. R. (2011). Nematode parasites of five species of turtles from the Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica, with description of a new species of Falcaustra. *Comparative Parasitology*, 78(1): 107-119. doi: 10.1654/4431.1
- Bury, R. B., & Wolfheim, J. H. (1973). Aggression in free-living pond turtles (*Clemmys marmorata*). *BioScience*, 23(11): 659-662.
- Bury, R. B., Wolfheim, J. H., & Luckenbach, R. A. (1979). Agonistic behavior in free-living painted turtles (*Chrysemys picta bellii*). *Biology of Behaviour*, 4(3): 227-239.
- Cadi, A., & Joly, P. (2003). Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology*, 81(8): 1392-1398. doi: 10.1139/Z03-108

- Cadi, A., & Joly, P. (2004). Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation*, 13: 2511-2518.
- Cagle, F. R. (1939). A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 1939(3): 170-173.
- Caldas, F. L. S.; Costa, T. B.; Laranjeiras, D. O.; Mesquita, D. O. & Garda, A. A. (2016). Herpetofauna of protected areas in the Caatinga V: Seridó Ecological Station (Rio Grande do Norte, Brazil). *Check List*, 12(4): 1929. doi:10.15560/12.4.1929
- Campanili, M., & Prochnow, M. (2006). *Mata Atlântica - Uma rede pela floresta*. Brasília, DF: RMA, 332 pp.
- Caputo, F. P., & Vogt, R. C. (2008). Stomach flushing vs. fecal analysis: the example of *Phrynops rufipes* (Testudines: Chelidae). *Journal Information*, 2008(2): 301-305. doi: 10.1643/CH-05-031
- Cavalcanti, L. B. Q., Costa, T. B., Colli, G. R., Costa, G. C., França, F. G. R., Mesquita, D. O., Palmeira, C. N. S., Pelegrin, N., Soares, A. H. B., Tucker, D. B., & Garda, A. A. (2014). Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List*, 10(1): 18-27.
- Chinen, S., Lisboa, C. S., & Molina, F. B. (2004). Biologia reprodutiva de *Hydromedusa tectifera* em cativeiro (Testudines, Chelidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 71(supl.): 401-403.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (1998). A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of applied ecology*, 35(4): 523-531.
- Corazza, S. S., & Molina, F. B. (2004). Biologia Reprodutiva e Conservação *Ex-Situ* de *Batrachemys tuberculata* (Testudines, Chelidae): Primeiras Observações. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71: 410-412.
- Costa-Neto, E. M. (1996). Faunistic resources used as medicines by an Afro-Brazilian community from Chapada Diamantina National Park, state of Bahia-Brazil. *Sitientibus*, 15: 211-219.
- Costa, J. P. d. O., & Corrêa, F. (1992). A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. *São Paulo em Perspectiva*, 6(1/2): 106-111.
- Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (2006). *Tratado de Animais Selvagens*. São Paulo, BR: Roca, 1376 pp.
- Ernst, C. H., & Barbour, R. W. (1989.). *Turtles of the World*. Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- Fachín-Terán, A., Vogt, R. C., & Gomez, M. F. S. (1995). Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guapore, Rondonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 29(4): 536-547.

- Fernandes, B. M. M., & Kohn, A. (2014). *South American trematodes parasites of amphibians and reptiles*. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 228 pp.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O. V., Cárdenas-Arevalo, G., & Medina-Rangel, G. F. (2013). *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-Headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. *Chelonian Research Monographs*, 5(1): 069.061-069.068. doi: 10.3854/crm.5.069.dahli.v1.2013
- Freitas, J. F., & Dobbin Júnior, J. E. (1971). Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica de quelônios no Estado de Pernambuco, Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 69(1): 33-39.
- Gibbons, J. W., & Lovich, J. E. (1990). Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs*, 4: 1-29.
- Goater, T. M. (2000). The leech, *Oligobdella biannulata* (Glossiphoniidae) on desmognathine salamanders: Potential for trypanosome transmission? *The American Midland Naturalist*, 144(2): 434-438. doi: 10.1674/0003-0031(2000)144[0434:TLOGBO]2.0.CO;2
- Goulart, C. E. S. (2004). *Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis*. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária, 56 pp.
- Guix, J. C. C. (1989). Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines-Chelidae). *Série Documentos do Grupo de Estudos Ecológicos*, 1: 1–19.
- Hahn, A. T., Rosa, C. A., Bager, A., & Krause, L. (2014). Dietary variation and overlap in D'Orbigny's slider turtles *Trachemys dorbigni* (Duméril and Bibron 1835)(Testudines: Emydidae). *Journal of Natural History*, 48(11-12): 721-728. doi: 10.1080/00222933.2013.840400
- Harvey, P. H., & Rambaut, A. (2000). Comparative analyses for adaptive radiations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 355(1403): 1599-1605. doi: 10.1098/rstb.2000.0721
- Herbst, L. H. (1994). Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases*, 4: 389-425.
- Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C., Ribas, A., Florencio, M., Pérez-Santigosa, N., & Casanova, J. C. (2009). Helminth communities of the exotic introduced turtle, *Trachemys scripta elegans* in southwestern Spain: Transmission from native turtles. *Research in veterinary science*, 86(3): 463-465. doi: 10.1016/j.rvsc.2008.08.003
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15): 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Holmes, J. C., & Price, P. W. (1980). Parasite communities: the roles of phylogeny and ecology. *Systematic Zoology*, 29(2): 203-213. doi: 10.2307/2412650

- Huey, R. B., & Pianka, E. R. (1974). Ecological Character Displacement in a Lizard. *American Zoologist*, 14: 1127-1136.
- Iverson, J. B. (1992). *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. . Richmond, Indiana, USA: Richard Privately Printed, 363 pp.
- Jacobson, E. R., Mansell, J. L., Sundberg, J. P., Hajjar, L., Reichmann, M. E., Ehrhart, L. M., Walsh, M., & Murru, F. (1989). Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of comparative pathology*, 101(1): 39-52. doi: 10.1016/0021-9975(89)90075-3
- Klingenberg, R. (2012). *Understanding reptile parasites* (2 ed.). California: I-5 Publishing, 200 pp.
- Kofron, C. P., & Schreiber, A. A. (1985). Ecology of Two Endangered Aquatic Turtles in Missouri: *Kinosternon flavescens* and *Emydoidea blandingii*. *Journal of Herpetology*, 19(1): 27-40. doi: 10.2307/1564417
- Lara, N. R. F., Marques, T. S., Montelo, K. M., Ataídes, A. G., Verdade, L. M., Malvásio, A., & Camargo, P. B. (2012). A trophic study of the sympatric Amazonian freshwater turtles *Podocnemis unifilis* and *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemidae) using carbon and nitrogen stable isotope analyses. *Canadian Journal of Zoology*, 90(12): 1394-1401. doi: 10.1139/cjz-2012-0143
- Light, J. E., & Siddall, M. E. (1999). Phylogeny of the leech family Glossiphoniidae based on mitochondrial gene sequences and morphological data. *The Journal of parasitology*, 85(5): 815-823. doi: 10.2307/3285816
- Lima, M. L. F. C. (1998). *Reserva da biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco: situação atual, ações e perspectivas* (Vol. 12): MaB/UNESCO, 43 pp.
- Lindeman, P. V. (1999). Aggressive Interactions during Basking among Four Species of Emydid Turtles. *Journal of Herpetology*, 33(2): 214-219. doi: 10.2307/1565717
- Lindeman, P. V. (2000). Resource use of five sympatric turtle species: effects of competition, phylogeny, and morphology. *Canadian Journal of Zoology*, 78(6): 992-1008. doi: 10.1139/z00-013
- Lins, E., Martins Sobrinho, P. M., & Moura, G. J. B. (2015). Testudines da Reserva Madeiras. In G. J. B. Moura, E. M. S. Nogueira & E. M. Costa Neto (Eds.), *Anfíbios e Répteis da Reserva Madeiras, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil* (pp. 91-102): UEFS.
- 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.
- Loebmann, D., Mai, A. C. G., & Garcia, A. M. (2006). Reptilia, Chelidae, *Mesoclemmys tuberculata*: geographical distribution extension. *Check List*, 2(1): 32-33. doi: 10.15560/2.1.32

- Losos, J. B. (1995). Community evolution in Greater Antillean *Anolis* lizards: phylogenetic patterns and experimental tests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 349(1327): 69-75.
- MacArthur, R., & Levins, R. (1967). The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *The American naturalist*, 101(921): 377-385.
- Mader, D. R. (1996). *Reptile Medicine and Surgery*. Philadelphia: Saunders, 512 pp.
- Main, A. R., & Bull, C. M. (2000). The impact of tick parasites on the behaviour of the lizard *Tiliqua rugosa*. *Oecologia*, 122(4): 574-581. doi: 10.1007/s004420050981
- Marcogliese, D. J. (2004). Parasites: Small Players with Crucial Roles in the Ecological Theater. *EcoHealth*, 1(2): 151-164. doi: 10.1007/s10393-004-0028-3
- Marcogliese, D. J. (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International journal for parasitology*, 35(7): 705-716. doi: 10.1016/j.ijpara.2005.01.015
- Marques, J. G. W. (1995). *Pescando pescadores: etnoecologia abrangente no baixo São Francisco alagoano*. São Paulo, BR: NUPAUB-USP, pp.
- Marques, T. S., Böhm, S., Brito, E. S., Cabrera, M. R., & Verdade, L. M. (2014). *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973) – Vanderhaege's Toad-headed Turtle, Karumbé-hy. *Chelonian Research Monographs*, 5(7): 083.081-088. doi: 10.3854/crm.5.083.vanderhaegei.v1.2014
- Marques, T. S., Lara, N. R. F., Bassetti, L. A. B., Ferronato, B. O., Malvásio, A., & Verdade, L. M. (2013). Population structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in a silvicultural system in southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 179-182.
- Martins, F. I., & Souza, F. L. (2008). Estimates of Growth of The Atlantic Rain Forest Freshwater Turtle *Hydromedusa Maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology*, 42(1): 54–60. doi: 10.1670/07-053.1
- Martins, F. I., Souza, F. L., & Costa, H. T. M. (2010). Feeding Habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an Urban River in Central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 294-297. doi: 10.2744/CCB-0809.1
- Mascarenhas, C. S., & Müller, G. (2015a). *Spiroxys contortus* (Gnathostomatidae) and *Falcaustra affinis* (Kathlaniidae) from *Trachemys dorbigni* (Emydidae) in Southern Brazil. *Comparative Parasitology*, 82(1): 129-136. doi: 10.1654/4726.1
- Mascarenhas, C. S., & Müller, G. (2015b). Third-stage larvae of the enoplid nematode *Diectophyme renale* (Goeze, 1782) in the freshwater turtle *Trachemys dorbigni* from southern Brazil. *Journal of helminthology*, 89(5): 630-635. doi: 10.1017/S0022149X14000364
- Mascarenhas, C. S., Souza, J. D., Coimbra, M. A. A., & Müller, G. (2013). Nematode parasites of Chelidae (Testudines) from southern Brazil. *Parasitology research*, 112(9): 3365-3368. doi: 10.1007/s00436-013-3503-3

- McCord, W. P., Joseph-Ouni, M., & Lamar, W. W. (2001). A Taxonomic Reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Rev Biol Trop*, 49(2): 715-764.
- McCoy, K. D., Bouludier, T., Tirard, C., & Michalakos, Y. (2003). Host-dependent genetic structure of parasite populations: differential dispersal of seabird tick host races. *Evolution*, 57(2): 288-296. doi: 10.1554/0014-3820(2003)057[0288:HDGSOP]2.0.CO;2
- Medem, F. (1960). Observaciones sobre la distribución geográfica y ecología de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp. en Colombia. Informe sobre reptiles colombianos (V). *Novedades Colombianas*, 1(5): 291-300.
- Mendonça, L. E. T., Vieira, W. L. S., & Alves, R. R. N. (2014). Caatinga Ethnoherpetology: Relationships between herpetofauna and people in a semiarid region of northeastern Brazil. *Amphibian & Reptile Conservation*, 8(1): 24-32.
- Métrailler, S. (2006). Ecologie de la Platémyde à grosse tête (*Acanthochelys macrocephala*) au Paraguay. *Manouria*, 9(33): 26-32.
- Mishra, G. S., & González, J. P. (1978). Parasites of fresh water turtles in Tunisia. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 55(3): 303-326.
- Mittermeier, R. A., Gil, P. R., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J., & Fonseca, G. A. B. (2005). *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Washington, United States: Conservation International, 392 pp.
- Molina, F. B. (1990). Observações sobre os hábitos e o comportamento alimentar de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 319-326.
- Molina, F. B. (1996). Mating behavior of captive Geoffroy's sidenecked turtles, *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). *Herpetological Natural History*, 4(2): 155-160.
- Molina, F. B. (1998). Comportamento e biologia reprodutiva dos cágados *Phrynops geoffroanus*, *Acanthochelys radiolata* e *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) em cativeiro. *Revista de Etologia*, n. esp.: 25-40.
- Molina, F. B., Machado, F. A., & Zaher, H. (2012). Taxonomic validity of *Mesoclemmys heliostemma* (McCord, Joseph-Ouni & Lamar, 2001) (Testudines, Chelidae) inferred from morphological analysis. *Zootaxa*, 3575: 63-77.
- Moraga, P., Kinsella, J. M., & Sepúlveda, M. S. (2012). Helminth parasites of eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) from southern Indiana, USA. *Journal of helminthology*, 86(1): 38-40. doi: 10.1017/S0022149X11000034
- Morato, S. A. A., Lima, A. M. X., Staut, D. C. P., Faria, R. G., Souza-Alves, J. P., Gouveia, S. F., Scupino, M. R. C., Gomes, R., & Silva, M. J. (2011). Amphibians and Reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 7(6): 756-762.

- Moura, C., Moura, G., Chaves, L., Muniz, S., Vega, E. S., & Júnior, V. (2015). Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(2): 204-212.
- Moura, C. C. M., Moura, G. J. B., Lisboa, E. B. F., & Luz, V. L. F. (2014). Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 14: 1-20. doi: 10.13102/scb236
- Moura, F. B. P. (2006). *A Mata Atlântica em Alagoas*. Maceió: EDUFAL, 88 pp.
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., & Freire, E. M. X. (2012). Os Sauropsidas Répteis da Estação Ecológica do Tapacurá. In G. J. B. Moura, S. M. Azevedo Júnior & A. C. A. El-Deir (Eds.), *A Biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá - Uma Proposta de Manejo e Conservação* (Vol. 1, pp. 273-324). Recife: UFRPE.
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., Oliveira, M. A. B., & Cabral, M. C. C. (2011). *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Brasília: IBAMA, 443 pp.
- Novelli, I. A., Sousa, B. M., Lima, S. S., & Vieira, F. M. (2013). *Phrynops geoffroanus* (Geoffroy s Side-necked Turtle). Endoparasites. *Herpetological Review*, 44(2): 308-308.
- Pereira, A. M. A. (2014). *Dieta e helmintos parasitas dos quelônios Kinosternon scorpioides (Criptodyra: Kinosternidae), Mesoclemmys tuberculata e Phrynops geoffroanus (Pleurodira: Chelidae) de uma região semiárida, Nordeste do Brasil*. Universidade Regional do Cariri, Crato, CE.
- Pianka, E. R. (1975). Niche relations of desert lizards. In M. L. Cody & J. D. Diamond (Eds.), *Ecology and evolution of communities* (pp. 292-314). Cambridge: Belknap Press.
- Pianka, E. R., & Pianka, H. D. (1976). Comparative Ecology of Twelve Species of Nocturnal Lizards (Gekkonidae) in the Western Australian Desert. *Copeia*, 1976(1): 125-142.
- Pinto, L. P., Bedê, L., Paese, A., Fonseca, M., Paglia, A., & Lamas, I. (2006). Mata Atlântica Brasileira: os Desafios para Conservação da Biodiversidade de um *Hotspot* Mundial. In C. F. D. Rocha, H. G. Bergallo, M. Van-Sluys & M. A. S. Alves (Eds.), *Biologia da Conservação: Essências* (Vol. 1, pp. 91-118). Rio de Janeiro, RJ: RiMA.
- Polo-Cavia, N., López, P., & Martín, J. (2009). Interspecific differences in chemosensory responses of freshwater turtles: consequences for competition between native and invasive species. *Biological Invasions*, 11(2): 431-440. doi: 10.1007/s10530-008-9260-z
- Prado, D. (2005). As Caatingas da América do Sul. In I. R. Leal, M. Tabareli & J. M. C. Silva (Eds.), *Ecologia e conservação da Caatinga* (pp. 3-73). Recife: Editora da UFPE.
- Pritchard, P. C. H., & Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela*. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403 pp.
- Ressel, S., & Schall, J. J. (1989). Parasites and showy males: malarial infection and color variation in fence lizards. *Oecologia*, 78(2): 158-164. doi: 10.1007/BF00377151

- Rhodin, A. G. J., & Mittermeier, R. A. (1983). Description of *Phrynops williamsi*, a New Species of Chelid Turtle of the South American *P. geoffroanus* Complex. In A. G. J. Rhodin & K. Miyata (Eds.), *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in Honor of Ernest E. Williams* (pp. 58-73). Cambridge, Massachusetts: Museum of Comparative Zoology.
- Ringuelet, R. (1944). Sinopsis sistemática y zoogeográfica de los hirudíneos de la Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)*, 22: 163-232.
- Rocha, C. F. D., Vrcibradic, D., Vicente, J. J., & Cunha-Barros, M. (2003). Helminths infecting *Mabuya dorsivittata* (Lacertilia, Scincidae) from a high-altitude habitat in Itatiaia National Park, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(1): 129-132. doi: 10.1590/S1519-69842003000100017
- Rovero, F., Lebboroni, M., & Chelazzi, G. (1999). Aggressive Interactions and Mating in Wild Populations of the European Pond Turtle *Emys orbicularis*. *Journal of Herpetology*, 33(2): 258-263. doi: 10.2307/1565723
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, 537 pp.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2015). Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes*, 8: 407-410.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Moura, G. J. B., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2016). *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(9): 097.091–098. doi: 10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016
- Santoro, M., Badillo, F. J., Mattiucci, S., Nascetti, G., Bentivegna, F., Insacco, G., Travaglini, A., Paoletti, M., Kinsella, J. M., & Tomás, J. (2010). Helminth communities of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Central and Western Mediterranean Sea: The importance of host's ontogeny. *Parasitology international*, 59(3): 367-375.
- Santoro, M., Greiner, E. C., Morales, J. A., & Rodríguez-Ortíz, B. (2006). Digenetic trematode community in nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) from Tortuguero National Park, Costa Rica. *Journal of Parasitology*, 92(6): 1202-1206. doi: 10.1645/GE-866R.1
- Santoro, M., Morales, J. A., & Rodríguez-Ortíz, B. (2007). Spirorchidiosis (Digenea: Spirorchidae) and lesions associated with parasites in Caribbean green turtles (*Chelonia mydas*). *The Veterinary Record*, 161(14): 482-486. doi: 10.1136/vr.161.14.482
- Santos, A. F., & Andrade, J. A. (1992). *Caracterização e delimitação do semi-árido sergipano*. Aracaju: CNPq/UFS.

- Santos, F. J. M., Peña, A. P., & Luz, V. L. F. (2008). Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do submédio e da foz do rio São Francisco, Brasil. *Estudos*, 35(1/2): 59-78.
- Sawyer, R. T. (1986). *Leech Biology and Behavior: Volume II: Feeding Biology, Ecology, and Systematics* (1 ed.). New York: Oxford University Press, 420 pp.
- Schoener, T. W. (1983). Field experiments on interspecific competition. *The American naturalist*, 122(2): 240-285.
- Segurado, P., & Figueiredo, D. (2007). Coexistence of two freshwater turtle species along a Mediterranean stream: the role of spatial and temporal heterogeneity. *acta oecologica*, 32(2): 134-144. doi: 10.1016/j.actao.2007.03.015
- Segurado, P., Kunin, W. E., Filipe, A. F., & Araújo, M. B. (2012). Patterns of coexistence of two species of freshwater turtles are affected by spatial scale. *Basic and Applied Ecology*, 13(4): 371-379. doi: 10.1016/j.baae.2012.03.008
- Siddall, M. E., & Borda, E. (2004). Leech collections from Chile including two new species of *Helobdella* (Annelida: Hirudinida). *American Museum novitates*, 3457: 1-18. doi: 10.1206/0003-0082(2004)457<0001:LCFCIT>2.0.CO;2
- Siddall, M. E., & Desser, S. S. (1991). Merogonic development of *Haemogregarina balli* (Apicomplexa: Adeleina: Haemogregarinidae) in the leech *Placobdella ornata* (Glossiphoniidae), its transmission to a chelonian intermediate host and phylogenetic implications. *The Journal of parasitology*, 77(3): 426-436. doi: 10.2307/3283131
- Silveira, A. L., & Valinhas, R. (2010). Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biotemas*, 23(4): 157-161. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n4p157
- Souza, F. L. (2004). Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiro (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- Souza, F. L. (2005). Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista española de herpetología*, 19: 33-46.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2000). Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. *Journal of Zoology*, 252(4): 437-446.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2001). Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(1): 57-62. doi: 10.1076/snfe.36.1.57.8887
- Souza, F. L., Giraldelli, G. R., & Martins, T. A. (2006). Reproductive aspects of Brazilian side-necked-turtles (Chelidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 17(1): 28-34.

- Souza, F. L., & Martins, F. I. (2009). *Hydromedusa maximiliani* (Mikan 1825) – Maximilian's Snake-Necked Turtle, Brazilian Snake-Necked Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(1): 026.021-026.026. doi: 10.3854/crm.5.026.maximiliani.v1.2009
- Souza, F. L., & Molina, F. B. (2007). Estado atual do conhecimento de quelônios no Brasil, com ênfase para as espécies não amazônicas. In L. B. Nascimento & M. E. Oliveira (Eds.), *Herpetologia no Brasil* (Vol. 2, pp. 264-277). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- Steinmetz, S., & De Martine, M. (2004). *Animais da Mata Atlântica: patrimônio natural do Brasil*. São Paulo, SP: Empresa das Artes, 188 pp.
- Tabarelli, M., Pinto, L. P., Silva, J. M. C., Hirota, M., & Bedê, L. (2005a). Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 19(3): 695-700.
- Tabarelli, M., Pinto, L. P., Silva, J. M. C., Hirota, M. M., & Bedê, L. C. (2005b). Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1): 132-138.
- Teixeira, A. A. M., Teles, D. A., Sousa, J. G. G., Silva, É. G., & Almeida, W. O. (2016). *Salvator merianae* (Black and White Tegu). Diet. *Herpetological Review*, 47(1): 139-140.
- Telford Jr, S. R. (2008). *Hemoparasites of the Reptilia: Color Atlas and Text*. New York: CRC Press, pp.
- Thomas, F., Renaud, F., Rousset, F., Cezilly, F., & De Meeûs, T. (1995). Differential mortality of two closely related host species induced by one parasite. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 260(1359): 349-352. doi: 10.1098/rspb.1995.0103
- Toft, C. A. (1985). Resource Partitioning in Amphibians and Reptiles. *Copeia*, 1985(1): 1-21. doi: 10.2307/1444785
- Tonhasca-Júnior, A. (2005). *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Piracicaba, SP: Interciência, 198 pp.
- Vanzolini, P. E., Ramos-Costa, A. M. M., & Vitt, L. J. (1980). *Répteis das Caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 162 pp.
- Vetter, H. (2005). *Turtles of the World* (Vol. 3). Frankfurt, Germany: Central and South America, 128 pp.
- Viana, D. C., Rodrigues, J. F. M., Madelaire, C. B., Santos, A. C. G., & Sousa, A. L. (2016). Nematoda of *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae) from Northeast of Brazil. *Journal of Parasitology*, 102(1): 165-166.
- Vicente, J. J., Rodrigues, H. O., Gomes, D. C., & Pinto, R. M. (1993). Nematóides do Brasil. Parte III: nematóides de répteis. *Revista Brasileira de Zoologia*, 10(1): 19-168.

- Vieira, F. M., Novelli, I. A., Sousa, B. M., & Lima, S. S. (2008). A New Species of *Polystomoides* Ward, 1917 (Monogenea: Polystomatidae) from Freshwater Chelonians (Testudines: Chelidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 94(3): 626-630. doi: 10.1645/GE-1417.1
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles* (4^a ed.). San Diego, USA: Academic Press, 776 pp.
- Vitt, L. J., & Pianka, E. R. (2005). Deep history impacts present-day ecology and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(22): 7877-7881. doi: 10.1073/pnas.0501104102
- Vogt, R. C. (1981). Food Partitioning in Three Sympatric Species of Map Turtle, Genus *Graptemys* (Testudinata, Emydidae). *American Midland Naturalist*, 105(1): 102-111.
- Vogt, R. C. (2008). *Tartarugas da Amazônia*. Lima, Peru: Gráfica Biblos, 104 pp.
- Vogt, R. C., & Guzman, S. G. (1988). Food Partitioning in a Neotropical Freshwater Turtle Community. *Copeia*, 1988(1): 37-47. doi: 10.2307/1445920
- Washburn, J. O., Mercer, D. R., & Anderson, J. R. (1991). Regulatory role of parasites: impact on host population shifts with resource availability. *Science*, 253(5016): 185-188. doi: 10.1126/science.1906637
- Watermolen, D. J. (1996). Notes on the leech *Desserobdella picta* (Hirudinea: Glossiphoniidae). *Journal of Freshwater Ecology*, 11(2): 211-217. doi: 10.1080/02705060.1996.9663480
- Webb, C. O., Ackerly, D. D., McPeck, M. A., & Donoghue, M. J. (2002). Phylogenies and Community Ecology. *Annual review of ecology and systematics*, 33: 475-505. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150448
- Wickström, L. M., Haukisalml, V., Varis, S., Hantula, J., Fedorov, V. B., & Henttonen, H. (2003). Phylogeography of the circumpolar *Paranoplocephala arctica* species complex (Cestoda: Anoplocephalidae) parasitizing collared lemmings (*Dicrostonyx* spp.). *Molecular Ecology*, 12(12): 3359-3371. doi: 10.1046/j.1365-294X.2003.01985.x
- Wiens, J. J. (2004). Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species. *Evolution*, 58(1): 193-197.

FIGURAS

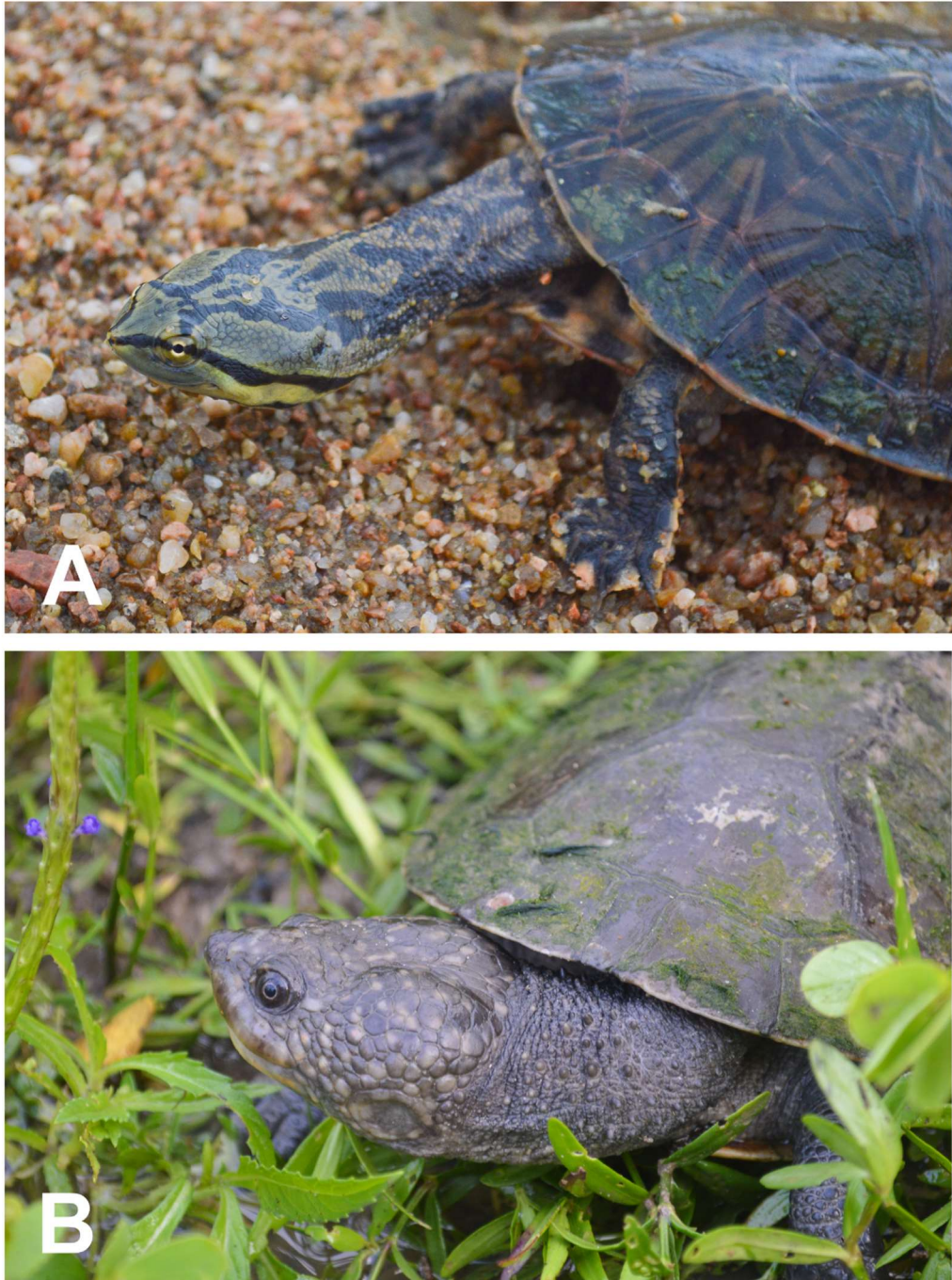


Figura 1. Indivíduos das espécies A) *Phrynops geoffroanus* e B) *Mesoclemmys tuberculata* de ocorrência em Sergipe.

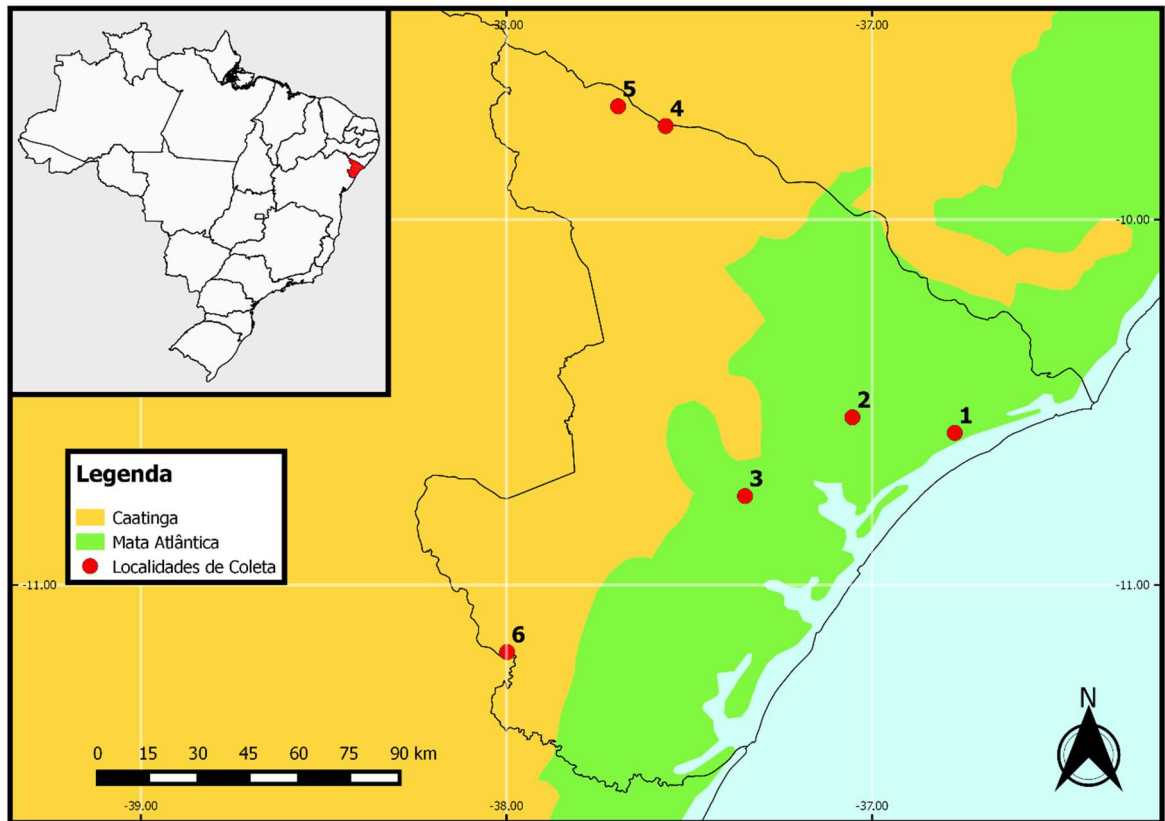


Figura 2. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).

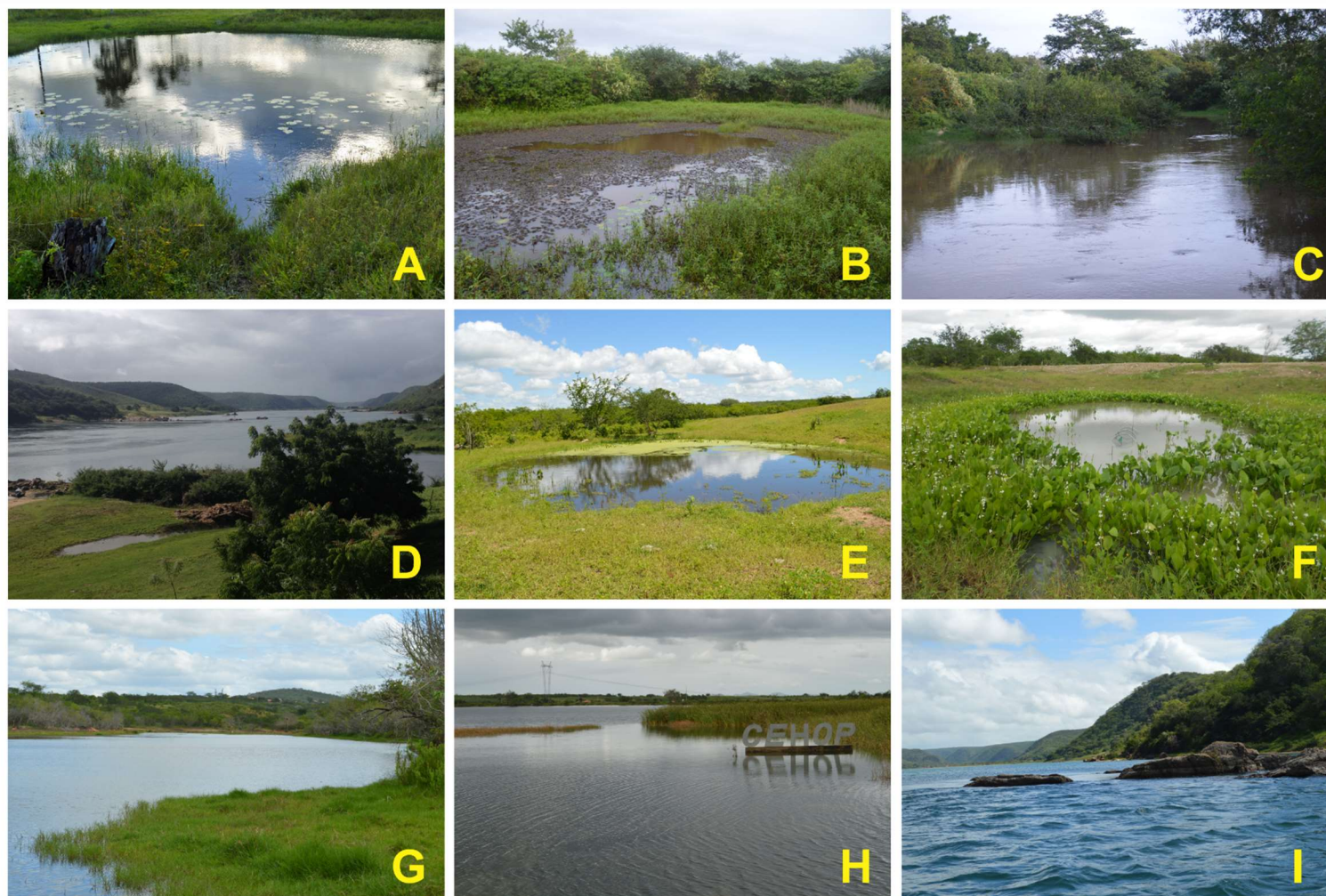


Figura 3. Exemplos de corpos d'água amostrados durante a coleta dos espécimes nas localidades em área de Caatinga: A), B) e C) Bacia do Rio Real; D), E) e F) Monumento Natural Grota do Angico; G), H) e I) Monumento Natural do Rio São Francisco.

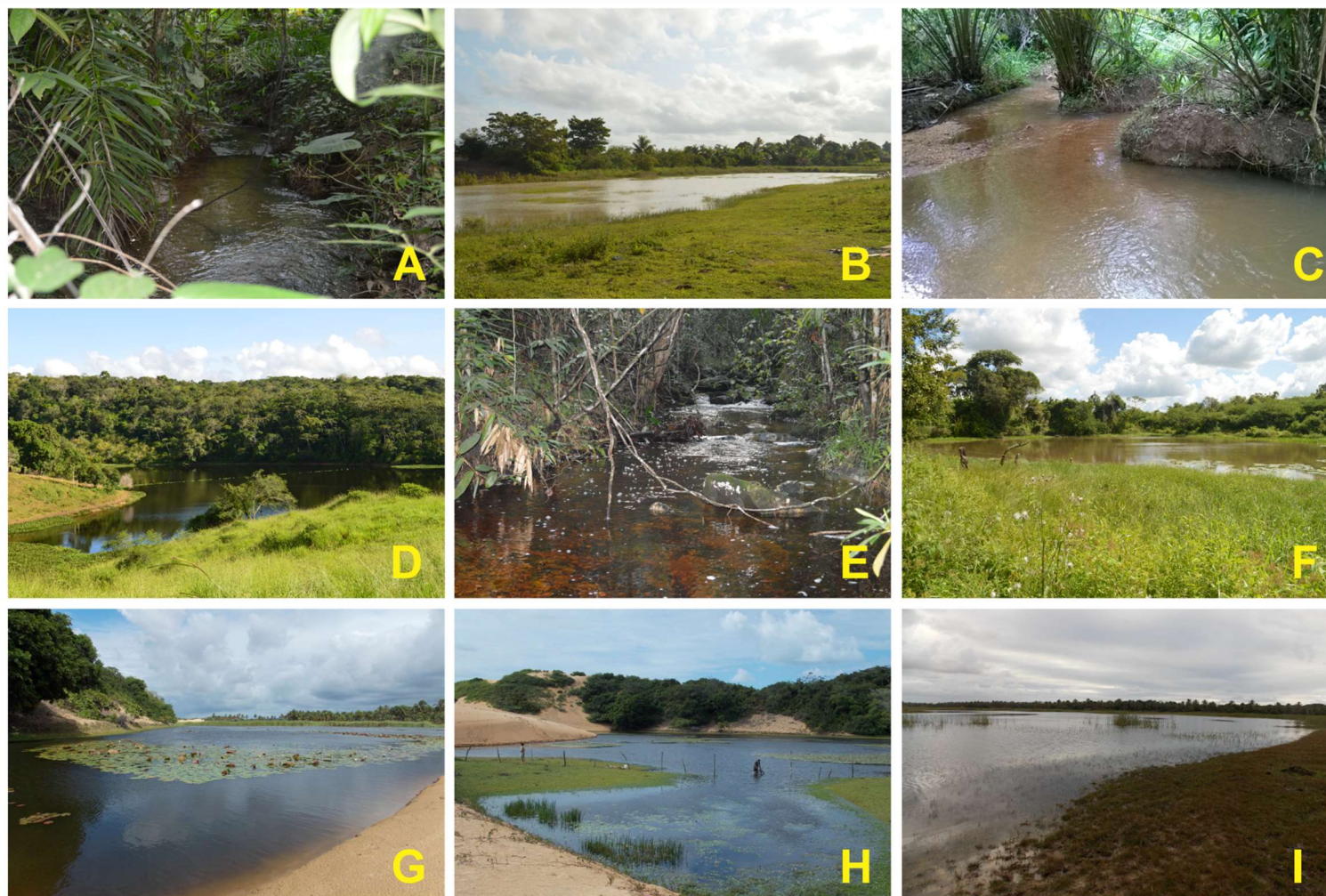


Figura 4. Exemplos de corpos d'água amostrados durante a coleta dos espécimes nas localidades de Mata Atlântica: A), B) e C) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco; D), E) e F) Parque Nacional Serra de Itabaiana; G), H) e I) Reserva Biológica de Santa Isabel.

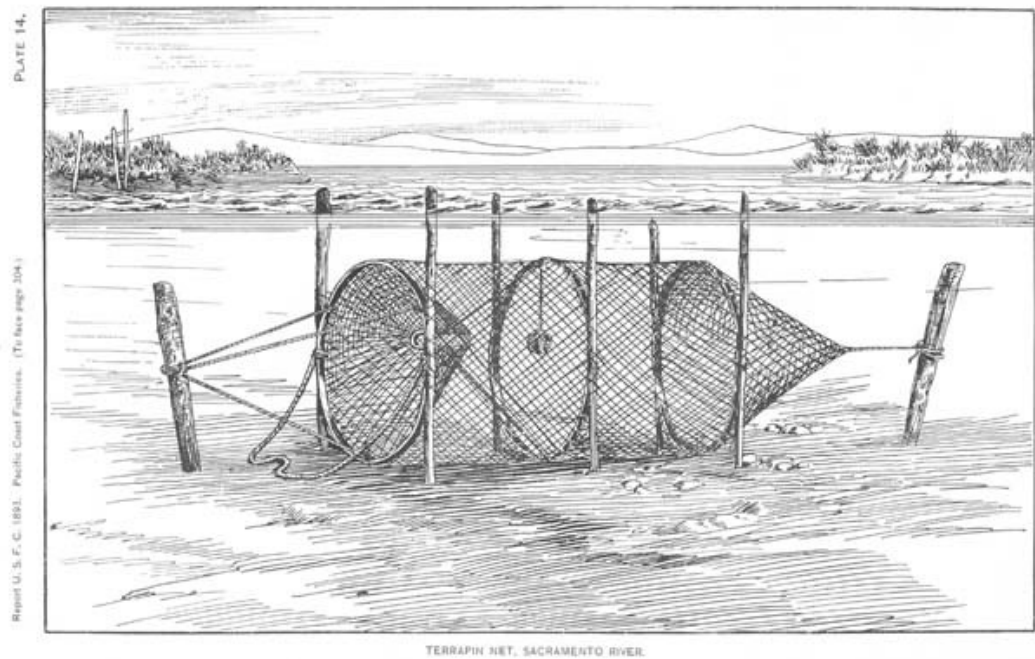


Figura 5. Desenho esquemático das armadilhas aquáticas de funil (tipo covo - *hoop traps*). Ilustração: Bettelheim, 1884.



Figura 6. Armadilhas aquáticas de funil (tipo covo - *hoop traps*). A) Instalação. B) Revisão das armadilhas.

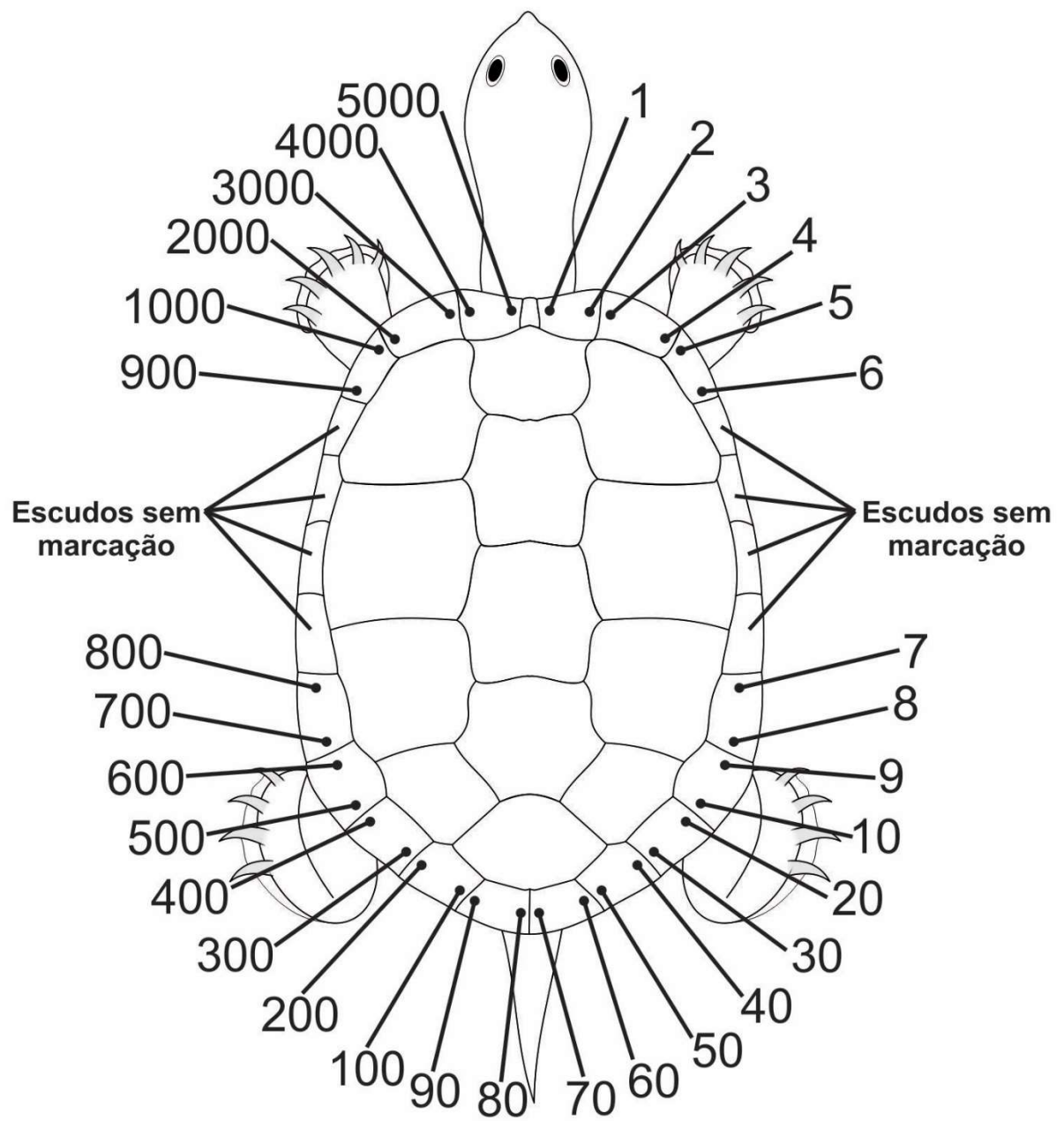


Figura 7. Códigos numéricos a serem adotados na marcação dos escudos marginais dos quelônios (Ilustração: Daniel Oliveira Santana).

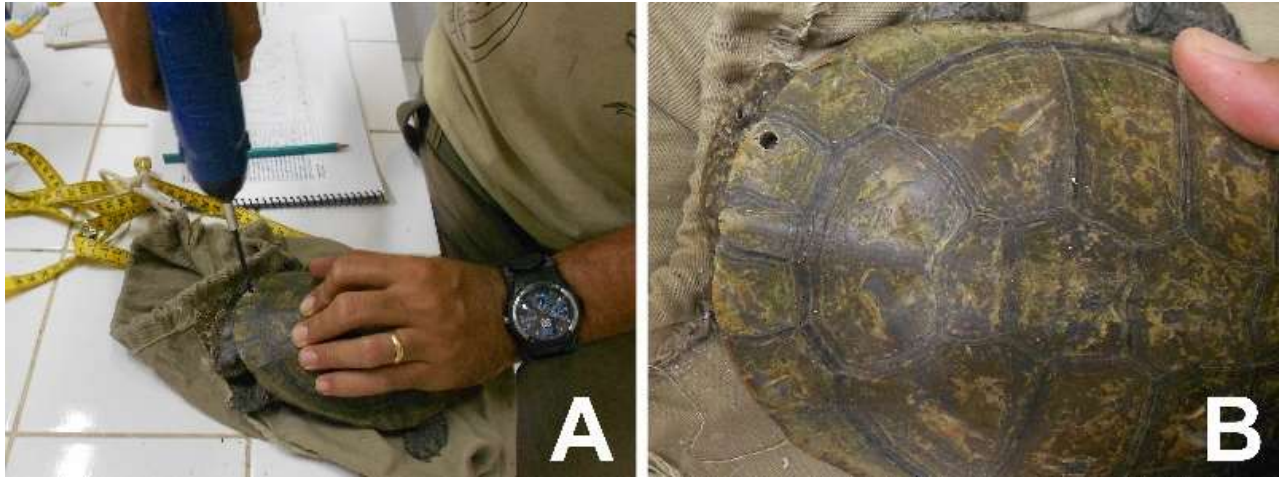


Figura 8. A) Perfurações feitas com furadeira elétrica portátil e brocas metálicas. B) Espécime marcado.



Figura 9. Sexagem dos quelônios adultos de acordo com as características morfológicas externas (através do comprimento da cauda e concavidade do plastrão); A) *Phrynops geoffroanus* e B) *Mesoclemmys tuberculata*.

CAPÍTULO 1 – Aspectos morfométricos, reprodutivos e estrutura populacional de dois quelônios (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil

Resumo

Em geral, quelônios que ocupam amplas áreas com grandes variações ambientais, podendo apresentar grande variação na sua autoecologia, como características morfológicas, dimorfismo sexual, estrutura populacional e até mesmo aspectos reprodutivos. Baseado nisso, o presente estudo teve como principal objetivo caracterizar as populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil, a fim de avaliar se fatores intraespecíficos são mais determinantes que diferenças dos ambientes na determinação desses parâmetros. As amostras foram coletadas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa) ao longo de um ano. Foram tomadas medidas morfométricas e a massa dos animais capturados e o padrão reprodutivo foi correlacionado com a estação do ano e a condição reprodutiva dos adultos. Nós não verificamos diferenças significativas no tamanho, CMC (comprimento máximo da carapaça) e massa corpórea das espécies, independente do sexo, entre os biomas estudados. Os machos reprodutivos das duas espécies foram registrados durante todo o período do estudo (seca e chuva) e o volume testicular foi positivamente correlacionado com o CMC, enquanto que a presença de ovos e ovócitos foi registrada exclusivamente em fêmeas coletadas durante o período chuvoso. Ainda, encontramos simultaneamente ovos e folículos vitelogênicos, um indicativo de múltiplas desovas por temporada reprodutiva. Em *P. geoffroanus*, não encontramos relação significativa entre o tamanho da ninhada e o CMC das fêmeas, no entanto o volume foi positivamente correlacionado. Em *M. tuberculata*, não encontramos relação significativa entre nenhum parâmetro. Enfim, de modo geral os parâmetros autoecológicos avaliados não foram diferentes em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, apresentando padrões semelhantes tanto na Caatinga, quanto da Mata Atlântica. Possivelmente essa ausência de variação pode estar relacionada com o período de existência dos biomas, sendo a Caatinga temporalmente mais recente, quando comparado à Mata Atlântica. Assim, possivelmente o tempo decorrido pode não ter sido suficiente para induzir diferenças entre as populações desses biomas com condições sazonais diferentes.

Palavras Chave: Morfometria, razão sexual, tamanho, reprodução, ninhada.

Introdução

A Ordem Testudines reúne os quelônios terrestres, de água doce e marinhos, que entre os répteis, são animais facilmente reconhecidos devido à presença da carapaça e plastrão, únicos por apresentarem a cintura escapular e pélvica fusionada à carapaça formada por placas ósseas integradas, cobertas por escudos córneos epidérmicos (Legler, 1993; Pough *et al.*, 2008; Vitt & Caldwell, 2014). Por ocupar amplas áreas com grandes variações ambientais, muitas espécies podem apresentar uma grande variação em sua autoecologia, com por exemplo a morfologia (Pritchard & Trebbau, 1984; Clavijo-Baquet *et al.*, 2010; Litzgus & Smith, 2010). Variações morfológicas são comumente observadas em populações de tartarugas, embora seja uma tarefa difícil quantificar e identificar os processos evolutivos que moldaram tais variações, devido às complexas interações entre o fenótipo e o comportamento desses animais (Delmas *et al.*, 2007; Litzgus & Smith, 2010). Estas variações podem ser promovidas por pressão seletiva ou aspectos ecológicos, como por exemplo a predação. Além disso, a disponibilidade de recursos alimentares e comportamentos reprodutivos também podem influenciar a morfologia de quelônios (Germano, 1993; Willemssen & Hailey, 2003; Barros *et al.*, 2012).

Populações de um mesmo táxon expostas a diferentes tipos de pressão ambiental podem desenvolver variação no dimorfismo sexual (Berry & Shine, 1980; Gibbons & Lovich, 1990; Willemssen & Hailey, 2003; Litzgus & Smith, 2010; Lovich *et al.*, 2010). Em geral, os quelônios apresentam dimorfismo sexual em relação ao tamanho, havendo uma tendência de fêmeas maiores, principalmente em espécies aquáticas (Gibbons & Lovich, 1990), provavelmente relacionada com o aumento no investimento reprodutivo e consequente aumento da fecundidade (Berry & Shine, 1980). Outra diferença que pode ser observada é no tamanho da cauda e a posição da cloaca. As fêmeas possuem cauda mais curta e uma abertura cloacal mais proximal ao corpo. Já nos machos, a cauda é mais longa, e a cloaca apresenta uma posição mais distal e o plastrão é ligeiramente mais côncavo (Berry & Shine, 1980; Guix, 1989; Corazza & Molina, 2004; Goulart, 2004; Santana, 2012). Em *Phrynops* e *Mesoclemmys* esse dimorfismo parece estar mais relacionado ao tamanho, onde as fêmeas normalmente são maiores que os machos (Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015). Neste contexto, as análises morfométricas são importantes, pois podem fornecer informações sobre o grau de divergência entre espécies e populações (Bonnet *et al.*, 2001; Fernandez & Rivera, 2001; Leary *et al.*, 2003; Lindeman, 2003).

Estudos relacionados à estrutura populacional podem contribuir com dados referentes ao estado de conservação de uma área, sendo importantes ferramentas para fomentar planos de manejo e estratégias direcionadas a preservação das espécies (Primack, 2012).

Informações populacionais sobre quelônios de água doce são necessários para fins de gestão e conservação (Gibbons *et al.*, 2000). No entanto, os dados sobre estrutura populacional de tartarugas de água doce da região Neotropical ainda são escassos na literatura (Marques *et al.*, 2013). Trabalhos voltados à estrutura populacional de quelônios podem fornecer um poderoso meio de se refinar e testar modelos relacionados a temas importantes como história de vida e influência de variações ambientais sobre as espécies (Dunham & Overall, 1994). A caracterização da estrutura etária, da razão sexual e de variações morfológicas entre os sexos são importantes ferramentas na interpretação dos processos ecológicos que atuam na população em questão (Gibbons *et al.*, 2001; Aponte *et al.*, 2003; Silveira *et al.*, 2012).

Tartarugas são considerados organismos de investimento moderado em reprodução (Wilbur & Morin, 1988; Congdon & Gibbons, 1990; Vitt & Caldwell, 2014), sendo os parâmetros reprodutivos geralmente influenciados por fatores ambientais, como o clima (Tinkle, 1961; Gibbons, 1982; Gibbons & Greene, 1990; Souza & Abe, 2001). Principalmente para as espécies de ampla distribuição, características como o tamanho da maturidade, período de nidificação, tamanho da ninhada e frequência de eventos reprodutivos, tendem a variar ao longo de gradientes de temperatura e precipitação, refletindo diferenças genéticas e/ou disponibilidade de recursos no ambiente (Moll, 1973; Gibbons *et al.*, 1981; Gibbons & Greene, 1990). Para entender a plasticidade na reprodução das espécies, são necessários dados comparativos de diferentes populações. Estudos de populações que ocorrem em zonas com diferentes condições climáticas são especialmente valiosos pois podem ajudar a explicar os padrões de variação geográfica na ecologia (Aresco, 2004).

Phrynops geoffroanus apresenta a mais ampla distribuição geográfica na América do Sul, desde a Amazônia colombiana até o Sul do Brasil e norte da Argentina (Pritchard & Trebbau, 1984; Ernst & Barbour, 1989.). É encontrada nas principais bacias hidrográficas da região e ocorre nos mais variados ambientes aquáticos como rios, córregos e lagos (Souza, 2005; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Vogt, 2008), sendo inclusive comumente encontrada em ambientes urbanos (Souza & Abe, 2001; Martins *et al.*, 2010). Embora seja uma espécie amplamente distribuída, ainda existem dúvidas taxonômicas sobre a ocorrência de sub-espécies ou espécies crípticas dentro do grupo. Alguns autores atribuem as várias ocorrências desta tartaruga de água doce como um "*complexo geoffroanus*" (Rhodin & Mittermeier, 1983; McCord *et al.*, 2001; Souza, 2005; Vogt, 2008). *Phrynops geoffroanus* é considerada uma espécie de médio porte (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), nidifica em locais de solo arenoso ou argiloso, coberto normalmente por vegetação arbustiva, preferencialmente em locais com boa exposição ao sol (Medem, 1960; Guix, 1989). Tanto em cativeiro (Guix, 1989; Molina, 1998), como em condições naturais (Souza & Abe,

2001), as desovas ocorrem no período mais seco do ano, enquanto que os nascimentos ocorrerem durante a estação chuvosa.

Mesoclemmys tuberculata também é uma espécie de médio porte (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Vetter, 2005), o pescoço é coberto com tubérculos cônicos, enfatizado na etimologia da espécie (Ernst & Barbour, 1989.; Bonin *et al.*, 2006). É uma tartaruga de água doce endêmica do Brasil, ocorrendo principalmente na região semiárida do nordeste (Vanzolini *et al.*, 1980; Iverson, 1992; Moura *et al.*, 2014). É geralmente associada com a Caatinga e Mata Atlântica, principalmente em áreas de influência da bacia do rio São Francisco (Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2014). No entanto, ela também foi registrada no Cerrado, na região da bacia do Rio São Francisco em área de influência da Caatinga no noroeste do Estado de Minas Gerais (Silveira & Valinhas, 2010). A maioria dos aspectos ecológicos de *M. tuberculata* permanecem desconhecidos (Souza, 2004). Quanto a reprodução, apenas registros de cativeiro foram descritos (Corazza & Molina, 2004). Parâmetros reprodutivos como tamanho médio das fêmeas, o tamanho da ninhada, os parâmetros de ovos (tamanho, volume, massa), a massa de desova média, tempo de incubação (dias), estação reprodutiva, descrição do local do ninho, são desconhecidos em ambientes naturais (Souza *et al.*, 2006).

No presente estudo, testamos a hipótese de que fatores intraespecíficos são mais determinantes que diferenças dos ambientes na determinação de parâmetros autoecológicos de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata atlântica no Nordeste do Brasil. Mais especificamente, avaliamos a proporção entre os sexos, a presença de dimorfismo sexual, e descrevemos os aspectos morfométricos e reprodutivos.

Material e Métodos

Áreas de Estudo

As populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* foram estudadas em seis localidades, sendo três em áreas de Caatinga e três na Mata Atlântica no Estado de Sergipe (Figura 1. 1). As localidades selecionadas em área de Caatinga foram o Monumento Natural do Rio São Francisco (09° 41.202' S e 037° 42.963' N - município de Poço Redondo), Monumento Natural Grota do Angico (09° 40.852' S e 037° 41.408' N - município de Poço Redondo) e a Bacia do Rio Real (11° 10.730' S e 038° 02.300' N - município de Tobias Barreto). As áreas de Mata Atlântica selecionadas foram o Parque Nacional Serra de Itabaiana (10° 45.251' S e 037° 20.511' N - município de Areia Branca), Reserva Biológica de Santa Isabel (10° 35.766' S e 036° 40.366' N - município de Pirambu) e Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (10° 31.895' S e 037° 03.142' N - município de Capela).

Coleta dos Quelônios

As amostras foram coletadas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa), ao longo de um ano, com duração de dez dias consecutivos em cada uma das seis localidades de coleta, três em área de Caatinga e três na Mata Atlântica, totalizando 120 dias de amostragem. O estudo foi desenvolvido no ano de 2014 e para definição dos meses que compuseram as estações chuvosa e seca foram adotados com base em informações da distribuição de precipitações nas áreas (médias históricas) ao longo dos anos (Hijmans *et al.*, 2005). Os meses considerados como pertencentes à estação chuvosa foram de abril à agosto, sendo os demais atribuídos à estação seca.

Para a captura dos indivíduos nós utilizamos 20 armadilhas aquáticas de funil, tipo covo - *hoop traps*, colocadas em rios, riachos e lagoas. Afim de atrair os cágados, as armadilhas foram iscadas com carne bovina e foram revisadas a cada três horas e permaneceram na água entre as 06:00h e 18:00h, com eventuais coletas noturnas. Em ambientes com águas menos turbidas foi realizada, de maneira complementar, a busca ativa entre 07:00h e 17:00h, utilizando-se mergulho livre com o auxílio de máscara, snorkel e nadadeiras.

Procedimentos

Os animais capturados foram pesados com balança do tipo Pesola® (precisão 0,5 g) e 22 medidas foram tomadas com paquímetro digital (0,5 mm) e fita métrica (1 mm), este último para medidas circulares. As variáveis mensuradas foram: comprimento máximo da carapaça

(CMC), largura máxima da carapaça (LMC), comprimento do 3º escudo central (CC3), largura do 3º escudo central (LC3), comprimento circular da carapaça (CCC), largura circular da carapaça (LCirC), obtida entre a união do segundo e terceiro escudos vertebrais até a borda da carapaça, comprimento máximo do plastrão (CMP), largura máxima do plastrão (LMP), largura do lóbulo anterior (LBA), largura do lóbulo posterior (LBP), abertura entre as extremidades distais das placas anais do plastrão (APaP), distância entre a porção posterior da sutura médio ventral dos escudos anais e a porção posterior da sutura dos escudos supra caudais (VÃO), largura cefálica (LCF), medida sobre a membrana timpânica, comprimento cefálico (CCF), largura da boca (LBC), comprimento das barbelas direita (CBD) e esquerda (CBE), largura das barbelas direita (LBD) e esquerda (LBE), comprimento total da cauda (CTC), distância entre a abertura cloacal e a extremidade da cauda (DCC) e altura máxima da carapaça (ALT) (Figura 1. 2). As medidas morfométricas foram selecionadas seguindo a metodologia descrita por Bager (2010) e Fagundes (2010a) e adaptadas para o presente estudo.

As análises foram realizadas com exemplares adultos (machos e fêmeas) e juvenis. Cada animal adulto capturado foi sexado de acordo com as características morfológicas externas, caracteres sexuais secundários, tais como concavidade plastral e comprimento da cauda (Berry & Shine, 1980; Guix, 1989; Ernst & Barbour, 1989.; Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Corazza & Molina, 2004; Goulart, 2004; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2016).

Foram coletados cinco indivíduos de cada espécie, em cada localidade, em cada uma das expedições realizadas, com a finalidade de analisar condição reprodutiva. Em seguida, foi realizada a insensibilização dos animais, sendo estes colocados em um recipiente contendo água e gelo a uma temperatura em torno de 5°C, durante aproximadamente 20 minutos. Em seguida foram eutanasiados ainda em campo, com injeção de lidocaína 2%, fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. A condição reprodutiva foi determinada através da observação direta das gônadas. As fêmeas foram consideradas reprodutivas quando apresentaram folículos vitelogênicos e ovos calcificados, já os machos quando apresentaram testículos desenvolvidos e epidídimos enovelados. Nas fêmeas, quando presentes, foram medidos o comprimento e a largura dos ovos no oviduto. Nos machos, foram medidos o comprimento e a largura dos testículos. O período reprodutivo foi comparado com a estação do ano e a condição reprodutiva dos indivíduos adultos.

A marcação individual dos espécimes foi realizada por perfurações nos escudos marginais, seguindo a metodologia descrita por Cagle (1939). A marcação dos animais foi utilizada com o objetivo de evitar que dados de um mesmo espécime fossem obtidos mais de

uma vez na mesma expedição, e possibilitar o registro individual nos diferentes períodos do estudo. Os cágados coletados foram processados no Laboratório de Herpetologia e tombados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB).

Análises Estatísticas

Inicialmente todos os dados foram avaliados quanto a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk, visando determinar a aplicação de análises paramétricas ou não paramétricas. Sempre que necessário as medidas morfométricas e a massa foram $\log_{10}$ transformadas para atender premissas de normalidade e reduzir efeitos de escala (Zar, 1999). Para avaliar a presença de dimorfismo sexual, foi criada uma variável denominada “tamanho do corpo”, definida pelos escores de um autovetor isométrico (Rohlf & Bookstein, 1987), com valores de $p^{-0.5}$ obtidos pela multiplicação da matriz $n \times p$ dos dados transformados em $\log_{10}$, onde n é o número de observações e p é o número de variáveis (Jolicoeur, 1963; Somers, 1986). Para remover o efeito do tamanho do corpo das variáveis transformadas em $\log_{10}$, foi utilizado o método de Burnaby (Burnaby, 1966), através da seguinte equação:

$$L = I_p - V(V^T V)^{-1} V^T,$$

onde I_p é a matriz identidade $p \times p$, V é o vetor isométrico definido acima e V^T é a matriz transposta de V (Rohlf & Bookstein, 1987). Foi realizado o teste de Wilcoxon para verificar diferenças no tamanho (autovetor isométrico) do corpo, para o CMC (mm) e massa (g), entre os sexos (indivíduos adultos) de mesma espécie entre os biomas.

Para investigar possíveis variações nas razões sexuais durante o período de estudo, foram utilizados os indivíduos adultos das populações. A análise da estrutura populacional foi realizada através da distribuição de classes de tamanho do Comprimento Máximo da Carapaça e o intervalo de classe de tamanho dos adultos foi calculado de acordo a fórmula empírica de Sturges (Sturges, 1926), definida por:

$$C = R/1 + 3.322 \log(n)$$

onde R é o intervalo dos valores e n é o número de observações.

As proporções de cada classe de tamanho foram então adotadas para a avaliação.

Devido a raridade desses animais, os dados reprodutivos foram analisados independente do bioma. Para estimar o volume dos ovos e dos testículos foi utilizada a fórmula de um elipsoide. Regressões também foram realizadas entre o volume testicular e o CMC dos machos e o volume dos ovos e tamanho das desovas (número de ovos) em relação ao CMC

das fêmeas. O grau de esfericidade dos ovos foi obtido através da relação do diâmetro menor dividido pelo maior. Foi utilizado o teste Qui-quadrado (X^2) para comparar as proporções de sexo (razão sexual) nos biomas amostrados, assim como o teste Exato de Fisher, versão exata do teste qui-quadrado para atender amostras pequenas.

Os dados foram armazenados em planilhas de Excel e processados no programa R (R Development Core Team, 2011). O nível de significância para os testes de hipótese foi de 5%.

Resultados

No total foram capturados 153 cágados, sendo 99 *P. geoffroanus* (11 machos, 24 fêmeas e 64 juvenis) e 55 *M. tuberculata* (24 machos, 26 fêmeas e 5 juvenis). Os animais foram mais abundantes na Caatinga com 132 indivíduos capturados, sendo 93 *P. geoffroanus* (8 machos, 22 fêmeas e 63 juvenis) e 40 *M. tuberculata* (18 machos, 21 fêmeas e 1 juvenis). Na Mata Atlântica apenas 21 indivíduos foram capturados, sendo 6 *P. geoffroanus* (3 machos, 2 fêmeas e 1 juvenis) e 15 *M. tuberculata* (6 machos, 5 fêmeas e 4 juvenis) (Figura 1. 3). Indivíduos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* com CMC menor que 12 cm foram considerados como juvenis, tamanho do menor indivíduo reprodutivo. Devido ao baixo número de recapturas (apenas uma recaptura de um juvenil de *P. geoffroanus* e nenhuma de *M. tuberculata*) não foi possível estimar o tamanho das populações, taxa de crescimento, sobrevivência, ou taxa de migração.

Machos e fêmeas de *P. geoffroanus* não diferiram no tamanho (Wilcoxon $W = 151$; $P = 0,517$), no CMC (Wilcoxon $W = 158$; $P = 0,365$) e na massa (Wilcoxon $W = 167,5$; $P = 0,214$). Já os machos e fêmeas de *M. tuberculata* apresentaram diferenças significativas no tamanho (Wilcoxon $W = 515$; $P < 0,001$), no CMC (Wilcoxon $W = 539$; $P < 0,0001$) e na massa (Wilcoxon $W = 545,5$; $P < 0,0001$). Nós não verificamos diferenças significativas no tamanho, CMC e massa das espécies (*P. geoffroanus* e *M. tuberculata*), independente do sexo, entre os biomas estudados (Tabela 1) (Figura 1. 4). As informações relacionadas à morfometria e massa dos adultos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, por bioma estão dispostos nas Tabelas 2 e 3, enquanto que os juvenis foram analisados independente do bioma (Tabela 4). Um dos juvenis de *M. tuberculata* apresentou características de um recém eclodido, tais como aspectos morfológicos (proporções do corpo) e um padrão de cor diferente dos adultos (Santana *et al.*, 2015). A razão sexual não foi significativamente diferente de 1:1 em nenhuma das espécies nos biomas, apesar de aparentemente as fêmeas serem mais numerosas na Caatinga (Tabela 5).

Para análise da condição reprodutiva foram coletados 61 cágados, sendo 26 *P. geoffroanus* (6 machos, 12 fêmeas e 8 juvenis) e 35 *M. tuberculata* (14 machos, 17 fêmeas e

4 juvenis). Em *P. geoffroanus*, foram encontrados ovos em 41,7% ($n = 5$) das fêmeas 224 mm e 285 mm de comprimento da carapaça (média = $254,8 \pm 22,12$ mm). No total foram coletados 42 ovos, variando entre 7-9 por fêmea ($8,4 \pm 0,89$), com comprimento médio de $27,8 \pm 1,45$ mm e a largura de $26,0 \pm 1,18$ mm. A presença de ovos e ovócitos foi registrada exclusivamente em fêmeas coletadas durante o período chuvoso (junho a agosto). Todas as fêmeas reprodutivas (com presença de ovos) também apresentaram folículos vitelogênicos desenvolvidos, indicando a presença de ninhadas sequenciais durante a estação reprodutiva. As fêmeas coletadas na estação seca não estavam reprodutivas.

Em *M. tuberculata*, foram encontrados ovos em 41,2% ($n = 7$) das fêmeas entre 132,6 mm e 220,8 mm de comprimento da carapaça (média = $221,2 \pm 25,80$ mm). No total foram coletados 46 ovos, variando entre 3-9 por fêmea ($6,6 \pm 1,99$), com comprimento médio de $30,6 \pm 2,37$ mm e a largura de $24,9 \pm 1,94$ mm. Assim como em *P. geoffroanus*, as fêmeas de *M. tuberculata* apresentaram ovos exclusivamente durante o período chuvoso, onde todas as fêmeas com ovos também apresentaram folículos vitelogênicos. Três fêmeas coletadas na estação seca apresentaram apenas folículos vitelogênicos. Das nove fêmeas coletadas durante o período chuvoso apenas duas não apresentaram nem ovos e nem folículos vitelogênicos.

Em *P. geoffroanus* não foi encontrada relação significativa entre o tamanho da ninhada (número de ovos) e o CMC (comprimento da carapaça) das fêmeas ($R = 0.368$, $F_{1,3} = 3.33$, $P = 0.165$), embora o volume tenha sido positivamente relacionado ($R = 0.9669$, $F_{1,3} = 117.8$, $P < 0.01$). Em *M. tuberculata* não foi encontrada relação significativa entre o tamanho da ninhada e comprimento da carapaça das fêmeas de ($R = 0.179$, $F_{1,5} = 2.31$, $P = 0.189$), e nem com o volume ($R = 0.078$, $F_{1,5} = 1.508$, $P = 0.274$). Quanto à forma dos ovos, o grau de esfericidade dos ovos de *P. geoffroanus* foi de 0,936 ($n = 35$) enquanto que os de *M. tuberculata* foi de 0,813 ($n = 42$).

Machos reprodutivos das duas espécies foram encontrados durante todo o estudo (estação seca e chuvosa), em 50 % dos *P. geoffroanus* coletados, com comprimento de carapaça entre 199,0 mm e 270,0 mm (média = $244,7 \pm 40,25$ mm) e em 86,7% dos *M. tuberculata* entre 139,5 mm e 187,0 mm (média = $163,9 \pm 14,39$ mm). O volume testicular se correlacionou positivamente com o CMC dos machos das duas espécies, *P. geoffroanus* ($R = 0.735$, $F_{1,5} = 14.88$, $P < 0.001$) e *M. tuberculata* ($R = 0.339$, $F_{1,13} = 7.69$, $P = 0.017$).

Discussão

As variações em padrões autoecológicos, como por exemplo em características morfológicas resultantes de distintos regimes sazonais, já foram descritas para diversos

grupos invertebrados (Heryford & Sokal, 1971; Pires *et al.*, 2008) e vertebrados (Leclair & Laurin, 1996; Bitto & Egbunike, 2006), incluindo os répteis (Shine, 1987; Báez & Brown, 1997; Clavijo-Baquet *et al.*, 2010). Nos quelônios, diferenças sazonais podem causar distintas pressões ecológicas afetando o tamanho desses animais (Pritchard & Trebbau, 1984; Clavijo-Baquet *et al.*, 2010; Litzgus & Smith, 2010). No entanto, essas diferenças não foram significativas em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. As duas espécies apresentaram tamanhos semelhantes quando procedentes da Caatinga, com ambientes com um regime pluvial estocástico, quanto da Mata Atlântica, com um padrão mais previsível e sazonal. Possivelmente essa ausência de variação morfológica pode estar relacionada com o período de existência dos biomas. É conhecido que a Caatinga é um bioma temporalmente mais recente, quando comparado à Mata Atlântica (Prado & Gibbs, 1993; Behling *et al.*, 2000). Souza (2002a) e Souza (2002b) sugerem que populações de quelônios morfológicamente semelhantes podem ser resultantes de taxas de diferenciação lenta. Assim, possivelmente o tempo decorrido pode não ter sido suficiente para provocar variações morfológicas, entre as populações desses biomas com condições sazonais diferentes.

Outro aspecto a ser analisado é que distância geográfica pode não restringir o fluxo gênico entre as populações de quelônios aquáticos como em espécies terrestres (Clavijo-Baquet *et al.*, 2010). Para esses animais, que apresentam comportamento de migração, eles podem dispersar até entre bacias distintas (Milam & Melvin, 2001; Clavijo-Baquet *et al.*, 2010). Tendo em vista que as bacias analisadas aqui são geograficamente próximas, pelo menos em alguma porção de sua extensão, isso pode estar permitindo um certo grau de fluxo gênico o que influenciaria na falta de variação morfológica verificada.

Espécies dos gêneros *Phrynops* e *Mesoclemmys* normalmente apresentem fêmeas maiores que os machos (Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Lins *et al.*, 2015; Moura *et al.*, 2015), inclusive em *P. geoffroanus* (Molina, 1990; Moura *et al.*, 2015). O fato de não termos verificado essa diferença entre os sexos para *P. geoffroanus* pode estar relacionada ao baixo número de capturas de adultos desta espécie. A razão sexual de 1:1 e o padrão de fêmeas maiores que os machos apresentado pelas populações de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* corrobora o descrito por Berry (1980), onde em espécies em que os machos não são maiores que as fêmeas é atribuída à ausência de luta por território e/ou fêmeas. Existe ainda uma vantagem para populações com fêmeas maiores, pois o tamanho do corpo poderia promover um incremento no potencial reprodutivo com o aumento da capacidade de produção e armazenamento de ovos (Lovich & Gibbons, 1992; Anderson, 1994; Bager *et al.*, 2007; Kaddour *et al.*, 2008). Esse padrão pode ser ainda mais importante em espécies com múltiplas desovas por temporada reprodutiva, como as registradas aqui, principalmente

devido a ocorrência de ovos e folículos simultaneamente na cavidade abdominal (Bager *et al.*, 2007; Bager *et al.*, 2010). Padrões semelhantes já foram verificados para diversos Chelidae (Rhodin *et al.*, 1984; Cann, 1998; Garbin *et al.*, 2016), inclusive para *P. geoffroanus* (Molina, 1998). O comprimento dos menores indivíduos adultos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* foi o mesmo padrão descrito por Rodrigues (2016) em populações de *Phrynops tuberosus* numa área de Caatinga no Estado do Ceará.

A razão sexual representa um parâmetro demográfico fundamental, pois a proporção entre os sexos pode afetar a dinâmica das populações (Gibbons, 1990; Lovich, 1996). A razão sexual não significativamente diferente de 1:1 encontrada nas populações de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* não difere da registrada em muitos outros estudos. Padrão semelhante foi descrito em *P. geoffroanus* na Mata Atlântica (Souza & Abe, 2001) e na Caatinga (Moura *et al.*, 2015), em *Hydromedusa maximiliani* (Famelli *et al.*, 2011) na Mata Atlântica, região sudeste do Brasil, em *Kinosternon scorpioides* na Caatinga (Moura *et al.*, 2015), em *Trachemys dorbigni* (Bager *et al.*, 2010) na região sul do Brasil, em *Podocnemis sextuberculata* (Fachín-Terán *et al.*, 2003) na região amazônica, e em *Acanthochelys spixii* no Cerrado (Fraxe Neto *et al.*, 2011). Porém, também é usual ocorrer uma maior proporção de machos em diferentes Chelidae, como por exemplo em *Phrynops tuberosus* na Caatinga (Rodrigues & Silva, 2016), *P. unifilis* (Fachín-Terán & Vogt, 2004) e *P. expansa* (Portelinha *et al.*, 2014) na região amazônica. Existem também estudos que relatam a razão sexual desviada para fêmeas, como em *Trachemys dorbigni* na região dos Pampas (Silveira *et al.*, 2012), *Mesoclemmys vanderhaegei* no Cerrado (Brito *et al.*, 2009) e o único registro de razão sexual para uma população de *M. tuberculata*, realizado por Moura (2015), que considerou desvio para o sexo feminino, tendo registrado apenas fêmeas em seu estudo. Bury (1979), após analisar populações de diferentes tartarugas, observou que a razão sexual varia dentro e entre as espécies, porém a maioria dos casos apresenta a proporção de 1:1, sugerindo uma maior atenção para os fatores que poderiam influenciar as taxas diferentes na proporção entre machos e fêmeas. Normalmente a razão sexual é atribuída a diversos fatores, como por exemplo a influência de diferentes técnicas de amostragem, resultado da seleção de habitats, mortalidade entre os sexos, temperatura de incubação ou a combinação desses fatores (Gibbons, 1970; Vogt, 1980; Gibbons, 1990; Souza & Abe, 1997; Souza & Abe, 2001; Fachín-Terán *et al.*, 2003). Nossas amostras foram obtidas em todos os habitats disponíveis, em épocas distintas do ano e por dois métodos de coleta diferentes, *Hoop trap* e busca ativa, sendo que esta última em geral, não apresenta tendência de desvios na proporção de machos e fêmeas (Sterrett *et al.*, 2010; Rodrigues & Silva, 2016). Nesse contexto, consideramos que as razões sexuais encontradas refletem a real proporção de machos e fêmeas das populações estudadas.

Em geral a reprodução de tartarugas de água doce está relacionada à precipitação, e essa relação é mais forte principalmente nas regiões semiáridas (Souza, 2004; Rodrigues & Silva, 2014, 2015). Normalmente quelônios são observados nidificando durante os períodos mais secos do ano, proporcionando os nascimentos dos filhotes nas estações chuvosas (Souza & Abe, 2001; Souza, 2004). O registro de desovas de *P. geoffroanus* na época mais seca do ano é usualmente relatado tanto em cativeiro (Guix, 1989; Molina, 1990; Molina, 1998) quanto em condições naturais (Souza & Abe, 2001), no entanto, esses estudos foram realizados no sudeste do Brasil e na Colômbia, regiões que apresentam condições climáticas completamente distintas, o que pode influenciar consideravelmente a biologia reprodutiva das espécies (Iverson *et al.*, 1993; Iverson *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2006). Entretanto, em um estudo no Sudeste observou-se um maior número de ninhos de *P. geoffroanus* ocorrendo no final do inverno (Silva & Vilela, 2008). O registro de fêmeas grávidas exclusivamente no período chuvoso caracteriza uma reprodução sazonal bem marcada para as espécies, apesar de ser usualmente relatado o período reprodutivo na estação seca. Dessa forma, nossos resultados reforçando a ideia da influência das condições ambientais na reprodução de tartarugas de água doce. Comparando estudos em distintas regiões com os nossos resultados, acreditamos que o período reprodutivo de *P. geoffroanus* pode variar em diferentes características de habitat e condições climáticas locais.

O padrão levemente elipsoide dos ovos de *M. tuberculata* é usualmente registrado para diversas espécies de quelônios (Rhodin & Mittermeier, 1983; D'Amato & Morato, 1991; Horne, 1993; Cabrera, 1998; Bager *et al.*, 2007; Mocelin *et al.*, 2008; Bujes & Verrastro, 2009), inclusive verificado para todas as espécies australianas da família Chelidae, onde exibem ovos com padrão elipsoide (Harless & Morlock, 1989). No entanto, *P. geoffroanus* tem ovos mais esféricos (Medem, 1960; Molina, 1998; Silva & Vilela, 2008) e o valor encontrado por Molina (1998) de 0,947 de esferidade é muito semelhante aos resultados obtidos aqui, variando pouco nas diferentes regiões de ocorrência da espécie.

A presença de ovos e folículos vitelogênicos simultaneamente indica a ocorrência mais de uma desova por temporada reprodutiva (Vanzolini, 1997; Bujes, 1998; Bager *et al.*, 2007; Bujes & Verrastro, 2009). O registro de múltiplas desovas na mesma estação ocorre com relativa frequência em diferentes espécies de tartarugas, sejam de água doce, marinhas ou terrestres (Gibbons & Tinkle, 1969; Georges, 1983). Em contraste com os nossos resultados, Molina (1998) afirma que *P. geoffroanus* só realiza uma ovipostura por período de desova, porém é válido ressaltar que este autor realizou seus estudos em cativeiro, o que pode ter influenciado os aspectos reprodutivos da espécie. Existe uma dificuldade de comparar esta informação com outras populações, uma vez que as informações de reprodução em quelônios normalmente são obtida através da análise dos ninhos. Deste modo, acreditamos que os

nossos dados contribuem consideravelmente para elucidar esse aspecto da reprodução de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, estando mais próximo do padrão reprodutivo para estas espécies em vida livre.

O tamanho médio da ninhada de 8,4 ovos para *P. geoffroanus* foi maior que os registrados em Mato Grosso no Centro Oeste do Brasil, de 6 ovos (Silva & Vilela, 2008), e menor que a ninhada média de 15 ovos (Souza & Abe, 2001), em São Paulo no Sudeste, e de 18,14 ovos em cativeiro (Molina, 1998), que pode ter sido influenciado pela disponibilidade alimentar. No entanto, Souza (2006) relata que *P. geoffroanus* é a espécie que apresenta a maior ninhada da família Chelidae, com o registro de 30 ovos, apesar de não dar detalhes quanto a origem desta informação. As variações intra-específicas, relacionadas ao tamanho da ninhada, são verificadas normalmente em espécies que exibem distribuições geográficas mais amplas (Iverson *et al.*, 1993; Iverson *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2006), pois aumenta a chance das espécies abrangerem áreas influenciadas por climas e/ou habitats diferentes, como *P. geoffroanus* (Souza *et al.*, 2006). Assim, as diferenças de tamanho da ninhada e até mesmo do ovo, entre as populações provavelmente são resultado das diferenças na qualidade e disponibilidade de recurso alimentar em cada localidade, que influencia também no tamanho dos espécimes, as taxas de crescimento e período de maturidade (Moll & Legler, 1971; Gibbons & Greene, 1990; Iverson *et al.*, 1993).

Até o momento, parâmetros reprodutivos como tamanho médio da maturidade sexual, tamanho da ninhada, os parâmetros dos ovos (tamanho, volume), a massa média da desova e estação reprodutiva eram desconhecidas para *M. tuberculata* (Souza *et al.*, 2006). O único registro de nidificação para a espécie também ocorreu no período chuvoso, em cativeiro e com um único ovo abandonado na água (Corazza & Molina, 2004). O ovo, de 3,16 cm em seu eixo maior, 2,90 cm em seu eixo menor (Corazza & Molina, 2004), ligeiramente maior que o registrado no presente estudo.

Apesar de não termos encontrado relação significativa entre tamanho e volume da ninhada com o comprimento da carapaça das fêmeas em *M. tuberculata* e para o tamanho da ninhada com o comprimento da carapaça em *P. geoffroanus*, é possível que uma amostra maior de fêmeas grávidas poderia confirmar tais predições, uma vez que estas relações são geralmente encontradas em tartarugas de uma maneira geral (Gibbons, 1982; Congdon *et al.*, 1987; Iverson *et al.*, 1993; Iverson *et al.*, 1997; Tucker *et al.*, 1998; Aresco, 2004; Bager *et al.*, 2007; Fagundes *et al.*, 2010b), incluindo *P. geoffroanus* (Souza & Abe, 2001; Souza, 2004; Souza *et al.*, 2006).

Finalmente, *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica não variam significativamente entre os diferentes biomas quanto aos aspectos morfológicos, dimorfismo e razão sexual, indicando forte conservatismo filogenético.

É possível que os diferentes regimes sazonais não provocaram tais variações devido ao relativamente recente tempo geológico dos dois ambientes, ou ainda em ocorrência de algum grau de fluxo gênico entre populações de bacias diferentes. No entanto, outros estudos envolvendo análise genética poderiam ampliar essa perspectiva, quantificando precisamente as similaridades gênicas, levando a um maior esclarecimento do padrão encontrado.

Referências

- Anderson, M. B. (1994). Sexual size dimorphism. In M. B. Anderson (Ed.), *Sexual Selection* (pp. 247-293). Princeton: Princeton University Press.
- Aponte, C., Barreto, G. R., & Terborgh, J. (2003). Consequences of Habitat Fragmentation on Age Structure and Life History in a Tortoise Population. *Biotropica*, 35(4): 550-555.
- Aresco, M. J. (2004). Reproductive Ecology of *Pseudemys floridana* and *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae) in Northwestern Florida. *Journal of Herpetology*, 38(2): 249-256. doi: 10.1670/169-03A
- Báez, M., & Brown, R. P. (1997). Testing multivariate patterns of within-island differentiation in *Podarcis dugesii* from Madeira. *Journal of Evolutionary Biology*, 10(4): 575-587. doi: 10.1046/j.1420-9101.1997.10040575.x
- Bager, A., Freitas, T. R. O., & Krause, L. (2007). Nesting ecology of a population of *Trachemys dorbignyi* (Emydidae) in southern Brazil. *Herpetologica*, 63(1): 56-65. doi: 10.1655/0018-0831(2007)63[56:NEOAP0]2.0.CO;2
- Bager, A., Freitas, T. R. O., & Krause, L. (2010). Morphological characterization of adults of Orbigny's slider *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines Emydidae) in southern Brazil. *Tropical Zoology*, 23: 1-14.
- Barros, M. S., Resende, L. C., Silva, A. G., & Ferreira Junior, P. D. (2012). Morphological variations and sexual dimorphism in *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) and *Chelonoidis denticulata* (Linnaeus, 1766) (Testudinidae). *Brazilian Journal of Biology*, 72(1): 153-161.
- Batistella, A., Pötter, C., Barreto, L., & Vogt, R. C. (2008). Geographic Distribution, *Mesoclemmys turberculata*. *Herpetological Review*, 39(1): 107-108.
- Behling, H., Arz, H. W., Pätzold, J., & Wefer, G. (2000). Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. *Quaternary Science Reviews*, 19(10): 981-994. doi: 10.1016/S0277-3791(99)00046-3
- Berry, J. F., & Shine, R. (1980). Sexual Size Dimorphism and Sexual Selection in Turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44(2): 185-191.
- Bitto, I. I., & Egbunike, G. N. (2006). Seasonal variations in the morphometric characteristics of the pubertal West African Dwarf buck in its native tropical environment. *International Journal of Morphology*, 24(4): 637-642. doi: 10.4067/S0717-95022006000500020
- Bonin, F., Devaux, B., & Dupré, A. (2006). *Turtles of the World*. London: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- Bonnet, X., Lagarde, F., Henen, B. T., Corbin, J., Nagy, K. A., Naulleau, G., Balhoul, K., Chastel, O., Legrand, A., & Cambag, R. (2001). Sexual dimorphism in steppe tortoises (*Testudo horsfieldii*): influence of the environment and sexual selection on body shape and mobility. *Biological Journal of the Linnean Society*, 72(3): 357-372. doi: 10.1006/bjil.2000.0504

- Brito, E. S., Strussmann, C., & Penha, J. M. F. (2009). Population Structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines:Chelidae) in the Cerrado of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. *Biota Neotropica*, 9(4): 245-248.
- Bujes, C. S. (1998). Atividade de nidificação de *Phrynops hilarii* Duméril & Bibron (Testudines, Chelidae) na Reserva Biológica do Lami, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(4): 921-928.
- Bujes, C. S., & Verrastro, L. (2009). Nest temperature, incubation time, hatching, and emergence in the Hilaire's side-necked turtle (*Phrynops hilarii*). *HERPETOLOGICAL CONSERVATION AND BIOLOGY*, 4(3): 306-312.
- Burnaby, T. P. (1966). Growth-Invariant Discriminant Functions and Generalized Distances. *Biometrics*, 22(1): 96-110. doi: 10.2307/2528217
- Bury, R. B. (1979). Population ecology of freshwater turtles. In M. Harless & H. Morlock (Eds.), *Turtles: Perspectives and Research* (pp. 571–604). New York: John Wiley and Sons.
- Cabrera, M. R. (1998). *Las tortugas continentales de Sudamérica Austral*. Córdoba: M.R. Cabrera, 108 pp.
- Cagle, F. R. (1939). A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 1939(3): 170-173.
- Cann, J. (1998). *Australian freshwater turtles*. Singapore: Beaumont Publishing Pte Ltd, 292 pp.
- Clavijo-Baquet, S., Loureiro, M., & Achaval, F. (2010). Morphological Variation in the South American Snake-Necked Turtle *Hydromedusa tectifera* (Testudines: Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 231-237.
- Congdon, J. D., Breitenbach, G. L., van Loben Sels, R. C., & Tinkle, D. W. (1987). Reproduction and nesting ecology of snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in southeastern Michigan. *Herpetologica*, 43(1): 39-54.
- Congdon, J. D., & Gibbons, J. W. (1990). The evolution of turtle life history studies to conservation biology. In G. JW (Ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtles* (pp. 45–54). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Corazza, S. S., & Molina, F. B. (2004). Biologia Reprodutiva e Conservação *Ex-Situ* de *Batrachemys tuberculata* (Testudines, Chelidae): Primeiras Observações. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71: 410-412.
- D'Amato, A. F., & Morato, S. A. A. (1991). Notas biológicas e localidades de registro de *Platemys spixii* (Duméril e Bibron, 1835)(Testudines, Chelidae) para o estado do Paraná. *Acta Biologica Leopoldensia*, 13(2): 119-130.
- Delmas, V., Baudry, E., Girondot, M., & Prevot-Julliard, A. C. (2007). The righting response as a fitness index in freshwater turtles. *Biological Journal of the Linnean Society*, 91(1): 99-109. doi: 10.1111/j.1095-8312.2007.00780.x

- Dunham, A. E., & Overall, K. L. (1994). Population Responses to Environmental Change: Life History Variation, Individual-based Models, and the Population Dynamics of Short-lived Organisms. *American Zoologist*, 34(3): 382-396. doi: 10.1093/icb/34.3.382
- Ernst, C. H., & Barbour, R. W. (1989.). *Turtles of the World*. Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- Fachín-Terán, A., & Vogt, R. C. (2004). Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. *Phyllomedusa*, 3(1): 29-42.
- Fachín-Terán, A., Vogt, R. C., & Thorbjarnarson, J. B. (2003). Estrutura populacional, razão sexual e abundância de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Podocnemididae) na reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. *Phyllomedusa*, 2(1): 43-63.
- Fagundes, C. K., Bager, A., & Cechin, S. T. Z. (2010a). *Trachemys dorbigni* in an anthropic environment in southern Brazil: I) Sexual size dimorphism and population estimates. *Herpetological Journal*, 20(3): 185-193.
- Fagundes, C. K., Bager, A., & Cechin, S. T. Z. (2010b). *Trachemys dorbigni* in an anthropic environment in southern Brazil: II) Reproductive ecology. *Herpetological Journal*, 20(3): 195-199.
- Famelli, S., Bertoluci, J., Molina, F. B., & Matarazzo-Neuberger, W. M. (2011). Structure of a population of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae) from Parque Estadual da Serra do Mar, an Atlantic rainforest preserve in southeastern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(1): 132-137. doi: 10.2744/CCB-0841.1
- Fernandez, C. A., & Rivera, A. C. (2001). Sexual dimorphism and morphological differentiation in European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) populations from northwestern Spain. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(1): 100-106.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O. V., Cárdenar-Arevalo, G., & Medina-Rangel, G. F. (2013). *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-Headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. *Chelonian Research Monographs*, 5(1): 069.061-069.068. doi: 10.3854/crm.5.069.dahli.v1.2013
- Fraxe Neto, H. J., Brasil, M. A., Horta, G. F., Barros, T. O., Falcon, G. B., & Colli, G. R. (2011). Demography of *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) in the Brazilian Cerrado. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(1): 82-90. doi: 10.2744/CCB-0876.1
- Garbin, R. C., Karluth, D. T., Fernandes, D. S., & Pinto, R. R. (2016). Morphological variation in the Brazilian Radiated Swamp Turtle *Acanthochelys radiolata* (Mikan, 1820)(Testudines: Chelidae). *Zootaxa*, 4105(1): 45-64. doi: 10.11646/zootaxa.4105.1.2
- Georges, A. (1983). Reproduction of the Australian freshwater turtle *Emydura krefftii* (Chelonina: Chelidae). *Journal of Zoology*, 201(3): 331-350. doi: 10.1111/j.1469-7998.1983.tb04280.x

- Germano, D. J. (1993). Shell Morphology of North American Tortoises. *American Midland Naturalist*, 129(2): 319-335.
- Gibbons, J. W. (1970). Reproductive dynamics of a turtle (*Pseudemys scripta*) population in a reservoir receiving heated effluent from a nuclear reactor. *Canadian Journal of Zoology*, 48(4): 881-885.
- Gibbons, J. W. (1982). Reproductive Patterns in Freshwater Turtles. *Herpetologica*, 38(1): 222-227.
- Gibbons, J. W. (1990). Sex ratios and their significances among turtle populations. In J. W. GIBBONS (Ed.), *Life history and ecology of the slider turtle* (pp. 171-182). Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- Gibbons, J. W., & Greene, J. L. (1990). Reproduction in the slider and other species of turtles. In J. W. Gibbons (Ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle* (pp. 124-134). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Gibbons, J. W., & Lovich, J. E. (1990). Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs*, 4: 1-29.
- Gibbons, J. W., Lovich, J. E., Tucker, A. D., Fitzsimmons, N. N., & Greene, J. L. (2001). Demographic and Ecological Factors Affecting Conservation and Management of the Diamondback Terrapin (*Malaclemys terrapin*) in South Carolina. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(1): 66-74.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., Greene, J. L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., & Winne, C. T. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. *BioScience*, 50(8): 653-666.
- Gibbons, J. W., Semlitsch, R. D., Greene, J. L., & Schubauer, J. P. (1981). Variation in Age and Size at Maturity of the Slider Turtle (*Pseudemys scripta*). *The American naturalist*, 117(5): 841-845.
- Gibbons, J. W., & Tinkle, D. W. (1969). Reproductive variation between turtle populations in a single geographic area. *Ecology*, 50(2): 340-341. doi: 10.2307/1934863
- Goulart, C. E. S. (2004). *Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis*. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária, 56 pp.
- Guix, J. C. C. (1989). Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines-Chelidae). *Série Documentos do Grupo de Estudos Ecológicos*, 1: 1-19.
- Harless, M., & Morlock, H. (1989). *Turtles: Perspectives and research*. Fl Usa Krieger: Malabar, pp.
- Heryford, N. N., & Sokal, R. R. (1971). Seasonal morphometric variation in *Pemphigus populitransversus*. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 44(3): 384-390.

- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15): 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Horne, B. D. (1993). Courtship behavior and oviposition of captive *Acanthochelys pallidipectoris* Freiberg. *Herpetological Review*, 24(1): 25.
- Iverson, J. B. (1992). *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. . Richmond, Indiana, USA: Richard Privately Printed, 363 pp.
- Iverson, J. B., Balgooyen, C. P., Byrd, K. K., & Lyddan, K. K. (1993). Latitudinal variation in egg and clutch size in turtles. *Canadian Journal of Zoology*, 71(12): 2448-2461. doi: 10.1139/z93-341
- Iverson, J. B., Higgins, H., Sirulnik, A., & Griffiths, C. (1997). Local and geographic variation in the reproductive biology of the snapping turtle (*Chelydra serpentina*). *Herpetologica*, 53(1): 96-117.
- Jolicoeur, P. (1963). The Multivariate Generalization of the Allometry Equation. *Biometrics*, 19(3): 497-499. doi: 10.2307/2527939
- Kaddour, K. B., Mouden, E. H. E., Slimani, T., Bonnet, X., & Lagarde, F. (2008). Sexual Dimorphism in the Greek Tortoise: A Test of the Body Shape Hypothesis. *Chelonian Conservation and Biology*, 7(1): 21-27. doi: 10.2744/CCB-0649.1
- Leary, C. J., Dobie, J. L., Mann, T. M., & Floyd, P. S. (2003). Morphological variation in the endangered Alabama red-bellied cooter (*Pseudemys alabamensis*) and taxonomic status of a population in Mississippi. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3): 635-641.
- Leclair, R., & Laurin, G. (1996). Growth and body size in populations of mink frogs *Rana septentrionalis* from two latitudes. *Ecography*, 19(3): 296-304. doi: 10.1111/j.1600-0587.1996.tb01257.x
- Legler, J. M. (1993). Morphology and Physiology of the Chelonia. In C. J. Glasby, G. J. B. Ross & P. L. Beesley (Eds.), *Fauna of Australia* (Vol. 2, pp. 108-119). Canberra.
- Lindeman, P. V. (2003). Diagnostic characteristics in lower Tennessee River populations of the map turtles *Graptemys pseudogeographica* and *Graptemys ouachitensis*. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3): 564-568.
- Lins, E., Martins Sobrinho, P. M., & Moura, G. J. B. (2015). Testudines da Reserva Madeiras. In G. J. B. Moura, E. M. S. Nogueira & E. M. Costa Neto (Eds.), *Anfíbios e Répteis da Reserva Madeiras, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil* (pp. 91-102): UEFS.
- Litzgus, J. D., & Smith, S. E. (2010). Geographic variation in sexual size dimorphism in painted turtles (*Chrysemys picta*). *Journal of Herpetology*, 44(2): 320-326.
- 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.

- Lovich, J. E. (1996). Possible Demographic and Ecological Consequences of Sex Ratio Manipulation in Turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(1): 114-117.
- Lovich, J. E., & Gibbons, J. W. (1992). A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development & Aging*, 56: 269-281.
- Lovich, J. E., Znari, M., Baamrane, M. A. A., Naimi, M., & Mostalich, A. (2010). Biphasic Geographic Variation in Sexual Size Dimorphism of Turtle (*Mauremys leprosa*) Populations Along an Environmental Gradient in Morocco. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1): 45-53.
- Marques, T. S., Lara, N. R. F., Bassetti, L. A. B., Ferronato, B. O., Malvásio, A., & Verdade, L. M. (2013). Population structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in a silvicultural system in southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 179-182.
- Martins, F. I., & Souza, F. L. (2008). Estimates of Growth of The Atlantic Rain Forest Freshwater Turtle *Hydromedusa Maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology*, 42(1): 54-60. doi: 10.1670/07-053.1
- Martins, F. I., Souza, F. L., & Costa, H. T. M. (2010). Feeding Habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an Urban River in Central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 294-297. doi: 10.2744/CCB-0809.1
- McCord, W. P., Joseph-Ouni, M., & Lamar, W. W. (2001). A Taxonomic Reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Rev Biol Trop*, 49(2): 715-764.
- Medem, F. (1960). Observaciones sobre la distribucion geografica y ecologia de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp. en Colombia. Informe sobre reptiles colombianos (V). *Novedades Colombianas*, 1(5): 291-300.
- Milam, J. C., & Melvin, S. M. (2001). Density, habitat use, movements, and conservation of spotted turtles (*Clemmys guttata*) in Massachusetts. *Journal of Herpetology*, 35(3): 418-427. doi: 10.2307/1565960
- Mocelin, M. A., Fernandes, R., Porto, M., & Fernandes, D. S. (2008). Reproductive biology and notes on natural history of the side-necked turtle *Acanthochelys radiolata* (Mikan, 1820) in captivity (Testudines: Chelidae). *South American Journal of Herpetology*, 3(3): 223-228. doi: 10.2994/1808-9798-3.3.223
- Molina, F. B. (1990). Observações sobre os hábitos e o comportamento alimentar de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 319-326.
- Molina, F. B. (1998). Comportamento e biologia reprodutiva dos cágados *Phrynops geoffroanus*, *Acanthochelys radiolata* e *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) em cativeiro. *Revista de Etologia*, n. esp.: 25-40.

- Molina, F. B., Machado, F. A., & Zaher, H. (2012). Taxonomic validity of *Mesoclemmys heliostemma* (McCord, Joseph-Ouni & Lamar, 2001) (Testudines, Chelidae) inferred from morphological analysis. *Zootaxa*, 3575: 63-77.
- Moll, E. O. (1973). Latitudinal and Intersubspecific Variation in Reproduction of the Painted Turtle, *Chrysemys picta*. *Herpetologica*, 29(4): 307-318.
- Moll, E. O., & Legler, J. M. (1971). The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. *Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History, Science*, 11(6): 1-102.
- Morato, S. A. A., Lima, A. M. X., Staut, D. C. P., Faria, R. G., Souza-Alves, J. P., Gouveia, S. F., Scupino, M. R. C., Gomes, R., & Silva, M. J. (2011). Amphibians and Reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 7(6): 756-762.
- Moura, C., Moura, G., Chaves, L., Muniz, S., Vega, E. S., & Júnior, V. (2015). Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(2): 204-212.
- Moura, C. C. M., Moura, G. J. B., Lisboa, E. B. F., & Luz, V. L. F. (2014). Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 14: 1-20. doi: 10.13102/scb236
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., Oliveira, M. A. B., & Cabral, M. C. C. (2011). *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Brasília: IBAMA, 443 pp.
- Pires, E. M., Guedes, R. N. C., Serrão, J. E., & Ferreira, P. S. F. (2008). Seasonal and interpopulational morphometry variation of *Platyscirtus decempunctatus* (Carvalho 1945)(Heteroptera: Miridae). *Biota Neotropica*, 8(2): 39-46. doi: 10.1590/S1676-06032008000200003
- Portelinha, T. C. G., Malvasio, A., Piña, C. I., & Bertoluci, J. (2014). Population Structure of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in Southern Brazilian Amazon. *Copeia*, 2014(4): 707-715. doi: 10.1643/CE-13-058
- Pough, F. H., Heiser, J. B., & Janis, C. M. (2008). *A vida dos vertebrados* (4^o ed.). São Paulo: Editora Atheneu, 750 pp.
- Prado, D. E., & Gibbs, P. E. (1993). Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80(4): 902-927. doi: 10.2307/2399937
- Primack, R. B. (2012). *A primer of conservation biology* (5 ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates, 363 pp.
- Pritchard, P. C. H., & Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela*. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403 pp.
- Rhodin, A. G. J., & Mittermeier, R. A. (1983). Description of *Phrynops williamsi*, a New Species of Chelid Turtle of the South American *P. geoffroanus* Complex. In A. G. J. Rhodin &

- K. Miyata (Eds.), *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in Honor of Ernest E. Williams* (pp. 58-73). Cambridge, Massachusetts: Museum of Comparative Zoology.
- Rhodin, A. G. J., Silva, R. R., & Mittermeier, R. A. (1984). Distribution of the South American chelid Turtles *Platemys radiolata* and *P. spixii*. *Copeia*, 1984(3): 780-786. doi: 10.2307/1445169
- Rodrigues, J. F. M., & Silva, J. R. F. (2014). How *Phrynops tuberosus* (Testudines: Chelidae) reproduce in the Brazilian Caatinga? *North-Western Journal of Zoology*, 10(1): 143-148.
- Rodrigues, J. F. M., & Silva, J. R. F. (2015). Sexual dimorphism, deformations, and epibionts of *Phrynops tuberosus* (Testudines, Chelidae). *Animal Biology*, 65(3-4): 311-320. doi: 10.1163/15707563-00002480
- Rodrigues, J. F. M., & Silva, J. R. F. (2016). Population structure, activity, and sex ratio of *Phrynops tuberosus* (Testudines: Chelidae) in Caatinga, Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(1): 141511.
- Rohlf, F. J., & Bookstein, F. L. (1987). A Comment on Shearing as a Method for "Size Correction". *Systematic Biology*, 36(4): 356-367. doi: 10.2307/2413400
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, 537 pp.
- Santana, D. O. (2012). Dieta, dinâmica populacional e ectoparasitas de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)(Testudinata, Chelidae) do Baixo São Francisco, Poço Redondo, SE. (Master). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE. 109p.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2015). Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes*, 8: 407-410.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Moura, G. J. B., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2016). *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(9): 097.091–098. doi: 10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016
- Santos, F. J. M., Peña, A. P., & Luz, V. L. F. (2008). Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do submédio e da foz do rio São Francisco, Brasil. *Estudos*, 35(1/2): 59-78.
- Shine, R. (1987). Ecological comparisons of island and mainland populations of Australian tigersnakes (*Notechis*: Elapidae). *Herpetologica*, 43(2): 233-240.

- Silva, R. Z., & Vilela, M. J. A. (2008). Nidificação de *Phrynops geoffroanus* (SCHWEIGGER, 1812)(CHELONIA: CHELIDAE) na área do reservatório de Jupia—Rio Paraná, Três Lagoas, MS. *Estudos de Biologia*, 30: 107-115.
- Silveira, A. L., & Valinhas, R. (2010). Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biotemas*, 23(4): 157-161. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n4p157
- Silveira, M. L., Hartmann, M. T., & Bager, A. (2012). Biometria, razão sexual e dimorfismo sexual de *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines, Emydidae) em um açude no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*, 25(3): 187-193. doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n3p187
- Somers, K. M. (1986). Multivariate Allometry and Removal of Size With Principal Components Analysis. *Systematic Biology*, 35(3): 359-368. doi: 10.1093/sysbio/35.3.359
- Souza, F. L. (2004). Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiro (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- Souza, F. L. (2005). Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista española de herpetología*, 19: 33-46.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (1997). Population structure, activity, and conservation of the neotropical freshwater turtle, *Hydromedusa maximiliani*, in Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(4): 521-525.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2001). Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(1): 57-62. doi: 10.1076/snfe.36.1.57.8887
- Souza, F. L., Cunha, A. F., Oliveira, M. A., Pereira, G. A. G., Pinheiro, H. P., & Reis, S. F. (2002a). Partitioning of molecular variation at local spatial scales in the vulnerable neotropical freshwater turtle, *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae): implications for the conservation of aquatic organisms in natural hierarchical systems. *Biological conservation*, 104(1): 119-126. doi: 10.1016/S0006-3207(01)00160-4
- Souza, F. L., Cunha, A. F., Oliveira, M. A., Pereira, G. A. G., & Reis, S. F. (2002b). Estimating dispersal and gene flow in the neotropical freshwater turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae) by combining ecological and genetic methods. *Genetics and Molecular Biology*, 25(2): 151-155. doi: 10.1590/S1415-47572002000200007
- Souza, F. L., Giraldelli, G. R., & Martins, T. A. (2006). Reproductive aspects of Brazilian side-necked-turtles (Chelidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 17(1): 28-34.
- Sterrett, S. C., Smith, L. L., Schweitzer, S. H., & Maerz, J. C. (2010). An Assessment of Two Methods for Sampling River Turtle Assemblages. *HERPETOLOGICAL CONSERVATION AND BIOLOGY*, 5(3): 490-497.

- Sturges, H. A. (1926). The Choice of a Class Interval. *Journal of the american statistical association*, 21(153): 65-66.
- Tinkle, D. W. (1961). Geographic Variation in Reproduction, Size, Sex Ratio and Maturity of *Sternotherus Odoratus* (Testudinata: Chelydridae). *Ecology*, 42(1): 68-76. doi: 10.2307/1933268
- Tucker, J. K., Janzen, F. J., & Paukstis, G. L. (1998). Variation in Carapace Morphology and Reproduction in the Red-eared Slider *Trachemys scripta elegans*. *Journal of Herpetology*, 32(2): 294-298. doi: 10.2307/1565315
- Vanzolini, P. E. (1997). A note on the reproduction of *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 57(2): 165-175.
- Vanzolini, P. E., Ramos-Costa, A. M. M., & Vitt, L. J. (1980). *Répteis das Caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 162 pp.
- Vetter, H. (2005). *Turtles of the World* (Vol. 3). Frankfurt, Germany: Central and South America, 128 pp.
- Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles* (4^a ed.). San Diego, USA: Academic Press, 776 pp.
- Vogt, R. C. (1980). New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*, 1980(2): 368-371. doi: 10.2307/1444023
- Vogt, R. C. (2008). *Tartarugas da Amazônia*. Lima, Peru: Gráfica Biblos, 104 pp.
- Wilbur, H. M., & Morin, P. J. (1988). Life history evolution in Turtles. In C. Gans & R. B. Huey (Eds.), *Biology of Reptilia* (Vol. 16, pp. 387–439). New York: Alan Liss.
- Willemsen, R. E., & Hailey, A. (2003). Sexual dimorphism of body size and shell shape in European tortoises. *Journal of Zoology*, 260(4): 353-365. doi: 10.1017/S0952836903003820
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Universidade de Michigan: Prentice Hall, 663 pp.

Figuras

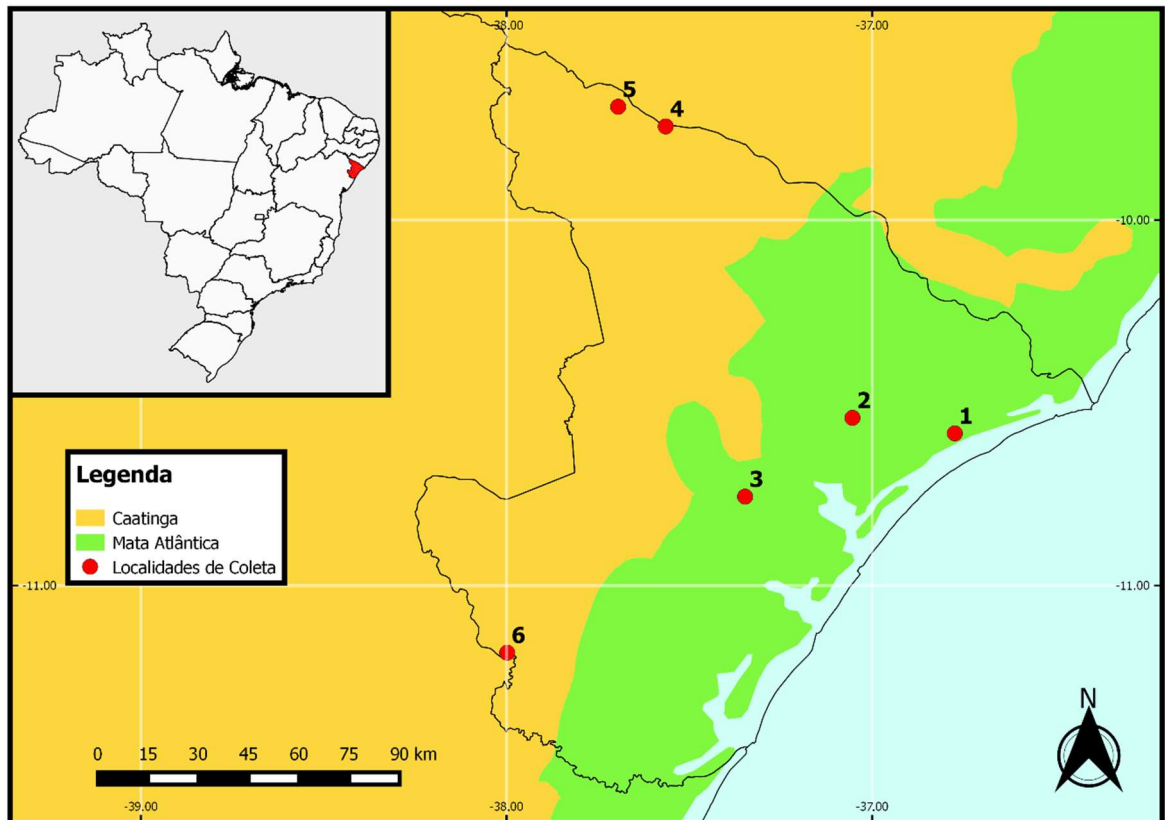


Figura 1. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).

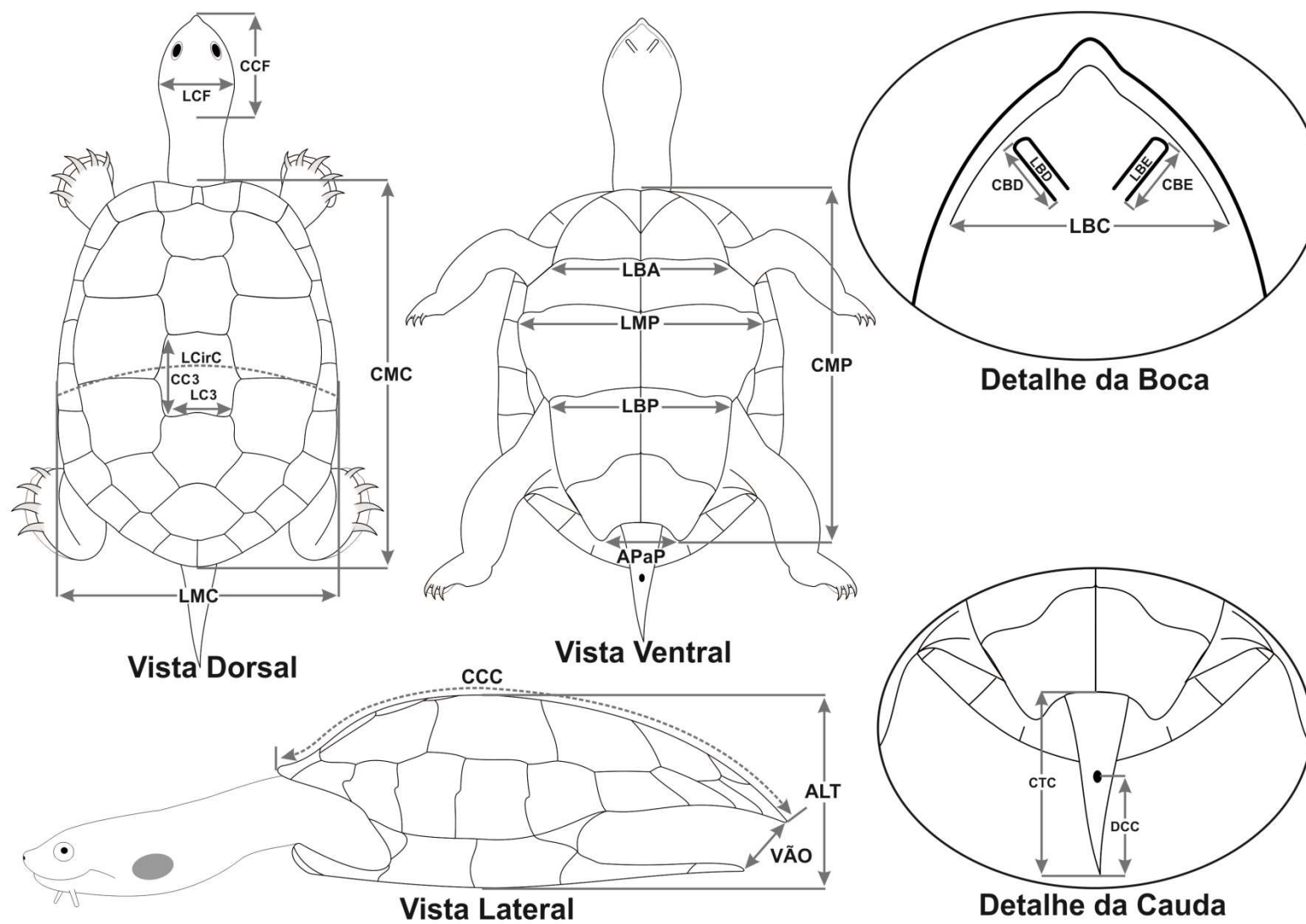


Figura 1. 2. Visão esquemática das medidas realizadas na carapaça e no plastrão das tartarugas (Ilustração: Daniel Oliveira Santana).

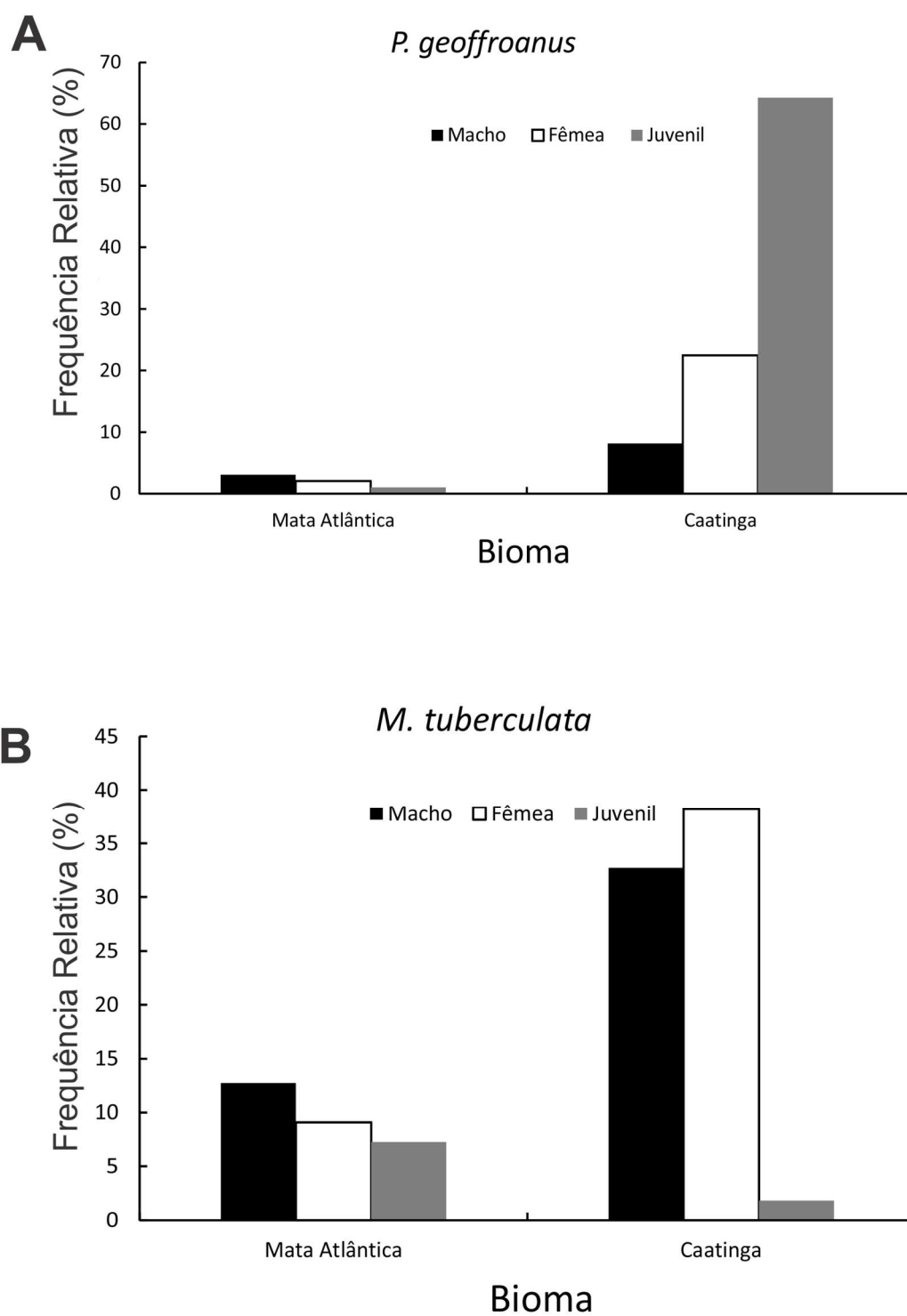


Figura 1. 3. Frequência relativa das observações (N = 132) de machos, fêmeas e jovens de *P. geoffroanus* (A) e *M. tuberculata* (B) capturados em cada bioma.

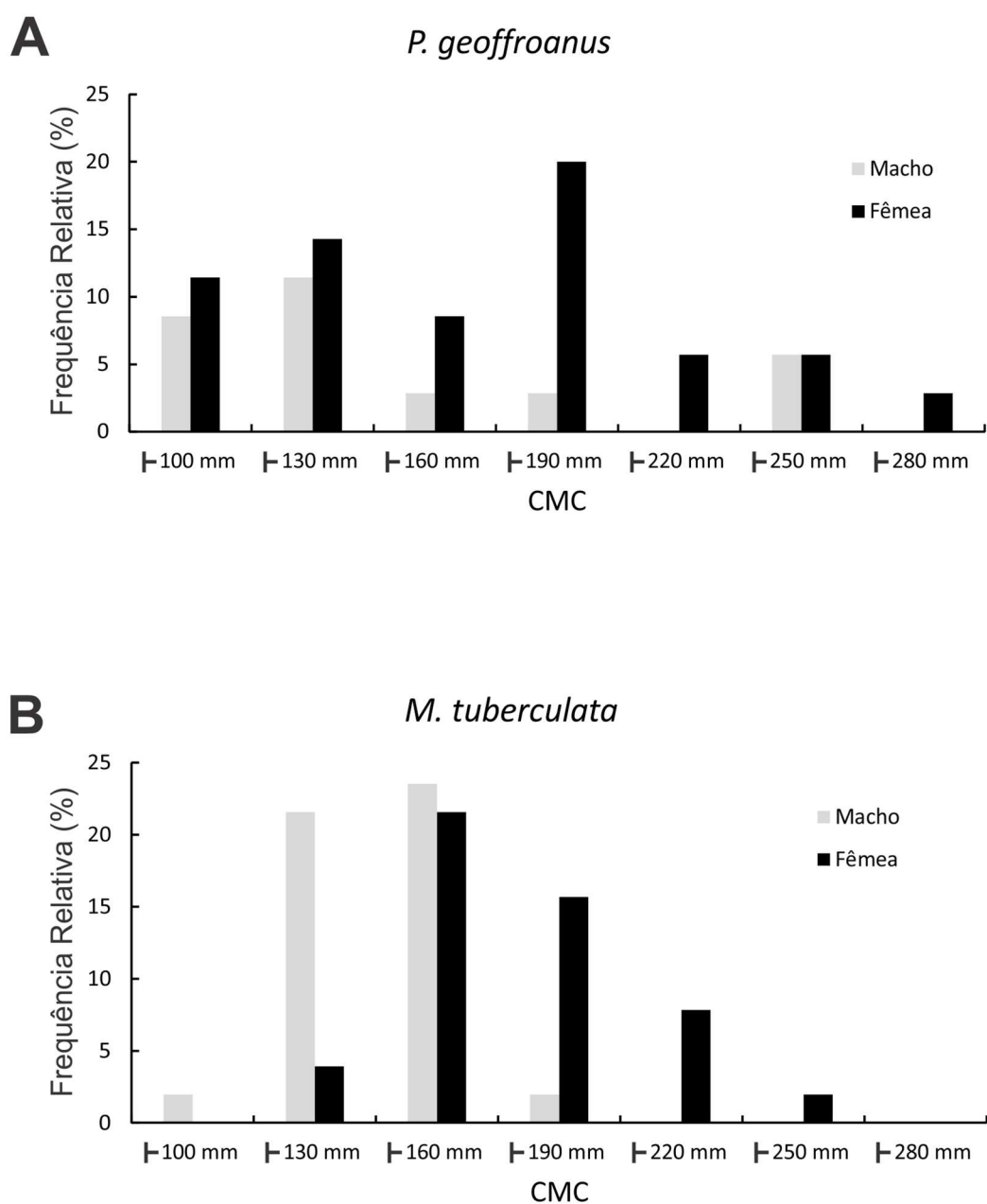


Figura 1. 4. Frequência relativa da distribuição de comprimento máximo da carapaça (CMC) (N = 85) de adultos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, nos biomas Mata Atlântica e Caatinga.

Tabela 1. Valores ($\pm$ desvio padrão) do tamanho do corpo (*autovetor isométrico*), CMC (*mm*) e Massa (*g*) de fêmeas e machos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Mata Atlântica e Caatinga.

		Mata Atlântica	Caatinga	Wilcoxon <i>W</i>	<i>p-value</i>
Tamanho					
<i>P. geoffroanus</i>	Fêmeas	7.28 $\pm$ 0.49	6.91 $\pm$ 0.52	15,0	0,5217
<i>P. geoffroanus</i>	Machos	6.96 $\pm$ 0.69	6.75 $\pm$ 0.32	11,0	0,9212
<i>M. tuberculata</i>	Fêmeas	7.11 $\pm$ 0.44	7.04 $\pm$ 0.27	44,0	0,6134
<i>M. tuberculata</i>	Machos	6.69 $\pm$ 0.24	6.74 $\pm$ 0.27	69,0	0,7451
CMC					
<i>P. geoffroanus</i>	Fêmeas	198.0 $\pm$ 36.77	190.0 $\pm$ 49.63	17,0	0,6381
<i>P. geoffroanus</i>	Machos	175.9 $\pm$ 86.04	146.1 $\pm$ 26.52	14,0	0,7758
<i>M. tuberculata</i>	Fêmeas	218.0 $\pm$ 37.44	187.0 $\pm$ 24.33	28,5	0,1262
<i>M. tuberculata</i>	Machos	162.2 $\pm$ 25.33	158.8 $\pm$ 18.41	57,5	0,7620
Massa					
<i>P. geoffroanus</i>	Fêmeas	850.0 $\pm$ 452.55	661.4 $\pm$ 526.89	16,0	0,5656
<i>P. geoffroanus</i>	Machos	786.7 $\pm$ 956.30	362.5 $\pm$ 188.6	12,0	1,0000
<i>M. tuberculata</i>	Fêmeas	1050.0 $\pm$ 492.60	803.1 $\pm$ 326.08	37,5	0,3452
<i>M. tuberculata</i>	Machos	525.7 $\pm$ 186.98	480.7 $\pm$ 162.07	53,5	0,5855

Tabela 2. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos adultos de *P. geoffroanus* da Mata Atlântica e Caatinga. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas.

Variáveis	Mata Atlântica				Caatinga			
	Macho		Fêmea		Macho		Fêmea	
	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx
CMC	175.87 $\pm$ 86.04	120.6 - 275	198.00 $\pm$ 36.77	172 - 224	149.06 $\pm$ 26.52	124 - 199	190.02 $\pm$ 49.63	124.20 - 285.00
LMC	126.73 $\pm$ 50.65	93.2 - 185	148.45 $\pm$ 30.48	126.9 - 170	112.79 $\pm$ 16.59	97.4 - 144	144.90 $\pm$ 35.13	99.80 - 213.00
CC3	30.13 $\pm$ 13.28	21.3 - 45.4	34.60 $\pm$ 8.63	28.5 - 40.7	24.71 $\pm$ 4.47	20.4 - 33.2	30.24 $\pm$ 7.86	19.10 - 43.60
LC3	31.97 $\pm$ 5.51	26.7 - 37.7	36.40 $\pm$ 0.71	35.9 - 36.9	31.49 $\pm$ 3.61	26.3 - 36.6	33.61 $\pm$ 4.12	28.20 - 40.30
CCC	190.67 $\pm$ 94.88	130 - 300	218.50 $\pm$ 38.89	191 - 246	159.57 $\pm$ 26.83	133 - 211	197.94 $\pm$ 56.70	117.00 - 303.00
LCirC	158.00 $\pm$ 65.18	115 - 233	184.00 $\pm$ 36.77	158 - 210	135.00 $\pm$ 20.05	116 - 173	169.44 $\pm$ 40.65	117.00 - 254.00
CMP	151.90 $\pm$ 67.76	108.7 - 230	181.00 $\pm$ 39.60	153 - 209	132.87 $\pm$ 23.42	109.5 - 179	168.35 $\pm$ 43.18	110.7 - 253.00
LMP	100.37 $\pm$ 42.32	71.9 - 149	117.65 $\pm$ 25.95	99.3 - 136	86.93 $\pm$ 14.14	74.8 - 113.7	112.38 $\pm$ 28.02	75.40 - 166.00
LBA	78.93 $\pm$ 32.72	57.6 - 116.6	93.65 $\pm$ 21.57	78.4 - 108.9	67.53 $\pm$ 10.83	57.6 - 87.5	88.19 $\pm$ 23.19	58.80 - 133.60
LBP	61.03 $\pm$ 24.89	44 - 89.6	71.75 $\pm$ 17.89	59.1 - 84.4	52.97 $\pm$ 8.78	45.6 - 70	69.96 $\pm$ 18.13	48.20 - 103.90
APaP	33.03 $\pm$ 12.96	24.1 - 47.9	39.90 $\pm$ 10.89	32.2 - 47.6	31.49 $\pm$ 4.55	26.9 - 39	38.28 $\pm$ 11.72	24.10 - 61.30
VÃO	14.13 $\pm$ 7.54	8.5 - 22.7	12.75 $\pm$ 2.90	10.7 - 14.8	7.29 $\pm$ 1.77	5.1 - 10.7	8.84 $\pm$ 4.33	3.30 - 17.20
LCF	33.73 $\pm$ 11.27	22.9 - 45.4	37.95 $\pm$ 8.27	32.1 - 43.8	27.16 $\pm$ 3.22	24.2 - 33.3	35.01 $\pm$ 8.15	25.00 - 51.30
CCF	37.50 $\pm$ 13.55	27.4 - 52.9	43.35 $\pm$ 10.11	36.2 - 50.5	33.89 $\pm$ 4.79	28.8 - 43.3	42.61 $\pm$ 8.67	32.10 - 58.20
LBC	24.47 $\pm$ 8.96	18 - 34.7	28.85 $\pm$ 5.73	24.8 - 32.9	20.20 $\pm$ 2.64	18.2 - 25.7	26.26 $\pm$ 6.41	19.00 - 39.60
CBD	3.73 $\pm$ 0.49	3.4 - 4.3	6.25 $\pm$ 1.91	4.9 - 7.6	4.34 $\pm$ 0.42	3.8 - 4.9	4.91 $\pm$ 1.74	2.90 - 8.30
CBE	3.93 $\pm$ 0.15	3.8 - 4.1	5.75 $\pm$ 1.63	4.6 - 6.9	4.23 $\pm$ 0.43	3.5 - 4.8	5.21 $\pm$ 1.50	3.00 - 9.00
LBD	1.50 $\pm$ 0.26	1.3 - 1.8	1.60 $\pm$ 0.71	1.1 - 2.1	1.19 $\pm$ 0.32	0.8 - 1.7	1.24 $\pm$ 0.40	0.30 - 2.10
LBE	1.43 $\pm$ 0.49	1.1 - 2	1.55 $\pm$ 0.64	1.1 - 2	1.16 $\pm$ 0.21	0.9 - 1.5	1.16 $\pm$ 0.42	0.30 - 1.80
CTC	51.13 $\pm$ 32.89	31.5 - 89.1	37.40 $\pm$ 12.02	28.9 - 45.9	39.16 $\pm$ 11.70	28.6 - 63	35.37 $\pm$ 12.09	22.7 - 62.5
DCC	21.00 $\pm$ 10.84	11.7 - 32.9	18.15 $\pm$ 5.30	14.4 - 21.9	13.91 $\pm$ 3.62	10.4 - 20.2	16.51 $\pm$ 5.71	10.1 - 28.6
ALT	56.77 $\pm$ 22.76	42.3 - 83	68.00 $\pm$ 9.90	61 - 75	45.36 $\pm$ 5.67	38.9 - 54	56.71 $\pm$ 12.48	41.2 - 80
Massa (g)	786.67 $\pm$ 956.35	195 - 1890	850.00 $\pm$ 452.55	530 - 1170	362.5 $\pm$ 188.6	190 - 675	661.36 $\pm$ 526.89	175 - 2070

Tabela 3. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos adultos de *M. tuberculata* da Mata Atlântica e Caatinga. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas.

Variáveis	Mata Atlântica				Caatinga			
	Macho		Fêmea		Macho		Fêmea	
	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx	$x \pm dp$	Min - Máx
CMC	162.20 $\pm$ 25.33	120.40 - 201.0	218.0 $\pm$ 37.44	171.0 - 258.0	158.83 $\pm$ 18.41	130.5 - 187	187.0 $\pm$ 24.33	132.6 - 232
LMC	115.06 $\pm$ 14.35	91.80 - 134.0	154.50 $\pm$ 24.37	129.0 - 180.0	112.76 $\pm$ 11.43	94.8 - 132	133.88 $\pm$ 19.67	90.6 - 172.2
CC3	24.46 $\pm$ 3.52	18.30 - 29.50	32.40 $\pm$ 5.51	26.50 - 37.70	24.47 $\pm$ 4.39	14.2 - 31.7	29.58 $\pm$ 4.89	19.1 - 38.4
LC3	29.59 $\pm$ 1.86	27.30 - 33.0	33.44 $\pm$ 1.10	32.10 - 34.40	29.39 $\pm$ 4.35	22.5 - 37.2	33.16 $\pm$ 3.83	25.7 - 40.7
CCC	174.86 $\pm$ 26.23	130.0 - 215.0	224.80 $\pm$ 33.60	187.0 - 267.0	170.39 $\pm$ 19.53	139 - 203	200.76 $\pm$ 26.29	139 - 245
LCirC	136.29 $\pm$ 18.08	106.0 - 164.0	179.60 $\pm$ 27.12	152.0 - 209.0	136.67 $\pm$ 16.01	111 - 168	165.81 $\pm$ 25.27	109 - 203
CMP	149.26 $\pm$ 21.34	113.90 - 179.0	192.0 $\pm$ 29.76	160.0 - 226.0	146.69 $\pm$ 16.29	120.3 - 176	171.48 $\pm$ 22.99	117.8 - 215
LMP	97.40 $\pm$ 11.75	78.80 - 117.20	123.24 $\pm$ 18.09	107.10 - 146.0	97.31 $\pm$ 9.86	81.7 - 118	115.67 $\pm$ 15.42	80.4 - 145
LBA	82.20 $\pm$ 10.45	65.0 - 98.60	105.14 $\pm$ 16.70	90.10 - 127.60	80.61 $\pm$ 8.62	67.4 - 99.1	95.29 $\pm$ 11.90	66.4 - 113.4
LBP	70.66 $\pm$ 8.10	57.70 - 83.30	88.16 $\pm$ 16.13	71.20 - 110.60	68.89 $\pm$ 6.96	58.1 - 83.3	82.02 $\pm$ 10.93	56.4 - 96.6
APaP	28.49 $\pm$ 5.07	19.60 - 34.10	35.56 $\pm$ 5.39	27.50 - 41.10	29.49 $\pm$ 4.68	22.6 - 37.9	32.73 $\pm$ 5.20	20.1 - 41.4
VÃO	23.54 $\pm$ 29.50	7.30 - 90.10	13.64 $\pm$ 3.60	8.10 - 17.0	14.69 $\pm$ 18.64	7.1 - 89	12.20 $\pm$ 3.16	7.8 - 20.1
LCF	37.57 $\pm$ 4.85	29.20 - 44.40	49.06 $\pm$ 8.42	39.90 - 57.90	37.06 $\pm$ 4.19	31.9 - 47.2	43.50 $\pm$ 5.20	33.4 - 53.5
CCF	44.40 $\pm$ 5.15	35.40 - 52.30	58.02 $\pm$ 10.23	47.20 - 68.60	43.88 $\pm$ 4.57	37.5 - 54.6	50.69 $\pm$ 6.04	39.8 - 64.5
LBC	29.23 $\pm$ 3.23	23.30 - 33.80	39.66 $\pm$ 7.59	30.70 - 47.50	30.30 $\pm$ 3.82	25.1 - 39.1	35.45 $\pm$ 4.11	26.9 - 42.6
CBD	2.09 $\pm$ 0.43	1.50 - 2.70	2.80 $\pm$ 1.08	1.60 - 3.90	2.87 $\pm$ 0.60	1.9 - 3.9	3.09 $\pm$ 0.80	1.7 - 4.7
CBE	2.04 $\pm$ 0.41	1.40 - 2.50	2.72 $\pm$ 1.25	1.10 - 4.30	2.63 $\pm$ 0.83	0 - 3.8	3.07 $\pm$ 0.70	2.2 - 4.6
LBD	0.83 $\pm$ 0.23	0.50 - 1.20	0.98 $\pm$ 0.44	0.30 - 1.40	1.10 $\pm$ 0.31	0.7 - 1.8	1.27 $\pm$ 0.27	0.9 - 1.9
LBE	0.73 $\pm$ 0.26	0.40 - 1.20	1.0 $\pm$ 0.46	0.20 - 1.30	1.06 $\pm$ 0.44	0 - 1.9	1.18 $\pm$ 0.23	0.8 - 1.7
CTC	32.10 $\pm$ 8.68	14.20 - 38.10	32.70 $\pm$ 5.77	26.20 - 39.50	32.77 $\pm$ 7.62	13.8 - 42.5	29.37 $\pm$ 6.20	17.4 - 42.1
DCC	12.01 $\pm$ 2.64	7.0 - 14.60	15.52 $\pm$ 3.06	12.10 - 20.50	10.89 $\pm$ 2.15	6.4 - 14.5	13.68 $\pm$ 4.04	7.1 - 26.1
ALT	54.63 $\pm$ 6.43	43.30 - 63.30	69.26 $\pm$ 9.24	59.0 - 80.0	53.34 $\pm$ 6.46	44.5 - 67.5	63.10 $\pm$ 7.15	44.8 - 76
Massa (g)	525.71 $\pm$ 186.98	220.0 - 810.0	1050.0 $\pm$ 492.60	550.0 - 1680.0	480.72 $\pm$ 162.07	270 - 820	803.10 $\pm$ 326.08	250 - 1510

Tabela 4. Estatística descritiva das medidas morfométricas dos indivíduos juvenis *P. geoffroannus* e *M. tuberculata*. Medidas lineares são dadas em milímetros e a massa em gramas.

Variáveis	<i>P. geoffroannus</i>		<i>M. tuberculata</i>	
	$\bar{x} \pm dp$	Min - Máx	$\bar{x} \pm dp$	Min - Máx
CMC	76.78 $\pm$ 18.08	43 - 114.6	81.23 $\pm$ 30.08	46.5 - 99.1
LMC	63.35 $\pm$ 13.43	36.1 - 91.2	61.67 $\pm$ 23.07	35.2 - 77.5
CC3	12.15 $\pm$ 3.00	6.4 - 17.7	12.40 $\pm$ 4.56	7.3 - 16.1
LC3	22.28 $\pm$ 3.89	11.9 - 30	22.27 $\pm$ 5.41	16.1 - 26.2
CCC	83.15 $\pm$ 19.25	46 - 123	87.00 $\pm$ 32.92	49 - 107
LCirC	74.28 $\pm$ 16.86	41 - 110	71.33 $\pm$ 28.01	39 - 88
CMP	66.61 $\pm$ 17.95	7.4 - 101.6	75.67 $\pm$ 28.56	42.7 - 92.8
LMP	47.23 $\pm$ 10.02	27.1 - 69.1	52.47 $\pm$ 19.92	29.6 - 66.1
LBA	35.05 $\pm$ 8.13	19.1 - 52.6	41.53 $\pm$ 16.90	22.1 - 52.8
LBP	27.78 $\pm$ 6.34	16.4 - 42.1	35.47 $\pm$ 14.51	18.9 - 45.9
APaP	14.35 $\pm$ 3.58	8.1 - 22.9	13.33 $\pm$ 4.71	8 - 16.9
VÃO	4.92 $\pm$ 1.30	2.6 - 8.2	5.30 $\pm$ 3.06	2.1 - 8.2
LCF	16.86 $\pm$ 2.58	11.4 - 23.1	21.77 $\pm$ 5.80	15.2 - 26.2
CCF	43.08 $\pm$ 4.15	35.4 - 47.6	57.07 $\pm$ 9.44	47.2 - 68.6
LBC	29.08 $\pm$ 3.52	23.3 - 33.8	38.07 $\pm$ 7.83	30.1 - 47.5
CBD	2.13 $\pm$ 0.45	1.5 - 2.7	2.63 $\pm$ 1.05	1.6 - 3.9
CBE	2.10 $\pm$ 0.41	1.4 - 2.5	2.55 $\pm$ 1.19	1.1 - 4.3
LBD	0.83 $\pm$ 0.25	0.5 - 1.2	0.95 $\pm$ 0.40	0.3 - 1.4
LBE	0.75 $\pm$ 0.27	0.4 - 1.2	0.93 $\pm$ 0.45	0.2 - 1.3
CTC	32.60 $\pm$ 9.40	14.2 - 38.1	32.10 $\pm$ 5.37	26.2 - 39.5
DCC	11.58 $\pm$ 2.61	7 - 13.9	15.37 $\pm$ 2.76	12.1 - 20.5
ALT	53.18 $\pm$ 5.66	43.3 - 60	68.27 $\pm$ 8.61	59 - 80
Massa (g)	478.33 $\pm$ 151.98	220 - 650	1010.00 $\pm$ 451.35	550 - 1680

Tabela 5. Razões sexuais verificadas para *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Mata Atlântica e Caatinga.

	Macho	Fêmea	Razão	N	χ^2	<i>p-value</i>	Exato de Fisher
<i>P. geoffroanus</i>							
Mata Atlântica	60	40	1:1	5	0.09	0.7642	1
<i>P. geoffroanus</i>							
Caatinga	26.67	73.33	1:3	30	3.4548	0.0631	0.110
<i>M. tuberculata</i>							
Mata Atlântica	54.55	45.45	1:1	11	0.0434	0.835	1
<i>M. tuberculata</i>							
Caatinga	46.45	53.85	1:1	39	0.1141	0.7356	0.821

CAPÍTULO 2 – Partição de nicho de dois quelônios
(*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) em
áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do
Brasil

Resumo

Em geral quelônios de água doce são considerados onívoros, consomem principalmente insetos aquáticos, crustáceos, moluscos e peixes. A dieta talvez seja um dos aspectos mais abordados em estudos de história natural de cágados, embora dados dessa natureza ainda sejam escassos para muitas espécies neotropicais. Assim, em nosso estudo buscamos descrever as dietas e avaliar a sobreposição de nicho trófico de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* nos diferentes estágios de vida (adultos e juvenis), sexo, estação e bioma de ocorrência na Caatinga e Mata Atlântica em uma área do Nordeste do Brasil. As amostras da dieta foram coletadas por meio de lavagem estomacal, em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa) ao longo de um ano. Analisamos frequência de ocorrência, abundância, volume, índice de importância relativa e larguras de nicho para cada espécie. Nossos resultados indicaram que as presas mais importantes na dieta de *P. geoffroanus* foram Material Animal, Baetidae e Caridae. O alto consumo de material animal (víceras e escamas de peixes) como principal item alimentar de *P. geoffroanus*, indicou uma forte associação com o comportamento antrópico na região do nosso estudo. Já *M. tuberculata* apresentou Ampularidae, Material Vegetal e Belastomatidae como os itens mais importantes consumidos, apresentando inclusive adaptações para o consumo de moluscos. Nós não encontramos diferenças significativas nas larguras de nicho entre machos e fêmeas adultas de ambas espécies, no entanto as dietas diferiram ontogeneticamente (adultos e juvenis), possivelmente relacionado à diferenças no tamanho dos indivíduos e a utilização de microhabitat específicos, uma vez que animais maiores normalmente exploram águas mais profundas, enquanto que os menores utilizam águas mais rasas. A estação (seca e chuvosa) e bioma (Caatinga e Mata Atlântica) também diferiram significativamente em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. As diferenças temporais e regionais verificadas representam um ajuste ecológico interessante e indica forte influência do bioma e da variação sazonal nas presas disponíveis e na composição da dieta de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*.

Palavras Chave: Dieta, Macroinvertebrados, Sobreposição, Largura de Nicho e Onívoro.

Introdução

Os quelônios são considerados um dos grandes componentes das redes tróficas dos rios, desempenhando papéis importantes em funções vitais, como fluxo de energia, ciclagem de nutrientes, dispersão da vegetação ripária e manutenção da qualidade da água, podendo atingir altas densidades e biomassa (Moll & Moll, 2004). Cágados de água doce apresentam padrões de atividade normalmente associados às condições climáticas, sendo a precipitação e as temperaturas do ar e da água os principais fatores que influenciam o comportamento das espécies (Gibbons, 1967; Ernst, 1972; Grayson & Dorcas, 2004; Souza & Molina, 2007; Jaeger & Cobb, 2012). Esses animais adotam como principais recursos alimentares larvas de insetos (e.g., Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera) que têm parte de seu desenvolvimento na água (Moll, 1990; Kennett & Tory, 1996; Souza & Abe, 2000; Brandão *et al.*, 2002; Alcalde *et al.*, 2010; Santana, 2012), além de uma vasta gama de itens de origem animal (incluindo outros invertebrados, vertebrados e até carniça) e de origem vegetal (frutos, algas e outras vegetações aquáticas) (Malvasio *et al.*, 2003). De modo geral, os cágados são considerados onívoros (Medem, 1960; Rhodin & Mittermeier, 1983; Rhodin *et al.*, 1984; Molina, 1990; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Métrailler, 1995; Brandão *et al.*, 2002; Souza, 2004) e apresentam comportamento oportunista, vistoriando leitos dos rios, vegetação e investindo em pequenos invertebrados (Legler, 1993), incluindo o consumo eventual de invertebrados terrestres (Folkerts, 1968; Mahmoud, 1968; Georges, 1982; Bury, 1986; Chessman, 1986; Souza & Abe, 1995).

A dieta talvez seja um dos aspectos mais abordados em estudos de história natural de cágados, embora dados dessa natureza ainda sejam escassos para muitas espécies neotropicais (Ernst & Barbour, 1989.; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Lima *et al.*, 1997; Souza & Abe, 1997; Souza & Abe, 1998, 2000). *Mesoclemmys tuberculata* é uma espécie de tamanho médio (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Vetter, 2005), endêmica do Brasil, ocorrendo na região semi-árida do nordeste da bacia do Atlântico-Nordeste (Vanzolini *et al.*, 1980; Iverson, 1992; Moura *et al.*, 2014). Esta espécie é geralmente associada com a Caatinga e Mata Atlântica e principalmente em áreas fortemente associadas com a bacia do rio São Francisco (Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2014). No entanto, ela também foi registrada no Cerrado, na região da bacia do Rio São Francisco em área de influência da Caatinga no noroeste do Estado de Minas Gerais (Silveira & Valinhas, 2010).

A maioria dos aspectos ecológicos de *M. tuberculata* permanecem desconhecidos (Souza, 2004; Santana *et al.*, 2016), apesar de que na última década, foram realizados alguns estudos em ambiente natural destinado a obter informações básicas sobre a biologia desta espécie, mas a maioria dos trabalhos se restringiram a descrever a extensão da distribuição

geográfica das espécies (Loebmann *et al.*, 2006; Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Silveira & Valinhas, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Cavalcanti *et al.*, 2014; Moura *et al.*, 2014), a descrição dos juvenis (Santana *et al.*, 2015) e informações sobre demografia e razão sexual para uma localidade na bioregião do Araripe (Moura *et al.*, 2015). A composição da dieta e comportamento alimentar é pouco conhecida para *M. tuberculata*, mas é deliberadamente carnívora, consumindo minhocas, peixes e insetos aquáticos (Vanzolini *et al.*, 1980; Bonin *et al.*, 2006; Pereira, 2014).

Phrynosoma geoffroanus também é considerada de médio porte (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007). Apresenta a mais ampla distribuição geográfica na América do Sul, que vai desde a Amazônia colombiana até o Sul do Brasil e norte da Argentina (Pritchard & Trebbau, 1984; Ernst & Barbour, 1989.). É onívora, com a dieta composta por peixes, macroinvertebrados bentônicos, principalmente Diptera (Chironomidae), crustáceos e ainda vegetais como macrófitas, sementes e frutos (Medem, 1960; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Souza, 2004; Souza & Molina, 2007; Martins *et al.*, 2010). É encontrada nas principais bacias hidrográficas da região e ocorre nos mais variados ambientes aquáticos como rios, córregos e lagos (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), inclusive registrado comumente em ambientes urbanos (Souza & Abe, 2001; Martins *et al.*, 2010). Apesar de *P. geoffroanus* ocorrer em diversas áreas, poucas informações estão disponíveis a respeito do uso dos recursos alimentares em muitas das regiões de ocorrência desta espécie (Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Souza & Molina, 2007).

Assim, no presente estudo, tivemos como principais objetivos, identificar e realizar uma comparação das dietas de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* nos diferentes estágios de vida (adultos e juvenis), sexo, estação e bioma de ocorrência, na Caatinga e Mata Atlântica em uma área do Nordeste do Brasil, onde elas são sintópicas, afim de determinar se as diferenças no uso dos recursos podem ter ligações com características do habitat, como também avaliar se existe uma maior sobreposição de nicho trófica na Caatinga por ela apresentar um regime pluvial estocástico, recurso alimentar mais irregular, quando comparada com padrão previsível da Mata Atlântica.

Material e Métodos

Áreas de Estudo

As populações de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* foram estudadas em seis localidades, sendo três em áreas de Caatinga e três na Mata Atlântica no Estado de Sergipe (Figura 2. 1). As localidades selecionadas em área de Caatinga foram o Monumento Natural do Rio São Francisco (09° 41.202' S e 037° 42.963' N - município de Poço Redondo), Monumento Natural Grota do Angico (09° 40.852' S e 037° 41.408' N - município de Poço Redondo) e a Bacia do Rio Real (11° 10.730' S e 038° 02.300' N - município de Tobias Barreto). As áreas de Mata Atlântica selecionadas foram o Parque Nacional Serra de Itabaiana (10° 45.251' S e 037° 20.511' N - município de Areia Branca), Reserva Biológica de Santa Isabel (10° 35.766' S e 036° 40.366' N - município de Pirambu) e Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (10° 31.895' S e 037° 03.142' N - município de Capela).

Coleta dos Quelônios

As amostras foram coletadas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa), ao longo de um ano, com duração de dez dias consecutivos em cada uma das seis localidades de coleta, três em área de Caatinga e três na Mata Atlântica, totalizando 120 dias de amostragem. O estudo foi desenvolvido no ano de 2014 e para definição dos meses que compuseram as estações chuvosa e seca foram adotados com base em informações da distribuição de precipitações nas áreas (médias históricas) ao longo dos anos (Hijmans *et al.*, 2005). Os meses considerados como pertencentes à estação chuvosa foram de abril à agosto, sendo os demais atribuídos à estação seca.

Para a captura dos indivíduos nós utilizamos 20 armadilhas aquáticas de funil, tipo covo - *hoop traps*, colocadas em rios, riachos e lagoas. Afim de atrair os cágados, as armadilhas foram iscadas com carne bovina e foram revisadas a cada três horas e permaneceram na água entre as 06:00h e 18:00h, com eventuais coletas noturnas. Em ambientes com águas menos turbidas foi realizada, de maneira complementar, a busca ativa entre 07:00h e 17:00h, utilizando-se mergulho livre com o auxílio de máscara, snorkel e nadadeiras.

Procedimentos

Para avaliação da dieta dos cágados os conteúdos estomacais foram coletados por meio de lavagem estomacal. Essa técnica é muito eficiente e amplamente utilizada nos estudos com dieta em quelônios, além de evitar a morte dos animais (Legler, 1977; Fachín-

Terán *et al.*, 1995; Pérez-Emán & Paolillo, 1997; Lindeman, 2000; Souza & Abe, 2000; Aguirre-León & Aquino-Cruz, 2004; Balensiefer & Vogt, 2006; Lindeman, 2006; Alcalde *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2010; Brasil *et al.*, 2011).

Sempre que necessário os cágados foram imobilizados em um aparelho de regurgito estomacal para quelônios, confeccionado segundo Parmenter (1980), e submetidos à técnica de lavagem estomacal utilizando uma sonda (nº 5 para indivíduos com até 12 cm de comprimento de carapaça, ou nº 8 para indivíduos maiores) acoplada a uma bomba injetora de água (tipo pulverizador) de pressão manual de 1,5L. Para abrir a boca dos animais, foi introduzida uma pinça cirúrgica em um dos cantos da boca e, após a abertura, um tubo de plástico de 0,5 cm de diâmetro e cinco cm de comprimento foi colocado entre a mandíbula e a maxila, na parte central da boca, por onde a sonda foi introduzida até o esôfago do animal. Injetou-se uma pequena quantidade de água para lubrificação do esôfago com finalidade de facilitar a passagem da sonda pelo esôfago sem causar danos ao animal. Em seguida foram injetados sucessivos jatos de água no estômago. Assim que o animal regurgitasse o conteúdo estomacal, este foi coletado, filtrado em papel filtro e conservado em etanol a 70%, em potes plásticos, registrando-se data, número da coleta e número do indivíduo. A lavagem estomacal foi realizada logo após a captura dos animais para evitar a digestão dos itens alimentares e facilitar a identificação dos mesmos.

Cada animal adulto capturado foi sexado de acordo com as características morfológicas externas, caracteres sexuais secundários, tais como concavidade plastral e comprimento da cauda (Berry & Shine, 1980; Ernst & Barbour, 1989; Guix, 1989; Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Corazza & Molina, 2004; Goulart, 2004; Adler, 2007; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2015).

Análises Estatísticas

Para a análise dos itens alimentares utilizados na dieta dos quelônios foram adotados os seguintes parâmetros: (1) frequência de ocorrência (número de amostras que continham a categoria de item alimentar); (2) abundância (número de indivíduos de cada categoria de presas encontradas nas amostras); (3) volume (valor calculado para a categoria usando a fórmula do volume de um elipsoide em mm³); (4) índice de importância relativa (IRI) (Bjorndal *et al.*, 1997).

Os dados da dieta de cada espécie foram analisados separadamente para (1) sexo/estágio de vida: machos, fêmeas e juvenis; (2) Bioma (Caatinga e Mata Atlântica) e (3) estações (seca e chuvosa).

As presas encontradas inteiras foram medidas quanto aos seus maiores comprimentos (c) e largura (l), com auxílio de um paquímetro digital (precisão 0,01 mm) e seus volumes (V) estimados usando a fórmula do volume de um elipsoide:

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

O Índice Relativo de Importância (IRI) foi também calculado para identificar o quanto cada item alimentar contribui na dieta dos indivíduos avaliados, integrando a frequência (F) de ocorrência e o volume (V) estimado, ambos em porcentagem (Bjorndal *et al.*, 1997):

$$IRI = \frac{100(F_i V_i)}{\sum (F_i V_i)}$$

As larguras de nicho trófico (número e volume) foram calculadas utilizando o inverso do índice de diversidade de Simpson (1949):

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

onde p é a proporção da categoria de recurso (trófico, espacial ou temporal) utilizado i e n o número de categorias de recurso adotadas. B varia de 1 (uso exclusivo de um tipo de recurso) a n (uso homogêneo de todos os tipos de recursos). Similaridades no uso dos recursos pelas diferentes espécies foram investigadas através da fórmula de sobreposição simétrica (Pianka, 1973):

$$\phi_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

onde os símbolos são os mesmos anteriormente citados, mas j e k representam as espécies comparadas. Valores próximos a zero indicam não haver similaridade no uso dos recursos, valores próximos a um indicam o uso semelhante dos recursos, valores superiores a 0,6 sugerem sobreposição da dieta considerável (Wallace & Ramsey, 1983).

Os valores das larguras de nicho individuais estimadas foram utilizados para avaliar possíveis diferenças sazonais, sexuais e ontogenéticas na dieta dos quelônios por meio do teste não-paramétrico de Wilcoxon. A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para averiguar a sobreposição dos nichos espaciais, foi utilizado o módulo de sobreposição de nicho do Ecosim (Gotelli & Ellison, 2013), as demais análises estatísticas

foram realizadas usando R (R Development Core Team, 2011) e o nível de significância para os testes de hipótese foi de 5%.

Resultados

No total foram capturados 153 cágados, sendo 99 *P. geoffroanus* (11 machos, 24 fêmeas e 64 juvenis) e 55 *M. tuberculata* (24 machos, 26 fêmeas e 5 juvenis). Os animais foram mais abundantes na Caatinga com 132 indivíduos capturados, sendo 93 *P. geoffroanus* (8 machos, 22 fêmeas e 63 juvenis) e 40 *M. tuberculata* (18 machos, 21 fêmeas e 1 juvenis). Na Mata Atlântica apenas 21 indivíduos foram capturados, sendo 6 *P. geoffroanus* (3 machos, 2 fêmeas e 1 juvenis) e 15 *M. tuberculata* (6 machos, 5 fêmeas e 4 juvenis). Indivíduos de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* com CMC menor que 12 cm foram considerados como juvenis, tamanho do menor indivíduo reprodutivo (Capítulo 01). Das 153 amostras analisadas (conteúdo estomacal), 23 (15%) não continham presas.

Na dieta de *P. geoffroanus* nós identificamos 38 categorias de presas, composta principalmente de macroinvertebrados aquáticos (adultos, ninfas e larvas) incluindo 22 famílias de insetos, cinco de moluscos, quatro crustáceos, uma de Aracnida, Acari e anelídeo, além de Material Animal (vísceras e escamas de peixes) e Material Vegetal (algas e pequenos gravetos). Os itens mais frequentes foram Baetidae, Material Animal e o gastrópode invasor *Melanoides tuberculata*. Considerando em valores numéricos, Baetidae foi o item mais consumido, seguido de Leptohyphidae e Hydrobiidae. Volumetricamente, Material Animal foi o item mais consumido seguido de Baetidae e Caridae. O Índice Relativo de Importância indicou que as presas mais importantes na dieta de *P. geoffroanus* foram Material Animal, Baetidae e Caridae. A largura de nicho da espécie para os estômagos agrupados foi de 2,0 para as proporções numéricas e de 3,6 para as proporções volumétricas (Tabela 1).

Nós não encontramos diferenças significativas nas larguras de nicho entre machos e fêmeas adultas de *P. geoffroanus*, tanto em termos numéricos ($W = 176$; $p = 0,241$) quanto volumétricos ($W = 191$; $p = 0,252$). Os indivíduos adultos e juvenis diferiram significativamente nas larguras de nicho em termos numéricos ($W = 126,5$; $p = 0,001$) no entanto não diferiram em proporções volumétricas ($W = 322$; $p = 0,665$). As larguras de nicho dos quelônios capturados na estação seca e na estação chuvosa diferiram em proporções numéricas ($W = 484$; $p < 0,0001$), mas não diferiram em proporções volumétricas ($W = 441$; $p = 0,182$). As larguras de nicho dos quelônios coletados na Caatinga e na Mata Atlântica diferiram significativamente em proporções numéricas ($W = 696$; $p < 0,001$), e volumétricas ($W = 678$; $p < 0,001$).

A dieta dos machos e fêmeas adultas de *P. geoffroanus* foram semelhantes, com maiores índices de importância para Material Animal, Baetidae e Caridae (Tabela 2). Os juvenis ingeriram principalmente Baetidae, Material Animal seguido de Leptohyphidae (Tabela 3). Na estação seca, Baetidae, Caridae e Libellulidae apresentaram os maiores valores de importância, enquanto que na estação chuvosa Material Animal, Baetidae seguidos por Caridae foram as presas mais importantes (Tabela 4). Na Caatinga, Material Animal e Baetidae obtiveram os maiores valores de importância, já na Mata Atlântica, Material Vegetal e Libellulidae foram os itens alimentares mais importantes (Tabela 5).

Nas amostras de *M. tuberculata* nós identificamos 29 categorias de itens alimentares, composta também principalmente de macroinvertebrados aquáticos (adultos, ninfas e larvas) incluindo 16 famílias de insetos, sete de moluscos, uma de Aracnida, Acari e anelídeo, pequenos peixes, além de material vegetal (Tabela 1). Os itens mais frequentes foram Material Vegetal, Ampularidae e Planorbidae. Considerando o número de presas, *Melanoides tuberculata* foi o item mais consumido, seguido de Ampularidae e Material Vegetal. Volumetricamente, Corixidae foi o item mais consumido seguido de Ampularidae e Corydalidae. O Índice Relativo de Importância indicou que as presas mais importantes na dieta de *M. tuberculata* foram Ampularidae, Material Vegetal e Belastomatidae. A largura de nicho da espécie para os estômagos agrupados foi de 5,4 para as proporções numéricas e de 7,3 para as proporções volumétricas (Tabela 1).

Não verificamos diferenças significativas nas larguras de nicho entre machos e fêmeas adultas de *M. tuberculata*, tanto em termos numéricos ($W = 136$; $p = 0,476$) quanto volumétricos ($W = 184$; $p = 0,9153$). Os indivíduos adultos e juvenis diferiram significativamente nas larguras de nicho em termos numéricos ($W = 429$; $p < 0,0001$) e volumétricos ($W = 405$; $p < 0,0001$). As larguras de nicho dos quelônios capturados na estação seca e na estação chuvosa diferiram em proporções numéricas ($W = 279$; $p = 0,028$), no entanto não diferiram em proporções volumétricas ($W = 213$; $p = 0,831$). As larguras de nicho dos quelônios coletados na Caatinga e na Mata Atlântica diferiram significativamente tanto em proporções numéricas ($W = 391$; $p < 0,0001$), quanto volumétricas ($W = 371$; $p = 0,0001$).

A composição da dieta dos machos e fêmeas adultas de *M. tuberculata* foram semelhantes, com Ampularidae, Material Vegetal e Belastomatidae apresentando os maiores índices de importância (Tabela 6). Os juvenis se alimentaram principalmente de pequenos peixes, Corydalidae, seguido de Hydrophilidae (Tabela 7). Na estação seca, Belastomatidae, Ampularidae e Material Vegetal obtiveram os maiores valores de importância, enquanto que na estação chuvosa os mesmos itens foram os mais importantes, porém com proporções diferentes, sendo Ampularidae, Material Vegetal e Belastomatidae os maiores valores de importância (Tabela 8). Na Caatinga, Material Vegetal, Ampularidae e Planorbidae obtiveram

os maiores valores de importância, enquanto na Mata Atlântica, Ampularidae, Belastomatidae e Material Vegetal foram os itens alimentares mais importantes (Tabela 9).

A sobreposição de nicho trófico de *P. geoffroanus* foi alta entre os sexos, em termos de número (0,84) e volume (0,84) e entre jovens e adultos, numericamente (0,87). Para *M. tuberculata* os maiores valores de sobreposição foram entre os sexos (0,89), estação (0,86), e bioma (0,84), ambos em termos de número. Entre as espécies de quelônios, a sobreposição de nicho trófico apresentou apenas considerável sobreposição numérica na Mata Atlântica (0,61), embora não tenha sido tão alta (Tabela 10).

Discussão

Em geral quelônios de água doce onívoros consomem principalmente insetos aquáticos, crustáceos, moluscos e peixes (Medem, 1960; Souza & Abe, 2000; Souza, 2004; Martins *et al.*, 2010). Invertebrados como ninfas de Odonata e Ephemeroptera utilizam o sedimento como principal microhabitat (Merritt & Cummins, 1996), além disso, esses quelônios utilizam a sucção para captura das presas através da expansão do volume da cavidade oral durante a predação (Molina, 1990; Aerts *et al.*, 2001; Lemell *et al.*, 2002). Assim, ao preda esses invertebrados, os indivíduos podem ingerir acidentalmente pequenas quantidades de material mineral, justificando assim a ocorrência de areia e pedras nos conteúdos estomacais avaliados.

Nós constatamos o consumo de duas espécies exóticas, o bivalve *Corbicula fluminea* e o gastrópodo *Melanoides tuberculatus*, que apesar de serem abundantes na região (Sousa Souto *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2013), não tiveram um papel importante na composição da dieta dos quelônios. A introdução dessas espécies em habitats naturais causa grandes perturbações para as comunidades nativas, contribuindo para a redução da diversidade em ecossistemas aquáticos continentais (Suriani *et al.*, 2007; Sousa Souto *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2013). Estas espécies invasoras apresentam grande adaptabilidade a diferentes condições ambientais, elevada capacidade reprodutiva, rápida maturação sexual e ainda a ausência de predadores naturais (Pointier *et al.*, 1993; Darrigran, 2002; Vianna & Avelar, 2010), o que se confirma pelo fato de terem sido pouco selecionadas para o consumo por *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. A ausência de predadores eficientes contribui para o avanço desses organismos nos locais invadidos, e representam um risco potencial para a biodiversidade de invertebrados nativos e consequentemente dos demais níveis tróficos, incluindo os quelônios.

Nossos resultados indicam um grau de oportunismo de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, considerando a presença de itens alóctones na dieta. Nós registramos invertebrados

terrestres como formigas, vespas, besouros, gafanhotos, aranhas e Membracideos, que foram consumidos provavelmente por terem caído na água. O consumo casual de invertebrados terrestres é bastante verificado em quelônios aquáticos (Folkerts, 1968; Mahmoud, 1968; Georges, 1982; Bury, 1986; Chessman, 1986; Souza & Abe, 1995), inclusive em *P. geoffroanus* (Souza & Abe, 2000).

De acordo com alguns estudos, *M. tuberculata* consome principalmente minhocas, peixes e insetos (Vanzolini *et al.*, 1980; Bonin *et al.*, 2006) no entanto esses estudos não apresentam detalhes da composição da dieta, nem onde esses registros foram realizados. Recentemente, *M. tuberculata* foi registrado consumindo ninfas de Odonata Libellulidae e Aeshnidae como itens mais importantes de sua dieta (Pereira, 2014). Nós registramos para *M. tuberculata* moluscos Ampularidae como principal item alimentar. Presume-se que maiores tamanhos de cabeça correspondem a uma adaptação para o consumo mais especializado de moluscos, tal característica pode ser o resultado desse hábito alimentar que fornece absorção de grandes quantidades de cálcio e o exercício atribuído ao esmagamento das conchas dos moluscos (Cagle, 1952; Tinkle, 1958; Berry, 1975). Esse padrão é verificado por exemplo por *Acantochelys macrocephala* e pelo congênere *Mesoclemmys raniceps*, que também utilizam principalmente moluscos e apresentam cabeça consideravelmente grande quando comparada a outras Chelidae (Rhodin *et al.*, 1984; Fachín-Terán *et al.*, 1995). *Mesoclemmys tuberculata* exibe cabeça maior que *P. geoffroanus* (Cap. 01), provavelmente uma adaptação para o uso intensivo de moluscos na sua dieta.

Nós registramos o consumo de material animal (víceras e escamas de peixes) como principal item alimentar de *P. geoffroanus*, o que indica uma forte associação com o comportamento antrópico, onde os pescadores e ribeirinhos, principalmente do Rio São Francisco, limpam os peixes, descartando o material visceral no próprio corpo d'água e esse recurso tem sido utilizado pelos quelônios, principalmente por *P. geoffroanus*, apesar das amostras não terem sido obtidas em áreas antropizadas. Outro fato que corrobora essa hipótese é que no período chuvoso o consumo de material animal é ainda mais intenso, coincidindo com o pico de atividade pesqueira na região (Costa-Neto *et al.*, 2002; Godinho & Godinho, 2003).

De modo geral, *P. geoffroanus* é onívora (Medem, 1960; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza, 2004; Martins *et al.*, 2010). Entre os invertebrados de sua dieta, as categorias mais importantes foram ninfas de insetos aquáticos Baetidae e os crustáceos do grupo Caridea. No entanto em um estudo em rios da Colômbia, *P. geoffroanus* apresentou uma dieta carnívora composta exclusivamente por peixes e insetos (Medem, 1960) e em Rondônia, região Norte do Brasil, foi registrada uma dieta onívora com a predominância de material vegetal (sementes, frutos e folhas), além outros itens como peixes insetos e crustáceos (Fachín-Terán

et al., 1995). Formas imaturas de Diptera (Chironomidae) foram os itens mais frequentes em *P. geoffroanus* no Ceará (Pereira, 2014), no Mato Grosso do Sul (Medem, 1960; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza, 2004; Martins *et al.*, 2010) e em São Paulo (Souza & Abe, 2000) porém estes dois últimos estudos foram realizados em rios urbanos, com altos graus de poluição, o que provavelmente influenciou na disponibilidade e consumo das presas. De acordo com estudos em distintas regiões, a preferência alimentar de *P. geoffroanus* parece variar em diferentes características de habitat (Medem, 1960; Molina, 1990; Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Martins *et al.*, 2010). Apesar de *P. geoffroanus* apresentar ampla distribuição, poucas informações estão disponíveis a respeito do uso dos recursos alimentares (Fachín-Terán *et al.*, 1995; Souza & Abe, 2000; Souza & Molina, 2007).

Embora espécies dos gêneros *Phrynops* e *Mesoclemmys* normalmente apresentem fêmeas maiores que os machos (Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Martins & Souza, 2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015), essa diferença entre os sexos não influenciou significativamente na composição da dieta das de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, o reflexo disso foram os maiores valores de sobreposição de nicho trófico relacionados ao sexo. A similaridade na dieta entre os sexos já foram observadas em *P. geoffroanus*, na região Amazônica (Fachín-Terán *et al.*, 1994) e em *Mesoclemmys vanderhaegei* no Cerrado (Brito *et al.*, 2016).

Nós verificamos uma variação significativa entre a dieta de juvenis e adultos com relação aos itens mais importantes e algumas categorias de presas foram utilizadas apenas por juvenis ou pelos adultos, condição essa, frequentemente notada em quelônios (Clark & Gibbons, 1969; Parmenter & Avery, 1990). Diferenças na dieta de jovens e adultos de *P. geoffroanus* já foram verificadas para populações do sudeste brasileiro (Souza & Abe, 2000), os autores verificaram o consumo preferencial do Díptera *Chironomus* cf. *plumosos*, contudo indivíduos adultos consumiram principalmente sua fase larval enquanto que os jovens as pupas. Alguns autores relacionam essas variações ao tamanho dos indivíduos e aos locais ocupados pelos mesmos, uma vez que animais maiores normalmente exploram águas mais profundas, enquanto que os menores utilizam águas mais rasas (Pough, 1973, 1983; Wilson & Lee, 1974; Mahmoud & Klicka, 1979), e consequentemente acessando uma diversidade de presas distintas. Diferente dos adultos, os juvenis de *P. geoffroanus* consumiram principalmente pequenas ninfas de Baetidae. Essas ninfas são encontradas principalmente em ambientes lênticos, além de que algumas espécies apresentam uma habitat mais restrito, em relação à velocidade da água, adaptadas a viver em áreas de remanso ou com pouca correnteza, junto a vegetação e folhigo depositado no substrato (Barber-James *et al.*, 2008), o que pode ter influenciado na proporção de consumo desses invertebrados pelos juvenis de *P. geoffroanus*. Algo semelhante foi verificado nos juvenis de *M. tuberculata* que consumiram

principalmente pequenos peixes (alevinos). Em alevinos, o comportamento de utilização de águas rasas é observado em muitas espécies de água doce, normalmente associado a melhores condições de sobrevivência nestes locais, buscando alimentação e abrigo, reduzindo o ataque de predadores (Uieda *et al.*, 1989; Godoy, 1995). No entanto, esse microhabitat possivelmente também é utilizado pelos juvenis de *M. tuberculata* ocasionando um maior consumo desses pequenos vertebrados.

Material vegetal foi uma categoria também frequente em adultos, mas ausente nos juvenis de *M. tuberculata*. Em populações com variação no consumo de material vegetal relacionada a ontogenia, essa está normalmente associada a ambientes com grande abundância desse recurso, maior facilidade de coletar plantas e menor necessidade de nutrientes por adultos (Parmenter & Avery, 1990). Mudança no habitat de forrageamento, onde os adultos utilizam águas mais profundas, com baixa densidade de presas animais, também podem favorecer a herbívoros, enquanto os jovens têm uma dieta predominantemente carnívora (Clark & Gibbons, 1969; Hart, 1983; Moreira & Loureiro, 1992). Já em *P. geoffronus* sua ocorrência foi possivelmente acidental. Apesar do contraste com um estudo desenvolvido na região norte do Brasil onde as o material vegetal foi considerado o item mais importante na dieta de *P. geoffroanus* (Fachín-Terán *et al.*, 1995). Contudo, outros estudos indicam que a espécie é quase exclusivamente carnívora, considerando o consumo de material vegetal como um evento acidental (Medem, 1960; Molina, 1990; Souza & Abe, 2000). Diversas larvas de inseto (e.g., Ephemeroptera e Diptera), utilizadas na dieta de *P. geoffroanus* vivem associadas às macrófitas. Este fato pode contribuir para ingestão de partes vegetais durante a captura dessas presas (Merritt & Cummins, 1996; Brito *et al.*, 2016). A presença de folhas em decomposição e pequenos gravetos, entre os itens consumidos, podem estar relacionados à ingestão de larvas de Trichoptera da família Leptoceridae, essas larvas vivem normalmente associadas substrato no folhiço acumulado no leito dos rios, utilizando inclusive pequenos pedaços de madeira na confecção de abrigos (Merritt & Cummins, 1996).

A variação sazonal da composição da dieta ocorre em muitos quelônios (Fachín-Terán *et al.*, 1995; Alcalde *et al.*, 2010). No presente estudo a dieta variou sazonalmente em ambas espécies, ocorrendo um incremento no número de categorias consumidas na estação chuvosa em relação ao período seco, porém o aumento na largura de nicho alimentar nesse período foi verificado apenas em *M. tuberculata*. Diversos autores verificaram mudanças sazonais na comunidade de macroinvertebrados disponíveis no ambiente (Extence, 1981; Abílio *et al.*, 2007; Thomazi *et al.*, 2008; Barbola *et al.*, 2011; Teles *et al.*, 2013). No entanto, é no período seco pode ocorrer um aumento nas populações de macroinvertebrados aquáticos por razões de aumento da disponibilidade alimentar, na forma de detritos e material

vegetal, possibilitando o ambiente suportar maiores densidade de invertebrados, as temperaturas mais altas e o fotoperíodo que podem contribuir para o aumento das taxas reprodutivas e a redução na profundidade da coluna de água pode favorecer algumas espécies de invertebrados, principalmente os que se alimentam por filtração, além de provocar um efeito de concentração, resultando em maiores densidades (Extence, 1981). Acreditamos que o uso de mais categorias no período chuvoso pode estar relacionado à menor oferta de recurso e consequente utilização de outras categorias não tão preferidas por *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*.

A grande diferença verificada na composição da dieta de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* entre os biomas provavelmente está relacionada aos mesmos fatores que influenciaram a sazonalidade, ou seja, a composição e abundância de recurso alimentar disponível de maneira diferenciada nos ambientes. A maioria dos estudos da região Neotropical sobre a diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos tem enfoque apenas na composição e distribuição em escala local, abrangendo normalmente apenas um trecho de rio ou uma única microbacia (Takeda *et al.*, 1991; Baptista *et al.*, 2001; Callisto *et al.*, 2001; Callisto *et al.*, 2002; Kikuchi & Uieda, 2005; Ayres-Peres *et al.*, 2006; Callisto *et al.*, 2011; Baptista *et al.*, 2014). No entanto, sabe-se que as comunidades de macroinvertebrados também podem ser influenciadas por variáveis relacionadas à escala espacial regional (e.g. condições do habitat, latitude, bioma) (Vinson & Hawkins, 1996; Mykrä *et al.*, 2007). Segundo Cornell (1999) os processos em escalas regionais (biogeográficos) são provavelmente um dos mais importantes aspectos estruturadores da comunidade bentônica em água doce, superando até as interações ecológicas entre as espécies. Existe ainda, a ideia de que o estresse hídrico é o principal fator de estruturação das comunidades de invertebrados aquáticos, principalmente em ambientes lóticos (Statzner & Higler, 1986; Statzner *et al.*, 1988). O fato da Caatinga apresentar regime pluvial estocástico pode estar contribuindo para uma maior oferta de recurso, mesmo sendo de maneira irregular, o que corrobora com os nossos resultados, onde na Caatinga *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* apresentaram maiores diversidades de presas consumidas. Estas diferenças temporais e regionais verificadas representam um ajuste ecológico interessante e indica forte influência do bioma e da variação sazonal nas presas disponíveis e na composição da dieta de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*.

Referências

- Abílio, F. J. P., Ruffo, T. L., Souza, A. H. F. F., Florentino, H. S., Oliveira-Junior, E. T., Meireles, B. N., & Santana, A. C. D. (2007). Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. *Oecologia Brasiliensis*, 11(3): 397-409.
- Adler, K. (2007). The development of systematic reviews of the turtles of the world. *Vertebrate Zoology*, 57(2): 139-148.
- Aerts, P., Van Damme, J., & Herrel, A. (2001). Intrinsic Mechanics and Control of Fast Cranio-Cervical Movements in Aquatic Feeding Turtles. *American Zoologist*, 41(6): 1299-1310.
- Aguirre-León, G., & Aquino-Cruz, O. (2004). Hábitos alimentarios de *Kinosternon herrerai* stejneger 1925 (Testudines: Kinosternidae) en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3): 83-98.
- Alcalde, L., Derocco, N. N., & Rosset, S. D. (2010). Feeding in syntopy: diet of *Hydromedusa tectifera* and *Phrynops hilarii* (Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1): 33-44. doi: 10.2744/CCB-0794.1
- Ayres-Peres, L., Sokolowicz, C. C., & Santos, S. (2006). Diversity and abundance of the benthic macrofauna in lotic environments from the central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Biota Neotropica*, 6(3): bn02106032006. doi: 10.1590/S1676-06032006000300006
- Balensiefer, D. C., & Vogt, R. C. (2006). Diet of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) during the dry season in the Mamirauá Sustainable development Reserve, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(2): 312-317. doi: 10.2744/1071-8443(2006)5[312:DOPUTP]2.0.CO;2
- Baptista, D. F., Dorvillé, L. F. M., Buss, D. F., & Nessiamian, J. L. (2001). Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 295-304. doi: 10.1590/S0034-71082001000200012
- Baptista, V. D. A., Antunes, M. B., Martello, A. R., Figueiredo, N. S. B., Amaral, A. M. B., Secretti, E., & Braun, B. (2014). Influência de Fatores Ambientais na Distribuição de Famílias de Insetos Aquáticos em Rios no Sul do Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 17(3): 155-176.
- Barber-James, H. M., Gattoliat, J.-L., Sartori, M., & Hubbard, M. D. (2008). Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1): 339-350. doi: 10.1007/s10750-007-9028-y
- Barbola, I. F., Moraes, M. F. P. G., Anazawa, T. M., Nascimento, E. A., Sepka, E. R., Polegatto, C. M., Milléo, J., & Schühli, G. S. (2011). Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 101(1-2): 15-23.

- Batistella, A., Pötter, C., Barreto, L., & Vogt, R. C. (2008). Geographic Distribution, *Mesoclemmys turberculata*. *Herpetological Review*, 39(1): 107-108.
- Berry, J. F. (1975). The population effects of ecological sympatry on musk turtles in Northern Florida. *Copeia*, 1975(4): 692-701.
- Berry, J. F., & Shine, R. (1980). Sexual Size Dimorphism and Sexual Selection in Turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44(2): 185-191.
- Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Lagueux, C. J., & Jackson, D. R. (1997). Dietary overlap in three sympatric congeneric freshwater turtles (*Pseudemys*) in Florida. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(3): 430-433.
- Bonin, F., Devaux, B., & Dupré, A. (2006). *Turtles of the World*. London: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- Brandão, R. A., Zerbini, G. J., Sebben, A., & Molina, F. d. B. (2002). Notes on distribution and habitats of *Acanthochelys spixii* and *Phrynops vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in Central Brazil. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 13(1-2): 11-15.
- Brasil, M. A., Horta, G. F., Fraxe Neto, H. J. F., Barros, T. O., & Colli, G. R. (2011). Feeding ecology of *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) in the Cerrado of central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(1): 91-101. doi: 10.2744/CCB-0846.1
- Brito, E. S., Souza, F. L., & Strüssmann, C. (2016). Feeding habits of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines: Chelidae). *Acta Herpetologica*, 11(1): 1-13. doi: 10.13128/Acta_Herpetol-17147
- Brito, E. S., Strussmann, C., & Penha, J. M. F. (2009). Population Structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines:Chelidae) in the Cerrado of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. *Biota Neotropica*, 9(4): 245-248.
- Bury, R. B. (1986). Feeding ecology of the turtle, *Clemmys marmorata*. *Journal of Herpetology*, 20(4): 515-521.
- Cagle, F. R. (1952). The Status of the Turtles *Graptemys pulchra* Baur and *Graptemys barbouri* Carr and Marchand, with Notes on Their Natural History. *Copeia*, 1952(4): 223-234. doi: 10.2307/1439268
- Callisto, M., Moreno, P., & Barbosa, F. A. R. (2001). Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 259-266. doi: 10.1590/S0034-71082001000200008
- Callisto, M., Moreno, P., Gonçalves Jr, J. F., Leal, J. J. F., & Esteves, F. A. (2002). Diversity and biomass of Chironomidae (Diptera) larvae in an impacted coastal lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62(1): 77-84. doi: 10.1590/S1519-69842002000100010
- Callisto, M., Ribeiro, A. S., Santana, V. B., França, J. S., Ligeiro, R., Ferreira, W. R., Silva, D., Castro, D., Tupinambás, T. H., Santana, D., Souza, B., Goncalves, F., Rodrigues, L., Andrade, C. B., Sales, S. C. M., & Souza, R. (2011). Rapid Ecological Assessment of

- benthic indicators of water quality: a successful capacity-building experience for Brazilian postgraduate students in ecology. *Brazilian Journal of Biology*, 71(4): 937-947. doi: 10.1590/S1519-69842011000500014
- Cavalcanti, L. B. Q., Costa, T. B., Colli, G. R., Costa, G. C., França, F. G. R., Mesquita, D. O., Palmeira, C. N. S., Pelegrin, N., Soares, A. H. B., Tucker, D. B., & Garda, A. A. (2014). Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List*, 10(1): 18-27.
- Chessman, B. C. (1986). Diet of the Murray turtle, *Emydura macquarii* (Gray)(Testudines, Chelidae). *Australian Wildlife Research*, 13(1): 65-69. doi: 10.1071/WR9860065
- Clark, D. B., & Gibbons, J. W. (1969). Dietary shift in the turtle *Pseudemys scripta* (Schoepff) from youth to maturity. *Copeia*, 1969(4): 704-706. doi: 10.2307/1441797
- Corazza, S. S., & Molina, F. B. (2004). Biologia Reprodutiva e Conservação *Ex-Situ* de *Batrachemys tuberculata* (Testudines, Chelidae): Primeiras Observações. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71: 410-412.
- Cornell, H. V. (1999). Unsaturation and regional influences on species richness in ecological communities: a review of the evidence. *Ecoscience*, 6(3): 303-315. doi: 10.1080/11956860.1999.11682532
- Costa-Neto, E. M., Dias, C. V., & Melo, M. N. (2002). O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, Estado da Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum*, 24(2): 561-572.
- Darrigran, G. (2002). Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions*, 4(1): 145-156. doi: 10.1023/A:1020521811416
- Ernst, C. H. (1972). Temperature-activity relationship in the painted turtle, *Chrysemys picta*. *Copeia*, 1972(2): 217-222. doi: 10.2307/1442479
- Ernst, C. H., & Barbour, R. W. (1989.). *Turtles of the World*. Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- Extence, C. A. (1981). The effect of drought on benthic invertebrate communities in a lowland river. *Hydrobiologia*, 83(2): 217-224. doi: 10.1007/BF00008269
- Fachín-Terán, A., Vogt, R. C., & Gómez, M. F. (1994). Alimentación de tres especies de tortugas Chelidae en Costa Marques, Rondônia. *Boletín de Lima*, 16: 409-416.
- Fachín-Terán, A., Vogt, R. C., & Gomez, M. F. S. (1995). Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guapore, Rondonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 29(4): 536-547.
- Folkerts, G. W. (1968). Food habits of the stripe-necked musk turtle, *Sternotherus minor peltifer* Smith and Glass. *Journal of Herpetology*, 2(3/4): 171-173. doi: 10.2307/1563127

- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O. V., Cárdenar-Arevalo, G., & Medina-Rangel, G. F. (2013). *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-Headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. *Chelonian Research Monographs*, 5(1): 069.061-069.068. doi: 10.3854/crm.5.069.dahli.v1.2013
- Georges, A. (1982). Diet of the Australian freshwater turtle *Emydura krefftii* (Chelonia: Chelidae), in an unproductive lentic environment. *Copeia*, 1982(2): 331-336. doi: 10.2307/1444611
- Gibbons, J. W. (1967). Possible underwater thermoregulation by turtles. *Canadian Journal of Zoology*, 45(4): 585. doi: 10.1139/z67-071
- Godinho, A. L., & Godinho, H. P. (2003). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte, Minas Gerais: PUC Minas, 468 pp.
- Godoy, M. P. (1995). Piracema: peixes brasileiros também tem história. Pirassununga-SP, Brasil. *Anais de Etologia*, 13: 3-19.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. (2013). EcoSim: null models software for ecology. EcoSimR 1.00. . <http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>.
- Goulart, C. E. S. (2004). *Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis*. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária, 56 pp.
- Grayson, K. L., & Dorcas, M. E. (2004). Seasonal temperature variation in the painted turtle (*Chrysemys picta*). *Herpetologica*, 60(3): 325-336.
- Guix, J. C. C. (1989). Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines-Chelidae). *Série Documentos do Grupo de Estudos Ecológicos*, 1: 1–19.
- Hart, D. R. (1983). Dietary and habitat shift with size of red-eared turtles (*Pseudemys scripta*) in a Southern Louisiana population. *Herpetologica*, 39(3): 285-290.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15): 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Iverson, J. B. (1992). *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. . Richmond, Indiana, USA: Richard Privately Printed, 363 pp.
- Jaeger, C. P., & Cobb, V. A. (2012). Comparative Spatial Ecologies of Female Painted Turtles (*Chrysemys picta*) and Red-Eared Sliders (*Trachemys scripta*) at Reelfoot Lake, Tennessee. *Chelonian Conservation and Biology*, 11(1): 59-67. doi: 10.2744/CCB-0949.1
- Kennett, R., & Tory, O. (1996). Diet of Two Freshwater Turtles, *Chelodina rugosa* and *Elseya dentata* (Testudines: Chelidae) from the Wet-Dry Tropics of Northern Australia. *Copeia*, 1996(2): 409-419.

- Kikuchi, R. M., & Uieda, V. S. (2005). Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 12(2): 193-231.
- Legler, J. M. (1977). Stomach Flushing: A Technique for Chelonian Dietary Studies. *Herpetologica*, 33(3): 281-284.
- Legler, J. M. (1993). Morphology and Physiology of the Chelonia. In C. J. Glasby, G. J. B. Ross & P. L. Beesley (Eds.), *Fauna of Australia* (Vol. 2, pp. 108-119). Canberra.
- Lemell, P., Lemell, C., Snelderwaard, P., Gumpenberger, M., Wochesländer, R., & Weisgram, J. (2002). Feeding patterns of *Chelus fimbriatus* (Pleurodira: Chelidae). *The Journal of Experimental Biology*, 205(10): 1495-1506.
- Lima, A. C., Magnusson, W. E., & Costa, V. L. (1997). Diet of the Turtle *Phrynops rufipes* in Central Amazonia. *Copeia*, 1997(1): 216-219.
- Lindeman, P. V. (2000). Resource use of five sympatric turtle species: effects of competition, phylogeny, and morphology. *Canadian Journal of Zoology*, 78(6): 992-1008. doi: 10.1139/z00-013
- Lindeman, P. V. (2006). Diet of the Texas map turtle (*Graptemys versa*): relationship to sexually dimorphic trophic morphology and changes over five decades as influenced by an invasive mollusk. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1): 25-31. doi: 10.2744/1071-8443(2006)5[25:DOTTMT]2.0.CO;2
- 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.
- Loebmann, D., Mai, A. C. G., & Garcia, A. M. (2006). Reptilia, Chelidae, *Mesoclemmys tuberculata*: geographical distribution extension. *Check List*, 2(1): 32-33. doi: 10.15560/2.1.32
- Mahmoud, I. Y. (1968). Feeding behavior in kinosternid turtles. *Herpetologica*, 24(4): 300-305.
- Malvasio, A., Souza, A. M., Molina, F. B., & Sampaio, F. A. (2003). Comportamento e preferência alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 161-168.
- Marques, T. S., Lara, N. R. F., Bassetti, L. A. B., Ferronato, B. O., Malvácio, A., & Verdade, L. M. (2013). Population structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in a silvicultural system in southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 179-182.
- Martins, F. I., & Souza, F. L. (2008). Estimates of Growth of The Atlantic Rain Forest Freshwater Turtle *Hydromedusa Maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology*, 42(1): 54-60. doi: 10.1670/07-053.1

- Martins, F. I., Souza, F. L., & Costa, H. T. M. (2010). Feeding Habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an Urban River in Central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 294-297. doi: 10.2744/CCB-0809.1
- McCord, W. P., Joseph-Ouni, M., & Lamar, W. W. (2001). A Taxonomic Reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Rev Biol Trop*, 49(2): 715-764.
- Medem, F. (1960). Observaciones sobre la distribucion geografica y ecologia de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp. en Colombia. Informe sobre reptiles colombianos (V). *Novedades Colombianas*, 1(5): 291-300.
- Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall Hunt, 722 pp.
- Métrailler, S. (1995). Contribution à la connaissance de *Phrynops (Batrachemys) n. nasutus* en Guyane Française. *CITS bulletin*, 5: 25-30.
- Molina, F. B. (1990). Observações sobre os hábitos e o comportamento alimentar de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 319-326.
- Molina, F. B., Machado, F. A., & Zaher, H. (2012). Taxonomic validity of *Mesoclemmys heliostemma* (McCord, Joseph-Ouni & Lamar, 2001) (Testudines, Chelidae) inferred from morphological analysis. *Zootaxa*, 3575: 63-77.
- Moll, D. (1990). Population Sizes and Foraging Ecology in a Tropical Freshwater Stream Turtle Community. *Journal of Herpetology*, 24(1): 48-53. doi: 10.2307/1564289
- Moll, D., & Moll, E. O. (2004). *The Ecology, Exploitation and Conservation of River Turtles*. New York: Oxford University Press, 393 pp.
- Morato, S. A. A., Lima, A. M. X., Staut, D. C. P., Faria, R. G., Souza-Alves, J. P., Gouveia, S. F., Scupino, M. R. C., Gomes, R., & Silva, M. J. (2011). Amphibians and Reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 7(6): 756-762.
- Moreira, G. R. S., & Loureiro, J. A. S. (1992). Contribución al estudio de la morfología del tracto digestivo de individuos jóvenes de *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Acta Zoologica Lilloana, Tucumán*, 41: 345-348.
- Moura, C., Moura, G., Chaves, L., Muniz, S., Vega, E. S., & Júnior, V. (2015). Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(2): 204-212.
- Moura, C. C. M., Moura, G. J. B., Lisboa, E. B. F., & Luz, V. L. F. (2014). Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 14: 1-20. doi: 10.13102/scb236
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., Oliveira, M. A. B., & Cabral, M. C. C. (2011). *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Brasília: IBAMA, 443 pp.

- Mykrä, H., Heino, J., & Muotka, T. (2007). Scale-related patterns in the spatial and environmental components of stream macroinvertebrate assemblage variation. *Global Ecology and Biogeography*, 16(2): 149-159. doi: 10.1111/j.1466-8238.2006.00272.x
- Parmenter, R. R. (1980). Effects of Food Availability and Water Temperature on the Feeding Ecology of Pond Sliders (*Chrysemys s. scripta*). *Copeia*, 1980(3): 503-514.
- Parmenter, R. R., & Avery, H. W. (1990). The feeding ecology of the slider turtle. In J. W. Gibbons (Ed.), *Life history and ecology of the slider turtle* (pp. 257-265). London: Smithsonian Institution Press.
- Pereira, A. M. A. (2014). *Dieta e helmintos parasitas dos quelônios Kinosternon scorpioides (Criptodyra: Kinosternidae), Mesoclemmys tuberculata e Phrynops geoffroanus (Pleurodira: Chelidae) de uma região semiárida, Nordeste do Brasil*. Universidade Regional do Cariri, Crato, CE.
- Pérez-Emán, J. L., & Paolillo, A. (1997). Diet of the Pelomedusid Turtle *Peltocephalus dumerilianus* in the Venezuelan Amazon. *Journal of Herpetology*, 31(2): 173-179. doi: 10.2307/1565384
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual review of ecology and systematics*, 4: 53-74.
- Pointier, J.-P., Théron, A., & Borel, G. (1993). Ecology of the introduced snail *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in relation to *Biomphalaria glabrata* in the marshy forest zone of Guadeloupe, French West Indies. *Journal of Molluscan Studies*, 59(4): 421-428. doi: 10.1093/mollus/59.4.421
- Pritchard, P. C. H., & Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela*. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403 pp.
- Rhodin, A. G. J., & Mittermeier, R. A. (1983). Description of *Phrynops williamsi*, a New Species of Chelid Turtle of the South American *P. geoffroanus* Complex. In A. G. J. Rhodin & K. Miyata (Eds.), *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in Honor of Ernest E. Williams* (pp. 58-73). Cambridge, Massachusetts: Museum of Comparative Zoology.
- Rhodin, A. G. J., Mittermeier, R. A., & McMorris, J. R. (1984). *Platemys macrocephala*, a new species of chelid turtle from central Bolivia and the Pantanal region of Brazil. *Herpetologica*, 40(1): 38-46.
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andi nos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, 537 pp.
- Santana, D. O. (2012). Dieta, dinâmica populacional e ectoparasitas de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812)(Testudinata, Chelidae) do Baixo São Francisco, Poço Redondo, SE. (Master). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE. 109p.

- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2015). Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes*, 8: 407-410.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Moura, G. J. B., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2016). *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(9): 097.091–098. doi: 10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016
- Santana, D. O., Silva, M. J. M., Bocchiglieri, A., Pantaleão, S. M., Faria, R. G., Souza, B. B., Rocha, S. M., & Lima, L. F. O. (2013). Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): First record for the Caatinga biome, northeastern Brazil. *Check List*, 9(5): 1072-1074.
- Santos, F. J. M., Peña, A. P., & Luz, V. L. F. (2008). Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do submédio e da foz do rio São Francisco, Brasil. *Estudos*, 35(1/2): 59-78.
- Silveira, A. L., & Valinhas, R. (2010). Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biotemas*, 23(4): 157-161. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n4p157
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Sousa Souto, L., Brito, M. F. G., & Rosa, L. C. (2011). *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774): a new threat to the conservation of native aquatic species in Sergipe, Brazil. *Scientia Plena*, 7(4): 1-6.
- Souza, F. L. (2004). Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiro (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (1995). Observations on feeding habits of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae) in southeastern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 1(4): 320-322.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (1997). Seasonal variation in the feeding habits of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 8: 17-20.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (1998). Resource partitioning by the Neotropical freshwater turtle, *Hydromedusa maximiliani*. *Journal of Herpetology*, 32(1): 106-112.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2000). Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. *Journal of Zoology*, 252(4): 437-446.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2001). Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern

- Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(1): 57-62. doi: 10.1076/snfe.36.1.57.8887
- Souza, F. L., & Molina, F. B. (2007). Estado atual do conhecimento de quelônios no Brasil, com ênfase para as espécies não amazônicas. In L. B. Nascimento & M. E. Oliveira (Eds.), *Herpetologia no Brasil* (Vol. 2, pp. 264-277). Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- Statzner, B., Gore, J. A., & Resh, V. H. (1988). Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(4): 307-360. doi: 10.2307/1467296
- Statzner, B., & Higler, B. (1986). Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater biology*, 16(1): 127-139. doi: 10.1111/j.1365-2427.1986.tb00954.x
- Suriani, A. L., França, R. S., & Rocha, O. (2007). A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanooides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(1): 21-32. doi: 10.1590/S0101-81752007000100003
- Takeda, A. M., Büttow, N. C., & Melo, S. M. (1991). Zoobentos do canal Corutuba-MS (alto rio Paraná-Brasil). *Revista Unimar*, 13(2): 353-364.
- Teles, H. F., Linares, M. S., Rocha, P. A., & Ribeiro, A. S. (2013). Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, 15(1, 2, 3): 123-137.
- Thomazi, R. D., Kiifer, W. P., Ferreira Jr, P. D., & Sá, F. S. (2008). A sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, ES. *Natureza on line*, 6(1): 1-8.
- Tinkle, D. W. (1958). The systematics and ecology of the *Sternotherus carinatus* complex (Testudinata: Chelydridae). *Tulane Studies in zoology*, 6: 1-56.
- Uieda, V. S., Uieda, W., Froehlich, O., & Amaral, M. E. C. (1989). Organização de cardumes de *Tilapia rendalli* na Represa de Americana, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(3): 749-756.
- Vanzolini, P. E., Ramos-Costa, A. M. M., & Vitt, L. J. (1980). *Répteis das Caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 162 pp.
- Vetter, H. (2005). *Turtles of the World* (Vol. 3). Frankfurt, Germany: Central and South America, 128 pp.
- Vianna, M. P., & Avelar, W. E. P. (2010). Ocorrência da espécie invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) no rio Sapucaí (São Paulo, Brasil). *Biotemas*, 23(3): 59-66. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n3p59

- Vinson, M. R., & Hawkins, C. P. (1996). Effects of sampling area and subsampling procedure on comparisons of taxa richness among streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 15(3): 392-399. doi: 10.2307/1467286
- Wallace, R. K., & Ramsey, J. S. (1983). Reliability in Measuring Diet Overlap. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(3): 347-351. doi: 10.1139/f83-050

Figuras

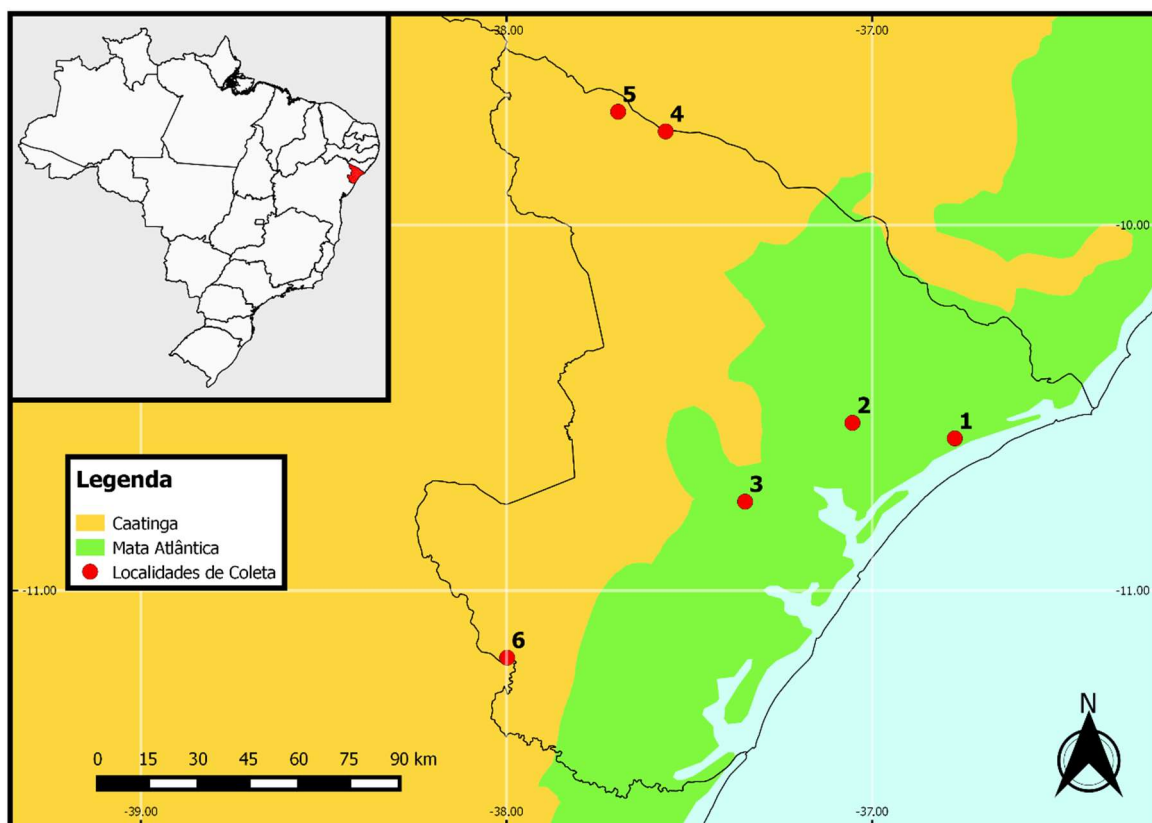


Figura 2. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).

Tabela 1. Composição geral da dieta de *Phrynos geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfã; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias	<i>P. geoffroanus</i> (n = 99)							<i>M. tuberculata</i> (n = 55)						
	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)
Annelida														
Hirudínea														
Glossiphoniidae	3	3,571	3	0,05	5,99	0,00	0,00	3	6,38	3	0,68	137,64	0,10	0,01
Arthropoda														
Arachnida														
Araneae*	3	3,571	6	0,09	4,88	0,00	0,00	4	8,51	6	1,35	1634,89	1,18	0,08
Acari														
Hydracarina	2	2,381	4	0,06	0,46	0,00	0,00	3	6,38	3	0,68	3,19	0,00	0,00
Crustacea														
Caridea	26	30,95	59	0,92	32634,61	10,80	2,28	-	-	-	-	-	-	-
Atyidae	2	2,381	5	0,08	3000,00	0,99	0,02	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	1	1,19	1	0,02	0,28	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Isópoda	1	1,19	1	0,02	11,78	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Insecta														
Coleoptera														
Scirtidae (L)	1	1,19	1	0,02	13,20	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae (A)	3	3,571	4	0,06	38,81	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Scarabaeidae (A)*	8	9,524	10	0,16	42,70	0,01	0,00	4	8,51	4	0,90	4906,25	3,54	0,24
Elmidae (A)	1	1,19	1	0,02	1,70	0,00	0,00	1	2,13	1	0,23	-	-	-
Hydrophilidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	3	6,38	3	0,68	1700,83	1,23	0,06
Staphylinidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,13	1	0,23	0,94	0,00	0,00
Orthoptera (A)*	1	1,19	1	0,02	5,13	0,00	0,00	1	2,13	1	0,23	250,00	0,18	0,00
Diptera														
Chironomidae (L)	21	25	41	0,64	259,56	0,09	0,01	1	2,13	1	0,23	12,82	0,01	0,00
Culicidae (L)	3	3,571	12	0,19	20,20	0,01	0,00	2	4,26	3	0,68	45,45	0,03	0,00
Ephemeroptera														
Leptohyphidae (N)	21	25	755	11,76	13074,00	4,33	0,74	-	-	-	-	-	-	-
Baetidae (N)	59	70,24	4429	68,98	65360,36	21,64	10,35	-	-	-	-	-	-	-
Leptophlebiidae (N)	2	2,381	13	0,20	130,13	0,04	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Megaloptera														
Corydalidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	4	8,51	9	2,03	23599,87	17,03	1,18

Heteroptera															
	Mesoveliidae (A)	1	1,19	2	0,03	4,56	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Naucoridae (A)	-	-	-	-	-	-	-	5	10,64	8	1,81	1433,93	1,03	0,09
	Corixidae (A)	1	1,19	4	0,06	3,54	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Belostomatidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	8	17,02	14	3,16	32308,51	23,31	3,22
	Hydrometridae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,13	1	0,23	300,00	0,22	0,00
	Nepidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,13	1	0,23	100,48	0,07	0,00
Hymenoptera															
	Formicidae*	3	3,571	3	0,05	14,32	0,00	0,00	1	2,13	1	0,23	6,41	0,00	0,00
	Chalcididae*	3	3,571	5	0,08	5,85	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Homoptera															
	Membracidae*	1	1,19	1	0,02	3,27	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Odonata															
	Libellulidae (N)	18	21,43	81	1,26	23655,64	7,83	1,14	3	6,38	3	0,68	1102,40	0,80	0,04
	Gomphidae (N)	10	11,9	37	0,58	10414,11	3,45	0,28	-	-	-	-	-	-	-
	Coenagrionidae (N)	1	1,19	1	0,02	78,50	0,03	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Aeshnidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	5	10,64	8	1,81	11662,48	8,41	0,73
Trichoptera															
	Leptoceridae (L)	7	8,333	26	0,40	3017,36	1,00	0,06	-	-	-	-	-	-	-
	Hydropsychidae (L)	1	1,19	1	0,02	265,33	0,09	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Philopotamidae (L)	4	4,762	6	0,09	42,82	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Hydroptilidae (L)	1	1,19	4	0,06	25,64	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Collembola															
Mollusca															
Bivalvia															
	Pisidiidae	-	-	-	-	-	-	-	2	4,26	3	0,68	84,52	0,06	0,00
Corbiculidae															
	<i>Corbicula fluminea</i>	4	4,762	4	0,06	66,11	0,02	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Mycetopodidae	-	-	-	-	-	-	-	1	2,13	1	0,23	123,09	0,09	0,00
Gastropoda															
	Hydrobiidae	21	25	216	3,36	337,67	0,11	0,02	1	2,13	1	0,23	25,12	0,02	0,00
	Ampularidae	24	28,57	81	1,26	1671,16	0,55	0,11	24	51,06	73	16,48	25190,21	18,18	7,54
	Planorbidae	6	7,143	13	0,20	183,60	0,06	0,00	12	25,53	53	11,96	2269,24	1,64	0,34
	Ancylidae	-	-	-	-	-	-	-	1	2,13	1	0,23	10,72	0,01	0,00
Thiaridae															
	<i>Melanooides tuberculatus</i>	36	42,86	123	1,92	1878,34	0,62	0,18	8	17,02	156	35,21	4748,96	3,43	0,47

Chordata

Peixe	-	-	-	-	-	-	-	5	10,64	5	1,13	5333,25	3,85	0,33
Ovos de Peixe	2	2,381	4	0,06	6,12	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Material Animal	44	52,38	44	0,69	138600,00	45,88	16,37	3	6,38	3	0,68	4084,78	2,95	0,15
Material Vegetal	23	27,38	27	0,42	3865,28	1,28	0,24	25	53,19	55	12,42	9060,60	6,54	2,82
Material ñ ident.	12	14,29	12	0,19	3326,57	1,10	0,11	14	29,79	14	3,16	8451,19	6,10	1,47
Areia	14	16,67	14	0,22	-	-	-	1	2,13	1	0,23	-	-	-
Pequenas pedras	44	52,38	366	5,70	-	-	-	3	6,38	4	0,90	-	-	-
Total	-	-	6421	-	302069,6	-	-	-	-	443	-	138592,2	-	-
Largura de nicho			2,02		3,58					5,41		7,30		

Tabela 2. Composição da dieta de acordo com o sexo (machos e fêmeas) de *Phrynos geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfia; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias	Machos (n = 11)							Fêmeas (n = 24)						
	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)
Annelida														
Hirudínea														
Glossiphoniidae	2	18,18	2	0,17	5,61	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Arthropoda														
Acari														
Hydracarina	2	18,18	4	0,34	0,46	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea														
Caridea	4	36,36	4	0,34	-	-	-	11	50	39	6,81	32634,61	21,58	7,22
Atyidae	-	-	-	-	-	-	-	2	9,09	5	0,87	3000,00	1,98	0,12
Isópoda	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	1	0,17	11,78	0,01	0,00
Insecta														
Coleoptera														
Scirtidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	1	0,17	13,20	0,01	0,00
Scarabaeidae (A)*	1	9,09	1	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orthoptera (A)*	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	1	0,17	5,13	0,00	0,00
Diptera														
Chironomidae (L)	3	27,27	5	0,43	19,95	0,05	0,01	3	13,64	3	0,52	28,06	0,02	0,00
Ephemeroptera														
Leptohyphidae (N)	2	18,18	162	13,79	2906,07	6,59	0,85	3	13,64	10	1,75	226,34	0,15	0,01
Baetidae (N)	6	54,55	751	63,91	10104,57	22,91	8,89	7	31,82	375	65,45	8091,62	5,35	1,14
Leptophlebiidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	6	1,05	90,43	0,06	0,00
Heteroptera														
Corixidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	4	0,70	3,54	0,00	0,00
Odonata														
Libellulidae (N)	4	36,36	20	1,70	4275,82	9,69	2,51	5	22,73	14	2,44	3077,58	2,03	0,31
Gomphidae (N)	1	9,09	18	1,53	5180,39	11,74	0,76	-	-	-	-	-	-	-
Trichoptera														
Leptoceridae (L)	2	18,18	3	0,26	136,20	0,31	0,04	2	9,09	3	0,52	207,03	0,14	0,01
Hydropsychidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	1	0,17	265,33	0,18	0,01
Philopotamidae (L)	1	9,09	1	0,09	2,62	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Hydroptilidae (L)	1	9,09	4	0,34	25,64	0,06	0,00	-	-	-	-	-	-	-

Mollusca

Bivalvia

Corbiculidae

Corbicula fluminea

-	-	-	-	-	-	-	-	1	4,55	1	0,17	65,42	0,04	0,00
---	---	---	---	---	---	---	---	---	------	---	------	-------	------	------

Gastropoda

Hydrobiidae

5	45,45	162	13,79	257,26	0,58	0,19	1	4,55	7	1,22	8,24	0,01	0,00
---	-------	-----	-------	--------	------	------	---	------	---	------	------	------	------

Ampularidae

2	18,18	5	0,43	107,84	0,24	0,03	5	22,73	17	2,97	884,47	0,58	0,09
---	-------	---	------	--------	------	------	---	-------	----	------	--------	------	------

Thiaridae

*Melanoides**tuberculatus*

3	27,27	4	0,34	22,89	0,05	0,01	7	31,82	28	4,89	431,61	0,29	0,06
---	-------	---	------	-------	------	------	---	-------	----	------	--------	------	------

Material Animal

5	45,45	5	0,43	20200,00	45,80	14,81	12	54,55	12	2,09	99000,00	65,45	23,88
---	-------	---	------	----------	-------	-------	----	-------	----	------	----------	-------	-------

Material Vegetal

7	63,64	8	0,68	645,26	1,46	0,66	5	22,73	5	0,87	1706,72	1,13	0,17
---	-------	---	------	--------	------	------	---	-------	---	------	---------	------	------

Material ñ ident.

2	18,18	2	0,17	217,75	0,49	0,06	3	13,64	3	0,52	1500,00	0,99	0,09
---	-------	---	------	--------	------	------	---	-------	---	------	---------	------	------

Areia

2	18,18	2	0,17	-	-	-	3	13,64	3	0,52	-	-	-
---	-------	---	------	---	---	---	---	-------	---	------	---	---	---

Pequenas pedras

5	45,45	12	1,02	-	-	-	7	31,82	34	5,93	-	-	-
---	-------	----	------	---	---	---	---	-------	----	------	---	---	---

Total

-	-	1175	-	44108,33	-	-	-	-	573	-	151251,1	-	-
---	---	-------------	---	-----------------	---	---	---	---	------------	---	-----------------	---	---

Largura de nicho

		2,23		3,45					2,26		2,09		
--	--	-------------	--	-------------	--	--	--	--	-------------	--	-------------	--	--

	Formicidae*	-	-	-	-	-	-	-	3	5,88	3	0,06	14,32	0,01	0,00
	Chalcididae*	-	-	-	-	-	-	-	3	5,88	5	0,11	5,85	0,01	0,00
Homoptera	Membracidae*	-	-	-	-	-	-	-	1	1,96	1	0,02	3,27	0,00	0,00
Odonata	Libellulidae (N)	9	27,27	34	1,95	7353,39	3,76	0,71	9	17,65	47	1,01	16302,25	15,28	1,71
	Gomphidae (N)	1	3,03	18	1,03	5180,39	2,65	0,06	9	17,65	19	0,41	5233,72	4,90	0,55
	Coenagrionidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,96	1	0,02	78,50	0,07	0,00
Trichoptera	Leptoceridae (L)	4	12,12	6	0,34	343,23	0,18	0,01	3	5,88	20	0,43	2674,13	2,51	0,09
	Hydropsychidae (L)	1	3,03	1	0,06	265,33	0,14	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Philopotamidae (L)	1	3,03	1	0,06	2,62	0,00	0,00	3	5,88	5	0,11	40,21	0,04	0,00
	Hydroptilidae (L)	1	3,03	4	0,23	25,64	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Mollusca															
Bivalvia	Corbiculidae														
	<i>Corbicula fluminea</i>	1	3,03	1	0,06	65,42	0,03	0,00	3	5,88	3	0,06	0,70	0,00	0,00
Gastropoda	Hydrobiidae	6	18,18	169	9,67	265,50	0,14	0,02	15	29,41	47	1,01	72,17	0,07	0,01
	Ampularidae	7	21,21	22	1,26	992,31	0,51	0,07	17	33,33	59	1,26	678,84	0,64	0,13
	Planorbidae	-	-	-	-	-	-	-	6	11,76	13	0,28	183,60	0,17	0,01
Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>	10	30,30	32	1,83	454,50	0,23	0,05	26	50,98	91	1,95	1423,84	1,33	0,43
Chordata															
	Ovos de Peixe	-	-	-	-	-	-	-	2	3,92	4	0,09	6,12	0,01	0,00
Material Animal		17	51,52	17	0,97	119200,00	61,02	21,69	27	52,94	27	0,58	19400,00	18,18	6,11
Material Vegetal		12	36,36	13	0,74	2351,98	1,20	0,30	11	21,57	14	0,30	1513,30	1,42	0,19
Material ñ ident.		5	15,15	5	0,29	1717,75	0,88	0,09	7	13,73	7	0,15	1608,82	1,51	0,13
Areia		5	15,15	5	0,29	-	-	-	9	17,65	9	0,19	-	-	-
Pequenas pedras		12	36,36	46	2,63	-	-	-	32	62,75	320	6,85	-	-	-
Total		-	-	1748	-	195359,4	-	-	-	-	4673	-	106710,1	-	-
Largura de nicho				2,291		2,428					1,920		3,786		

	Formicidae*	1	3,70	1	0,07	0,84	0,00	0,00	2	3,51	2	0,04	13,48	0,01	0,00
	Chalcididae*	-	-	-	-	-	-	-	3	5,26	5	0,10	5,85	0,00	0,00
Homoptera															
	Membracidae*	-	-	-	-	-	-	-	1	1,75	1	0,02	3,27	0,00	0,00
Odonata															
	Libellulidae (N)	10	37,04	46	3,23	14921,84	17,86	4,84	8	14,04	35	0,70	8733,80	4,00	0,36
	Gomphidae (N)	4	14,81	23	1,62	8262,43	9,89	1,07	6	10,53	14	0,28	2151,68	0,98	0,07
	Coenagrionidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,75	1	0,02	78,50	0,04	0,00
Trichoptera															
	Leptoceridae (L)	3	11,11	20	1,40	2732,11	3,27	0,27	4	7,02	6	0,12	285,24	0,13	0,01
	Hydropsychidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,75	1	0,02	265,33	0,12	0,00
	Philopotamidae (L)	2	7,41	3	0,21	30,79	0,04	0,00	2	3,51	3	0,06	12,04	0,01	0,00
	Hydroptilidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,75	4	0,08	25,64	0,01	0,00
Mollusca															
Bivalvia															
Corbiculidae															
	<i>Corbicula fluminea</i>	2	7,41	2	0,14	0,70	0,00	0,00	2	3,51	2	0,04	65,42	0,03	0,00
Gastropoda															
	Hydrobiidae	1	3,70	1	0,07	9,42	0,01	0,00	20	35,09	215	4,30	328,25	0,15	0,03
	Ampularidae	4	14,81	7	0,49	486,63	0,58	0,06	20	35,09	74	1,48	1184,52	0,54	0,12
	Planorbidae	3	11,11	9	0,63	56,10	0,07	0,01	3	5,26	4	0,08	127,50	0,06	0,00
Thiaridae															
	<i>Melanoides tuberculatus</i>	10	37,04	44	3,09	429,91	0,51	0,14	26	45,61	79	1,58	1448,42	0,66	0,20
Chordata															
	Ovos de Peixe	1	3,70	2	0,14	1,05	0,00	0,00	1	1,75	2	0,04	5,08	0,00	0,00
Material Animal		12	44,44	12	0,84	11400,00	13,65	4,44	32	56,14	32	0,64	127200,00	58,21	21,16
Material Vegetal		10	37,04	11	0,77	2351,77	2,82	0,76	13	22,81	16	0,32	1513,52	0,69	0,10
Material ñ ident.		5	18,52	5	0,35	1717,75	2,06	0,28	7	12,28	7	0,14	1608,82	0,74	0,06
Areia		6	22,22	6	0,42	-	-	-	8	14,04	8	0,16	-	-	-
Pequenas pedras		11	40,74	103	7,23	-	-	-	33	57,89	263	5,26	-	-	-
Total		-	-	1424	-	83538,93	-	-	-	-	4997	-	218530,6	-	-
Largura de nicho				2,90		6,85					1,81		2,51		

Tabela 5. Composição da dieta de acordo com o bioma de *Phrynos geoffroanus* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninf; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias		Mata Atlântica (n = 6)							Caatinga (n = 93)							
		F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	
Annelida																
Hirudínea																
	Glossiphoniidae	1	20	1	5	0,90	0,03	0,00	2	2,53	2	0,03	5,09	0,00	0,00	
Arthropoda																
Arachnida																
	Araneae*	-	-	-	-	-	-	-	3	3,80	6	0,09	4,88	0,00	0,00	
Acari	Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	2	2,53	4	0,06	0,46	0,00	0,00	
Crustacea																
	Caridea	-	-	-	-	-	-	-	26	32,91	59	0,92	32634,61	10,91	2,39	
	Atyidae	-	-	-	-	-	-	-	2	2,53	5	0,08	3000,00	1,00	0,02	
	Ostracoda	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	0,28	0,00	0,00	
	Isópoda	1	20	1	5	11,78	0,41	0,06	-	-	-	-	-	-	-	
Insecta																
Coleoptera																
	Scirtidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	13,20	0,00	0,00	
	Dytiscidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	3	3,80	4	0,06	38,81	0,01	0,00	
	Scarabaeidae (A)*	1	20	1	5	-	-	-	7	8,86	9	0,14	42,70	0,01	0,00	
	Elmidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	1,70	0,00	0,00	
Orthoptera (A)*		-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	5,13	0,00	0,00	
Diptera																
	Chironomidae (L)	1	20	1	5	19,90	0,70	0,09	20	25,32	40	0,62	239,66	0,08	0,01	
	Culicidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	3	3,80	12	0,19	20,20	0,01	0,00	
Ephemeroptera																
	Leptohyphidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	21	26,58	755	11,80	13074,00	4,37	0,77	
	Baetidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	59	74,68	4429	69,19	65360,36	21,84	10,88	
	Leptophlebiidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	2	2,53	13	0,20	130,13	0,04	0,00	
Heteroptera																
	Mesoveliidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	2	0,03	4,56	0,00	0,00	
	Corixidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	4	0,06	3,54	0,00	0,00	
Hymenoptera																

	Formicidae*	1	20	1	5	10,47	0,37	0,05	2	2,53	2	0,03	3,85	0,00	0,00
	Chalcididae*	-	-	-	-	-	-	-	3	3,80	5	0,08	5,85	0,00	0,00
Homoptera															
	Membracidae*	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	3,27	0,00	0,00
Odonata															
	Libellulidae (N)	1	20	6	30	1046,62	36,64	4,93	17	21,52	75	1,17	22609,02	7,56	1,08
	Gomphidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	10	12,66	37	0,58	10414,11	3,48	0,29
	Coenagrionidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	78,50	0,03	0,00
Trichoptera															
	Leptoceridae (L)	-	-	-	-	-	-	-	7	8,86	26	0,41	3017,36	1,01	0,06
	Hydropsychidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	1	0,02	265,33	0,09	0,00
	Philopotamidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	4	5,06	6	0,09	42,82	0,01	0,00
	Hydroptilidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	1,27	4	0,06	25,64	0,01	0,00
Mollusca															
Bivalvia															
Corbiculidae															
	<i>Corbicula fluminea</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	5,06	4	0,06	66,11	0,02	0,00
Gastropoda															
	Hydrobiidae	-	-	-	-	-	-	-	21	26,58	216	3,37	337,67	0,11	0,02
	Ampularidae	-	-	-	-	-	-	-	24	30,38	81	1,27	1671,16	0,56	0,11
	Planorbidae	-	-	-	-	-	-	-	6	7,59	13	0,20	183,60	0,06	0,00
Thiaridae															
	<i>Melanoides tuberculatus</i>	1	20	1	5	1,85	0,06	0,01	35	44,30	122	1,91	1876,49	0,63	0,19
Chordata															
	Ovos de Peixe	-	-	-	-	-	-	-	2	2,53	4	0,06	6,12	0,00	0,00
Material Animal		-	-	-	-	-	-	-	44	55,70	44	0,69	138600,00	46,32	17,21
Material Vegetal		4	80	4	20	547,40	19,16	10,32	19	24,05	23	0,36	3317,88	1,11	0,18
Material ñ ident.		3	60	3	15	1217,75	42,63	17,22	9	11,39	9	0,14	2108,82	0,70	0,05
Areia		-	-	-	-	-	-	-	14	17,72	14	0,22	-	-	-
Pequenas pedras		1	20	1	5	-	-	-	43	54,43	365	5,70	-	-	-
Total		-	-	20	-	2856,668	-	-	-	-	6401	-	299212,9	-	-
Largura de nicho				5,88		2,83					2,01		3,53		

Bivalvia															
	Pisidiidae	2	9,52	3	1,85	84,52	0,15	0,01	-	-	-	-	-	-	-
	Mycetopodidae	-	-	-	-	-	-	-	1	4,35	1	0,38	123,09	0,16	0,01
Gastropoda															
	Hydrobiidae	1	4,76	1	0,62	25,12	0,04	0,00	-	-	-	-	-	-	-
	Ampularidae	9	42,86	17	10,49	3246,97	5,58	2,07	13	56,52	52	19,55	21880,44	28,55	12,03
	Planorbidae	6	28,57	25	15,43	1215,31	2,09	0,52	4	17,39	23	8,65	849,30	1,11	0,14
	Ancylidae	-	-	-	-	-	-	-	1	4,35	1	0,38	10,72	0,01	0,00
Thiaridae															
	<i>Melanoides tuberculatus</i>	2	9,52	49	30,25	722,05	1,24	0,10	6	26,09	107	40,23	4026,92	5,25	1,02
Chordata															
	Peixe	3	14,29	3	1,85	3440,13	5,91	0,73	1	4,35	1	0,38	500,00	0,65	0,02
Material Animal		-	-	-	-	-	-	-	3	13,04	3	1,13	4084,78	5,33	0,52
Material Vegetal		10	47,62	17	10,49	3449,15	5,93	2,44	15	65,22	38	14,29	5611,45	7,32	3,56
Material ñ ident.		7	33,33	7	4,32	1751,19	3,01	0,87	6	26,09	6	2,26	6600,00	8,61	1,68
Areia		-	-	-	-	-	-	-	1	4,35	1	0,38	-	-	-
Pequenas pedras		1	4,76	1	0,62	-	-	-	2	8,70	3	1,13	-	-	-
Total		-	-	162	-	58160,5	-	-	-	-	266	-	76651,18	-	-
Largura de nicho				6,81		4,86					4,34		4,37		

Tabela 7. Composição da dieta de acordo com a ontogenia (adultos e juvenis) de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfã; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias	Adultos (n = 50)							Juvenis (n = 5)						
	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)
Annelida														
Hirudínea														
Glossiphoniidae	3	6,82	3	0,70	137,64	0,10	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Arthropoda														
Arachnida														
Araneae*	4	9,09	6	1,40	1634,89	1,21	0,09	-	-	-	-	-	-	-
Acari														
Hydracarina	3	6,82	3	0,70	3,19	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Insecta														
Coleoptera														
Scarabaeidae (A)*	4	9,09	4	0,93	4906,25	3,64	0,27	-	-	-	-	-	-	-
Elmidae (A)	1	2,27	1	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrophilidae (A)	2	4,55	2	0,47	937,81	0,70	0,03	1	33,33	1	6,67	763,02	20,18	4,96
Staphylinidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	33,33	1	6,67	0,94	0,02	0,01
Orthoptera (A)*	1	2,27	1	0,23	250,00	0,19	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Diptera														
Chironomidae (L)	1	2,27	1	0,23	12,82	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Culicidae (L)	2	4,55	3	0,70	45,45	0,03	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Megaloptera														
Corydalidae (L)	3	6,82	7	1,64	22343,87	16,57	0,91	1	33,33	2	13,33	1256,00	33,22	8,16
Heteroptera														
Naucoridae (A)	5	11,36	8	1,87	1433,93	1,06	0,10	-	-	-	-	-	-	-
Belostomatidae (A)	8	18,18	14	3,27	32308,51	23,97	3,53	-	-	-	-	-	-	-
Hydrometridae (A)	1	2,27	1	0,23	300,00	0,22	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Nepidae (A)	1	2,27	1	0,23	100,48	0,07	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera														
Formicidae*	1	2,27	1	0,23	6,41	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Odonata														
Libellulidae (N)	3	6,82	3	0,70	1102,40	0,82	0,05	-	-	-	-	-	-	-
Aeshnidae (N)	5	11,36	8	1,87	11662,48	8,65	0,80	-	-	-	-	-	-	-
Collembola														
	2	4,55	2	0,47	4,40	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-

Mollusca

Bivalvia

Pisidiidae	2	4,55	3	0,70	84,52	0,06	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Mycetopodidae	1	2,27	1	0,23	123,09	0,09	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda														
Hydrobiidae	1	2,27	1	0,23	25,12	0,02	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Ampularidae	22	50,00	69	16,12	25127,41	18,64	7,54	2	66,67	4	26,67	62,80	1,66	0,82
Planorbidae	10	22,73	48	11,21	2064,62	1,53	0,28	2	66,67	5	33,33	204,62	5,41	2,66
Ancylidae	1	2,27	1	0,23	10,72	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-

Thiaridae

<i>Melanoides tuberculatus</i>	8	18,18	156	36,45	4748,96	3,52	0,52	-	-	-	-	-	-	-
--------------------------------	---	-------	-----	-------	---------	------	------	---	---	---	---	---	---	---

Chordata

Peixe	4	9,09	4	0,93	3940,13	2,92	0,22	1	33,33	1	6,67	1393,11	36,85	9,05
Material Animal	3	6,82	3	0,70	4084,78	3,03	0,17	-	-	-	-	-	-	-
Material Vegetal	25	56,82	55	12,85	9060,60	6,72	3,09	-	-	-	-	-	-	-
Material ñ ident.	13	29,55	13	3,04	8351,19	6,19	1,48	1	33,33	1	6,67	100,00	2,65	0,65
Areia	1	2,27	1	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pequenas pedras	3	6,82	4	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	428	-	134811,7	-	-	-	-	15	-	3780,5	-	-
Largura de nicho			5,21		7,12					4,59		3,43		

Tabela 8. Composição da dieta de acordo com a estação (seca e chuvosa) de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfa; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias	Seca (n = 25)							Chuva (n = 30)						
	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)
Annelida														
Hirudínea														
Glossiphoniidae	2	9,09	2	1,01	98,39	0,20	0,02	1	4	1	0,41	39,25	0,04	0,00
Arthropoda														
Arachnida														
Araneae*	-	-	-	-	-	-	-	4	16	6	2,46	1634,89	1,84	0,23
Acari														
Hydracarina	-	-	-	-	-	-	-	3	12	3	1,23	3,19	0,00	0,00
Insecta														
Coleoptera														
Scarabaeidae (A)*	3	13,64	3	1,51	4906,25	9,83	1,14	1	4	1	0,41	-	-	-
Elmidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	-	-	-
Hydrophilidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	3	12	3	1,23	1700,83	1,92	0,18
Staphylinidae (A)	1	4,55	1	0,50	0,94	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Orthoptera (A)*	1	4,55	1	0,50	250,00	0,50	0,02	-	-	-	-	-	-	-
Diptera														
Chironomidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	12,82	0,01	0,00
Culicidae (L)	1	4,55	2	1,01	45,22	0,09	0,00	1	4	1	0,41	0,24	0,00	0,00
Megaloptera														
Corydalidae (L)	1	4,55	3	1,51	8213,87	16,45	0,64	3	12	6	2,46	15386,00	17,35	1,65
Heteroptera														
Naucoridae (A)	2	9,09	5	2,51	1119,93	2,24	0,17	3	12	3	1,23	314,00	0,35	0,03
Belostomatidae (A)	3	13,64	8	4,02	17293,03	34,63	4,03	5	20	6	2,46	15015,48	16,94	2,69
Hydrometridae (A)	1	4,55	1	0,50	300,00	0,60	0,02	-	-	-	-	-	-	-
Nepidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	100,48	0,11	0,00
Hymenoptera														
Formicidae*	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	6,41	0,01	0,00
Odonata														
Libellulidae (N)	2	9,09	2	1,01	660,19	1,32	0,10	1	4	1	0,41	442,22	0,50	0,02
Aeshnidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	5	20	8	3,28	11662,48	13,15	2,09
Collembola														
	-	-	-	-	-	-	-	2	8	2	0,82	4,40	0,00	0,00

Mollusca

Bivalvia

Pisidiidae	-	-	-	-	-	-	-	2	8	3	1,23	84,52	0,10	0,01
Mycetopodidae	1	4,55	1	0,50	123,09	0,25	0,01	-	-	-	-	-	-	-

Gastropoda

Hydrobiidae	1	4,55	1	0,50	25,12	0,05	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Ampularidae	14	63,64	35	17,59	3582,87	7,17	3,90	10	40	38	15,57	21607,34	24,37	7,73
Planorbidae	4	18,18	23	11,56	1104,82	2,21	0,34	8	32	30	12,30	1164,42	1,31	0,33
Ancylidae	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	10,72	0,01	0,00

Thiaridae

<i>Melanoides tuberculatus</i>	4	18,18	75	37,69	3382,04	6,77	1,05	4	16	81	33,20	1366,92	1,54	0,20
--------------------------------	---	-------	----	-------	---------	------	------	---	----	----	-------	---------	------	------

Chordata

Peixe	2	9,09	2	1,01	3360,80	6,73	0,52	3	12	3	1,23	1972,44	2,22	0,21
Material Animal	1	4,55	1	0,50	2000,00	4,01	0,16	2	8	2	0,82	2084,78	2,35	0,15
Material Vegetal	11	50,00	23	11,56	1368,23	2,74	1,17	14	56	32	13,11	7692,38	8,68	3,85
Material ñ ident.	8	36,36	8	4,02	2101,19	4,21	1,31	6	24	6	2,46	6350,00	7,16	1,36
Areia	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	0,41	-	-	-
Pequenas pedras	2	9,09	2	1,01	-	-	-	1	4	2	0,82	-	-	-

Total	-	-	199	-	49935,97	-	-	-	-	244	-	88656,21	-	-
Largura de nicho			4,88		5,67					5,83		6,65		

Tabela 9. Composição da dieta de acordo com o bioma de *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. F = Frequência; A = Abundância; V = Volume; IRI = Índice Relativo de Importância; As categorias de presas com mais de um estágio de vida: (A) = Adulto; (L) = Larva; (N) = Ninfã; (*) = Invertebrados Terrestres.

Categorias	Mata Atlântica (n = 15)							Caatinga (n = 40)						
	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)	F	F(%)	A	A(%)	V	V(%)	IRI(%)
Annelida														
Hirudínea														
Glossiphoniidae	-	-	-	-	-	-	-	3	8,33	3	0,92	137,64	0,11	0,01
Arthropoda														
Arachnida														
Araneae*	-	-	-	-	-	-	-	4	11,11	6	1,84	1634,89	1,33	0,12
Acari														
Hydracarina	1	9,09	1	0,85	0,90	0,01	0,00	2	5,56	2	0,61	2,29	0,00	0,00
Insecta														
Coleoptera														
Scarabaeidae (A)*	-	-	-	-	-	-	-	4	11,11	4	1,23	4906,25	3,99	0,36
Elmidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	-	-	-
Hydrophilidae (A)	1	9,09	1	0,85	763,02	4,85	0,33	2	5,56	2	0,61	937,81	0,76	0,03
Staphylinidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	0,94	0,00	0,00
Orthoptera (A)*	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	250,00	0,20	0,00
Diptera														
Chironomidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	12,82	0,01	0,00
Culicidae (L)	-	-	-	-	-	-	-	2	5,56	3	0,92	45,45	0,04	0,00
Megaloptera														
Corydalidae (L)	1	9,09	2	1,71	1256,00	7,98	0,55	3	8,33	7	2,15	22343,87	18,19	1,22
Heteroptera														
Naucoridae (A)	-	-	-	-	-	-	-	5	13,89	8	2,45	1433,93	1,17	0,13
Belostomatidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	8	22,22	14	4,29	32308,51	26,30	4,71
Hydrometridae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	300,00	0,24	0,01
Nepidae (A)	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	100,48	0,08	0,00
Hymenoptera														
Formicidae*	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	6,41	0,01	0,00
Odonata														
Libellulidae (N)	1	9,09	1	0,85	442,22	2,81	0,19	2	5,56	2	0,61	660,19	0,54	0,02
Aeshnidae (N)	-	-	-	-	-	-	-	5	13,89	8	2,45	11662,48	9,49	1,06
Collembola														
	1	9,09	1	0,85	1,26	0,01	0,00	1	2,78	1	0,31	3,14	0,00	0,00

Mollusca

Bivalvia

Pisidiidae	-	-	-	-	-	-	-	2	5,56	3	0,92	84,52	0,07	0,00
Mycetopodidae	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	123,09	0,10	0,00

Gastropoda

Hydrobiidae	-	-	-	-	-	-	-	1	2,78	1	0,31	25,12	0,02	0,00
Ampularidae	5	45,45	5	4,27	2770,22	17,60	6,06	19	52,78	68	20,86	22419,99	18,25	7,76
Planorbidae	5	45,45	37	31,62	1897,74	12,06	4,15	7	19,44	16	4,91	371,50	0,30	0,05
Ancylidae	1	9,09	1	0,85	10,72	0,07	0,00	-	-	-	-	-	-	-

Thiaridae

<i>Melanoides tuberculatus</i>	3	27,27	37	31,62	506,45	3,22	0,67	5	13,89	119	36,50	4242,51	3,45	0,39
--------------------------------	---	-------	----	-------	--------	------	------	---	-------	-----	-------	---------	------	------

Chordata

Peixe	1	9,09	1	0,85	1393,11	8,85	0,61	4	11,11	4	1,23	3940,13	3,21	0,29
Material Animal	2	18,18	2	1,71	2084,78	13,24	1,83	1	2,78	1	0,31	2000,00	1,63	0,04
Material Vegetal	5	45,45	22	18,80	3914,22	24,87	8,57	20	55,56	33	10,12	5146,39	4,19	1,87
Material ñ ident.	4	36,36	4	3,42	700,00	4,45	1,23	10	27,78	10	3,07	7751,19	6,31	1,41
Areia	1	9,09	1	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pequenas pedras	1	9,09	1	0,85	-	-	-	2	5,56	3	0,92	-	-	-

Total	-	-	117	-	15740,63	-	-	-	-	326	-	122851,5	-	-
Largura de nicho			4,17		6,88					5,13		6,46		

Tabela 10. Sobreposições de nicho alimentar (numéricas e volumétricas) entre os sexos, ontogenia, estações e biomas para *Phrynos geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil.

	<i>P. geoffroanus</i>		<i>M. Tuberculata</i>		<i>P. geoffroanus</i> x <i>M. tuberculata</i>	
	Número	Volume	Número	Volume	Número	Volume
Sexo	0,84	0,84	0,89	0,26	-	-
Machos	-	-	-	-	0,46	0,01
Fêmeas	-	-	-	-	0,47	0,12
Ontogenia	0,87	0,49	0,58	0,36	-	-
Adultos	-	-	-	-	0,49	0,09
Juvenis	-	-	-	-	0,17	0,01
Estação	0,89	0,61	0,86	0,70	-	-
Seca	-	-	-	-	0,44	0,06
Chuva	-	-	-	-	0,37	0,07
Bioma	0,36	0,10	0,84	0,44	-	-
Mata Atlântica	-	-	-	-	0,61	0,34
Caatinga	-	-	-	-	0,37	0,05
Total	-	-	-	-	0,43	0,09

CAPÍTULO 3 – Endoparasitos de *Phrynops geoffroanus*
e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e
Mata Atlântica no Nordeste da região Neotropical

Resumo

De maneira geral, a fauna parasitária de répteis é considerada como pouco conhecida quando comparada a outros vertebrados, sendo ainda menos conhecidos a fauna parasitária de quelônios. Os parasitos são considerados como um dos principais controladores das populações dos hospedeiros, podendo causar grandes impactos, influenciando fortemente na estrutura das populações e até mesmo na diversidade de espécies no ambiente. Dessa forma, o presente estudo teve como principais objetivos identificar e descrever a fauna de endoparasitos que infectam as tartarugas de água doce *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, avaliar o efeito das condições do hospedeiro (tamanho corporal e sexo) e sazonalidade (estação seca e chuvosa) sobre a abundância e composição de endoparasitos, como também comparar as taxas de infecção em cada espécie hospedeira entre os diferentes biomas de ocorrência, em ambientes de Caatinga e Mata Atlântica em uma área do Nordeste do Brasil. Foram tomadas a medida de comprimento e a massa dos animais coletados e examinados quanto à presença de endoparasitos, investigando fatores como a influência do sexo dos hospedeiros, diferenças entre os biomas, estação e a relação entre o CMC e massa corpórea dos quelônios sobre a abundância de endoparasitos. Sete espécies de endoparasitos foram encontradas, um Cestoda, um Digenea, um Monogenea, *Polystomoides brasiliensis* e quatro Nematoda: *Camallanus amazonicus*, *Physaloptera* sp., *Serpinema monospiculatus* e *Spiroxys figueiredoi*. Entre os helmintos, *Camallanus amazonicus* foi registrado pela primeira vez parasitando *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. O registro do monogenético *Polystomoides brasiliensis* parasitando *M. tuberculata*, também representa um novo hospedeiro para a espécie. Para ambos os quelônios, não verificamos diferença significativa na abundância de endoparasitos em relação ao sexo, apesar dos machos apresentarem maiores prevalências do que as fêmeas, enquanto que estas apresentaram maior abundância de parasitos. Nós observamos diferenças significativas nos níveis de infecção entre os biomas e as estações (seca e chuvosa), onde os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas infecção quando comparados aos da Caatinga e as maiores taxas ocorrendo na seca. Isso se dá por conta das variações nas condições dos habitats, uma vez que áreas menos impactadas por alterações antrópicas normalmente apresentam altas taxas de diversidade de endoparasitos, com os hospedeiros apresentando baixas cargas parasitárias. Por fim, de modo geral muitos parâmetros parasitológicos avaliados foram diferentes em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* nos biomas estudados, mostrando que as variações nas características dos habitats influenciaram diretamente nos níveis de infecção parasitária.

Palavras Chave: Helmintos, Digenea, infecção, parasitos, hospedeiro.

Introdução

Praticamente todos os animais estão suscetíveis a organismos com a forma de vida parasitária. O parasitismo é uma relação ecológica desarmônica, onde um organismo vive internamente (endoparasitos) ou sobre (ectoparasitos) outro organismo, o hospedeiro, obtendo fonte de alimento e abrigo às custas deste. Tal relação exige do parasito adaptações morfológicas e/ou fisiológicas, que possibilitam explorar de maneira eficiente os recursos no hospedeiro (Holmes & Price, 1980).

Os fatores climáticos afetam a distribuição de espécies hospedeiras (Hawkins *et al.*, 2003) e consequentemente de seus respectivos parasitos (Minguez & Giambérini, 2012). As variações climáticas podem alterar os padrões de atividade comportamental e inclusive o sistema imunológico dos hospedeiros, determinando diferenças sazonais nas taxas de infecção parasitária (Møller *et al.*, 2003; Araujo Filho *et al.*, 2016). Alguns estudos mostram que o clima pode afetar também a composição e a abundância de parasitos em diferentes hospedeiros, até mesmo em hospedeiros filogeneticamente distantes (Altizer *et al.*, 2006; Carvalho & Luque, 2011). As condições abióticas, tais como precipitação e temperatura, podem influenciar a abundância de endoparasitos, afetando diretamente os estágios de desenvolvimento das larvas parasitos (Narayanan *et al.*, 1962; Griffiths *et al.*, 1998; Gambhir *et al.*, 2012).

O parasitismo é considerado um dos principais controladores das populações dos hospedeiros, podendo causar grandes impactos, influenciando fortemente na estrutura das populações e até mesmo na diversidade de espécies no ambiente (Washburn *et al.*, 1991; Thomas *et al.*, 1995). Os endoparasitos encontrados em répteis normalmente são nematódeos e trematódeos, que comumente parasitam o trato gastrointestinal e sistema respiratório (Vicente *et al.*, 1993; Aznar *et al.*, 1998; Santoro *et al.*, 2006; Santoro *et al.*, 2010). Os endoparasitos em répteis podem causar graves problemas como hemorragia, anorexia, perda de peso, pneumonia e processos inflamatórios (Santoro *et al.*, 2007; Klingenberg, 2012), provocando diversos efeitos danosos sobre os hospedeiros, como por exemplo a influência nos padrões reprodutivos, fisiológicos, morfológicos e comportamentais (Ressel & Schall, 1989; Main & Bull, 2000; Marcogliese, 2004).

De maneira geral, a fauna parasitária de répteis é considerada como pouco conhecida quando comparada a outros vertebrados (Aho, 1990), sendo ainda menos conhecida a de quelônios, resultado de sub-amostragem que este grupo apresenta nos levantamentos faunísticos (Viana *et al.*, 2016). Tartarugas de água doce podem hospedar uma grande diversidade de parasitos, em sua maioria Nematoda (Hidalgo-Vila *et al.*, 2009; Bursey & Brooks, 2011; Moraga *et al.*, 2012; Bernardon *et al.*, 2013; Mascarenhas *et al.*, 2013; Bernardon *et al.*, 2014; Mascarenhas & Müller, 2015b, 2015a; Viana *et al.*, 2016). Apesar do

aumento no número de estudos sobre parasitos de tartarugas de água doce em todo o mundo, estudos sobre tartarugas Neotropicais ainda são recentes e escassos (Bursey & Brooks, 2011; Mascarenhas *et al.*, 2013).

Estudos parasitológicos são essenciais para a compreensão da interação parasito - hospedeiro, assim como das comunidades biológicas relacionadas (Rocha *et al.*, 2003), sendo possível indicar níveis de estresse ambiental, aspectos na rede ecológica e explicar características da biodiversidade local (Marcogliese, 2005). Ainda, as informações relacionadas as infecções parasitárias são de grande importância na biologia da conservação, pois podem ter implicações importantes na biologia das populações dos hospedeiros e podem ser usadas nas decisões de gestão ambiental (McCoy *et al.*, 2003; Wickström *et al.*, 2003).

Mesoclemmys tuberculata é uma espécie de tartaruga de água doce, de tamanho médio (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Vetter, 2005). O pescoço é coberto com tubérculos cônicos, utilizado na nomenclatura da espécie (Ernst & Barbour, 1989.; Bonin *et al.*, 2006). É endêmica do Brasil, ocorrendo na região semi-árida do nordeste da bacia do Atlântico-Nordeste (Vanzolini *et al.*, 1980; Iverson, 1992; Moura *et al.*, 2014). É geralmente associada com a Caatinga e Mata Atlântica, principalmente em áreas de influência da bacia do rio São Francisco, ocupando ecossistemas costeiros e a região semi-árida, onde pode explorar uma grande variedade de habitats, tais como rios, lagos permanentes ou corpos d'água temporários (Vanzolini *et al.*, 1980; Bonin *et al.*, 2006; Loebmann *et al.*, 2006; Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Silveira & Valinhas, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2012; Moura *et al.*, 2014).

Na última década, foram realizados alguns estudos em ambiente natural sobre a biologia desta espécie, porém a maioria se limita a descrever a extensão de sua distribuição geográfica (Loebmann *et al.*, 2006; Batistella *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Loebmann & Haddad, 2010; Silveira & Valinhas, 2010; Morato *et al.*, 2011; Moura *et al.*, 2011; Cavalcanti *et al.*, 2014; Moura *et al.*, 2014), a descrição dos juvenis (Santana *et al.*, 2015), e informações sobre demografia e razão sexual para uma localidade na bioregião do Araripe (Moura *et al.*, 2015). A maioria dos aspectos ecológicos de *M. tuberculata* permanecem desconhecidos (Souza, 2004). Por muito tempo, o nematoide *Serpinema monospiculatus* foi o único endoparasito registrado para esse quelônio (Freitas & Dobbin Júnior, 1971), no entanto, mais recentemente foram registrados também *Spiroxys figueiredoi* e *Physaloptera retusa* (Pereira, 2014).

Phrynops geoffroanus também é considerada uma espécie de médio porte (Vanzolini *et al.*, 1980; Ernst & Barbour, 1989.; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), apresenta a mais ampla distribuição geográfica na América do Sul, desde a Amazônia colombiana até o sul do Brasil e norte da Argentina (Pritchard & Trebbau, 1984; Ernst & Barbour, 1989.). É encontrada nas principais bacias hidrográficas da região e ocorre nos mais variados ambientes aquáticos,

como rios, córregos e lagos (Rueda-Almonacid *et al.*, 2007), inclusive em ambientes urbanos (Souza & Abe, 2001; Martins *et al.*, 2010). Embora seja uma espécie amplamente distribuída, ainda existem dúvidas taxonômicas sobre a ocorrência de sub-espécies ou espécies crípticas. Alguns autores atribuem as várias ocorrências desta tartaruga de água doce como evidência da existência de um complexo de espécies, o "*complexo Geoffroyi*" (Dubois, 1978; Rhodin & Mittermeier, 1983; McCord *et al.*, 2001; Souza, 2005; Vogt, 2008). A fauna parasitária registrada para *P. Geoffroyi* inclui os trematódeos (Digenea) *Nematophila grandis*, *Telorchis birabeni*, *Prionosomoides scalaris*, *Cheloniodiplostomum testudinis*, *Cheloniodiplostomum brevis* e *Cheloniodiplostomum* sp. (Freitas & Dobbin Junior, 1967; Dubois, 1978; Novelli *et al.*, 2013; Fernandes & Kohn, 2014), e os monogenóides *Polystomoides brasiliensis* (Vieira *et al.*, 2008) e os nematóides *S. monospiculatus*, *S. figueiredoi* e larvas de *Physaloptera* e *Brevimulticaecum* (Freitas & Dobbin Júnior, 1971).

Assim, o presente estudo teve por objetivo identificar e descrever a fauna de endoparasitos que infectam as tartarugas de água doce *P. Geoffroyi* e *M. tuberculata*, avaliar o efeito das condições do hospedeiro (tamanho corporal e sexo) e sazonalidade (estação seca e chuvosa) sobre a abundância e composição das espécies de endoparasitos, como também comparar as taxas de infecção em cada espécie hospedeira entre os diferentes biomas de ocorrência, na Caatinga e Mata Atlântica em uma área do Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Áreas de Estudo

As populações de *Phrynops Geoffroyi* e *Mesoclemmys tuberculata* foram estudadas em seis localidades, sendo três em áreas de Caatinga e três na Mata Atlântica no Estado de Sergipe (Figura 3. 1). As localidades selecionadas em área de Caatinga foram o Monumento Natural do Rio São Francisco (09° 41.202' S e 037° 42.963' N), Poço Redondo - SE, Monumento Natural Grota do Angico (09° 40.852' S e 037° 41.408' N), Poço Redondo - SE; e a Bacia do Rio Real (11° 10.730' S e 038° 02.300' N) Tobias Barreto - SE. As áreas de Mata Atlântica selecionadas foram o Parque Nacional Serra de Itabaiana (10° 45.251' S e 037° 20.511' N), Areia Branca - SE, Reserva Biológica de Santa Isabel (10° 35.766' S e 036° 40.366' N), Pirambu - SE e Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (10° 31.895' S e 037° 03.142' N), Capela - SE.

Coleta dos Quelônios

As amostras foram coletadas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa), ao longo de um ano, com duração de dez dias consecutivos em cada uma das seis localidades de coleta, três em área de Caatinga e três na Mata Atlântica, totalizando 120 dias de amostragem. O estudo foi desenvolvido no ano de 2014 e para definição dos meses que compuseram as estações chuvosa e seca foram adotados com base em informações da distribuição de precipitações nas áreas (médias históricas) ao longo dos anos (Hijmans *et al.*, 2005). Os meses considerados como pertencentes à estação chuvosa foram de abril à agosto, sendo os demais atribuídos à estação seca.

Para a captura dos indivíduos nós utilizamos 20 armadilhas aquáticas de funil, tipo covo - *hoop traps*, colocadas em rios, riachos e lagoas. Afim de atrair os cágados, as armadilhas foram iscadas com carne bovina e foram revisadas a cada três horas e permaneceram na água entre as 06:00h e 18:00h, com eventuais coletas noturnas. Em ambientes com águas menos turbidas foi realizada, de maneira complementar, a busca ativa entre 07:00h e 17:00h, utilizando-se mergulho livre com o auxílio de máscara, snorkel e nadadeiras.

Procedimentos

Os animais coletados foram pesados com balança do tipo Pesola® (precisão 0,5 g) e tomada a medida de Comprimento Máximo da Carapaça (CMC) com paquímetro digital (0,5 mm). Em seguida, foi realizada a insensibilização dos animais, sendo estes colocados em um recipiente contendo água e gelo a uma temperatura em torno de 5°C, durante aproximadamente 20 minutos. Em seguida foram eutanasiados ainda em campo, com injeção de lidocaína 2%, fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. Cada cágado coletado foi examinado quanto à presença de endoparasitos, através de dissecação e com auxílio de estereomicroscópio. Foram examinados os tratos respiratório, digestivo e cavidade celomática. No trato respiratório foram analisados a traqueia, brônquios e bronquíolos. Com relação ao trato digestório foram examinados boca, esôfago, estômago, intestino e cloaca.

Em laboratório, os endoparasitos encontrados foram quantificados, preservados e armazenados em etanol a 70%. Os nematoides foram clarificados em solução de Hoyer (Everhart, 1957), e os trematódeos foram corados com carmim clorídrico, desidratadas numa série de álcool crescente, purificadas utilizando a solução de Hoyer e montados sobre lâminas temporárias. Posteriormente, os endoparasitos foram analisados sob um microscópio óptico e identificados de acordo com Vicente *et al.* (1993) e Bray *et al.* (2008) e após a identificação, os índices parasitológicos (prevalência, intensidade média de infecção e abundância) foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997). Ainda, eles foram identificados e quantificados

quanto às ocorrências (trato digestivo, respiratório e cavidade celomática). Os níveis de infestação foram definidos com base na frequência e abundância de parasitos encontrados em cada animal. Os parâmetros avaliados foram a prevalência, abundância média e intensidade média de parasitismo. Os espécimes testemunhos de parasitos foram depositados na Coleção Parasitológica da Universidade Regional do Cariri (URCA-P) e os hospedeiros (quelônios) foram depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB).

Análises Estatísticas

Para verificar a influência do sexo dos hospedeiros, bem como diferenças entre os biomas e estação sobre a abundância de endoparasitos foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (GLM), assumindo a distribuição de Poisson (Hudson *et al.*, 2002). Para evitar a influência de fatores ontogenéticos, hospedeiros juvenis foram removidos dessa análise. Uma regressão linear simples foi utilizada para analisar a relação entre o CMC e massa corpórea dos quelônios com a abundância de endoparasitos em indivíduos adultos (Zar, 1999). As taxas de infecção (prevalência e intensidade média de infecção calculados bem como a terminologia ecoparasitológica seguiram as definidas por Bush (1997). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando R (R Development Core Team, 2011) e o nível de significância para os testes de hipótese foi de 5%.

Resultados

Nós coletados 61 cágados, sendo 26 *P. geoffroanus* (6 machos, 12 fêmeas e 8 juvenis) e 35 *M. tuberculata* (14 machos, 17 fêmeas e 4 juvenis). Dos 61 quelônios examinados, 50 estavam parasitados (prevalência total de 81,9%). No total, 713 endoparasitos foram coletados, o que representa uma intensidade média de infecção geral de 14,26 (número médio de parasitos nos quelônios infectados).

Sete endoparasitos foram encontrados em *M. tuberculata*, um Cestoda, um Digenea, um Monogenea, *Polystomoides brasiliensis* e quatro Nematoda: *Camallanus amazonicus*, *Physaloptera* sp., *Serpinema monospiculatus* e *Spiroxys figueiredoi*. Cinco endoparasitos foram registrados em *P. geoffroanus*, um Digenea e quatro Nematoda: *Camallanus amazonicus*, *Physaloptera* sp., *Serpinema monospiculatus* e *Spiroxys figueiredoi* (Tabela 1; Figura 3. 2). Todas os helmintos registrados possuem ciclo de vida heteróximo.

Entre os helmintos, *Camallanus amazonicus* foi registrado pela primeira vez parasitando *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. O registro do monogenético *Polystomoides brasiliensis*

(Figura 3. 3) parasitando *M. tuberculata*, também representa um novo hospedeiro para a espécie.

Para ambos os quelônios, não verificamos diferença na abundância de endoparasitos em relação ao sexo, independentemente da estação do ano (Tabela 2). No entanto, os machos apresentaram maiores prevalências do que as fêmeas, enquanto que estas apresentaram maior abundância (Tabela 3). Os hospedeiros juvenis apresentaram valores de prevalência e intensidade média de infecção menores aos encontrados nos adultos (Tabela 3).

Quanto aos biomas, observamos diferenças significativas nos níveis de infecção, onde os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas infecção quando comparados aos da Caatinga, tanto para *P. geoffroanus* quanto para *M. tuberculata* (Tabela 2). A influência da estação também foi significativa na abundância de endoparasitos dos dois hospedeiros, com as maiores taxas ocorrendo na seca. No entanto, considerando a interação entre o bioma e estação, a diferença significativa na abundância total de endoparasitos foi verificada apenas para *M. tuberculata* com as maiores taxas ocorrendo na Mata Atlântica/seca (Tabela 2). Não encontramos diferença significativa na abundância de parasitos entre os sexos para *P. geoffroanus* nem para *M. tuberculata* (Tabela 2), apesar deste último ter sido marginalmente significativo.

Não houve relação significativa entre o comprimento (CMC) e a abundância de endoparasitos de *P. geoffroanus* ($F_{1,25} = -0,185$; $R^2 = 0,002$; $P = 0,856$) e de *M. tuberculata* ($F_{1,34} = 1,330$; $R^2 = 0,066$; $P = 0,194$), nem entre a massa e a abundância de endoparasitos de *P. geoffroanus* ($F_{1,25} = -0,029$; $R^2 = 0,001$; $P = 0,977$). Entretanto foi encontrada uma relação significativa entre a massa corporal e a carga parasitária em *M. tuberculata* ($F_{1,34} = 2,290$; $R^2 = 0,173$; $P = 0,031$).

Nós verificamos a presença de úlceras estomacais em alguns quelônios parasitados por *S. figueiredoi* (22,22%). Nesses casos, todos os espécimes de *S. figueiredoi* se fixavam em uma única úlcera por hospedeiro. Sete *P. geoffroanus* (38,88%) e três *M. tuberculata* (11,11%) apresentaram essa patologia. Os demais helmintos coletados foram encontrados dispersos nos seus respectivos sítios de infecção.

Discussão

Phrynops geoffroanus e *Mesoclemmys tuberculata* compartilharam todos os quatro nematodas encontrados, e um Digenea, apenas o Cestoda e o Monogenea *Polystomoides brasiliensis* não foram compartilhados, ocorrendo apenas em *M. tuberculata*. Mesmo com a distância filogenética entre *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* (Pleurodira: Chelidae) a

similaridade na composição de endoparasitos encontrada indica um certo grau de generalismo dos parasitas registradas. A maioria dos estudos parasitológicos em répteis e anfíbios demonstraram alta sobreposição na composição de parasitos entre hospedeiros filogeneticamente relacionadas (Brooks *et al.*, 2006; Brito *et al.*, 2014), incluindo os quelônios *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, que compartilharam três nematodas no Estado do Ceará, Brasil (Pereira, 2014).

Em *P. geoffroanus*, o nematoide *Spiroxys figueiredoi* foi o endoparasito mais prevalente enquanto que *M. tuberculata* apresentou o Digenea como o mais prevalente. As diferenças nos índices de prevalência podem estar relacionadas com a forma com a qual cada endoparasito é transmitido aos seus hospedeiros definitivos (Pereira *et al.*, 2012b), como também os hábitos alimentares dos hospedeiros (Roca *et al.*, 2005). Embora existam poucas informações sobre o ciclo de vida de endoparasitos de répteis, é sugerido que a infecção dos hospedeiros definitivos envolve a participação invertebrados, como copepodes de água doce e ninfas de odonatas como hospedeiros intermediários, além de anuros, lesmas aquáticas e peixes como hospedeiros paratênicos (Hedrick, 1935; Moravec & Vargas-Vázquez, 1998; Anderson, 2000; González & Hamann, 2007; Wiles & Bolek, 2015).

Nematoides do gênero *Spiroxys* frequentemente parasitam anfíbios e répteis (Roca & García, 2008), são encontrados normalmente no trato gastrointestinal de quelônios de água doce (Hedrick, 1935; Berry, 1985), podendo também utilizar como hospedeiros definitivos outros vertebrados, como anuros, salamandras e serpentes (Berry, 1985). *Spiroxys figueiredoi* foi recentemente encontrado em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* no Ceará (Pereira, 2014), no quelônio *K. scorpioides* em Pernambuco e Pará (Vicente *et al.*, 1993), e mais recentemente no Maranhão (Viana *et al.*, 2016). Espécies não identificadas de *Spiroxys* foram registradas em *Mesoclemmys vanderhaegei* no Mato Grosso (Ávila *et al.*, 2010), em *Phrynops hilarii* e *Trachemys dorbigni* no Rio Grande do Sul (Bernardon *et al.*, 2013, 2014), e *Spiroxys contortus* foi registrado nos quelônios *Acanthochelys spixii*, *Hydromedusa tectifera* e *T. dorbigni* (Mascarenhas *et al.*, 2013; Mascarenhas & Müller, 2015a), também no Rio Grande do Sul.

O presente estudo é o segundo relato da presença de espécimes adultos de *S. figueiredoi* provocando profundas lesões na parede do estômago em *M. tuberculata* e *P. geoffroanus*. O primeiro registro dessa patologia foi realizado recentemente por Pereira (2014), no entanto, lesões provocadas por endoparasitos já foram registradas em outros táxons, como por exemplo as lesões pulmonares causadas pelo Pentastomida *Cephalobaena tetrapoda* na serpente *Philodryas nattereri* (Almeida *et al.*, 2008). Os efeitos do parasitismo em quelônios de água doce ainda são pouco conhecidos. Outros estudos com nematoides congêneros têm demonstrado, em diferentes regiões do mundo, alterações patológicas em seus hospedeiros. McAllister *et al.* (1993) nos Estados Unidos registraram larvas de *Spiroxys*

contortus envolvidas na formação de granulomas gástricos em *Apalone spinifera pallida* e na Europa, Miclăuș *et al.* (2008) encontraram adultos de *S. contortus* no estômago de *Emys orbicularis* causando lesões na região pilórica. Inclusive, a ocorrência de úlceras gástricas ocasionadas por nematoides podem provocar alterações fisiológicas como a redução do apetite do hospedeiro, ocasionando déficit de crescimento (Burke & Rodgers, 1982). A alta frequência de úlceras gástricas em Chelidae representa um fato anômalo, e esforços investigativos específicos para elucidar tal fato são essenciais.

Dentre os nemátodos, *Camallanus amazonicus* foi o parasito que apresentou as menores prevalências, apesar disso, o registro desta espécie tem uma grande relevância, pois representa o primeiro registro em *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* como hospedeiro desta espécie, embora outras espécies de *Serpinema* são frequentemente encontradas parasitando quelônios de água doce (Anderson, 2000). *Serpinema monospiculatus* foi registrado em *Mesoclemmys tuberculata* e *P. geoffroanus*, todos no nordeste brasileiro em Pernambuco (Freitas & Dobbin Júnior, 1971; Vicente *et al.*, 1993) e no Ceará (Pereira, 2014) e agora em Sergipe, os nossos registros ampliam consideravelmente a distribuição desse parasito no nordeste brasileiro.

Mesoclemmys tuberculata e *P. geoffroanus* alimenta-se principalmente de peixes, moluscos, larvas e ninfas de insetos aquáticos e crustáceos (Medem, 1960; Vanzolini *et al.*, 1980; Souza, 2004; Martins *et al.*, 2010). Segundo Pereira (2014), a presença desses itens entre os principais recursos alimentares consumidos pode influenciar no recrutamento de nematoides como *Serpinema* e *Spiroxys*, inclusive contribuindo para os elevados índices de prevalência. Devido ao caráter heteróxico destes parasitos (utilizam hospedeiros intermediários), somado ao fato de *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* apresentarem uma dieta generalista, tornam estas espécies mais propícias a serem parasitadas por endoparasitos com ciclo de vida indireto.

O Cestoda e o monogenético *Polystomoides brasiliensis* tiveram as menores prevalências, porém informações sobre o ciclo de vida desses parasitos são bastante escassas, principalmente para *P. brasiliensis*, que foi o primeiro monogenético descrito em quelônios no Brasil (Vieira *et al.*, 2008). Monogenéticos da família Polystomatidae foram encontrados exclusivamente em quelônios como hospedeiros, frequentemente infectando o saco conjuntival, a bexiga urinária, ou a cavidade oral (Du Preez & Lim, 2000; Platt, 2000; Ávila *et al.*, 2010; Du Preez & Van Rooyen, 2015; Domènech *et al.*, 2016). Este é o primeiro relato para *P. brasiliensis* utilizando o estômago como sítio de infecção, além do primeiro registro de *M. tuberculata* como hospedeiro, somado a baixa prevalência apresentada por este parasito sugerimos que este registro possa estar mais relacionado a ocorrência acidental,

uma vez que essa espécie é considerada como ectoparasito, se fixando principalmente na região oral dos hospedeiros.

Nematóides *Physaloptera* são frequentemente registrados parasitando anfíbios, aves, mamíferos e répteis (Ávila & Silva, 2010; Pereira *et al.*, 2012a; Araujo Filho *et al.*, 2014), sendo de ciclo de vida indireto com insetos como hospedeiro intermediário (Anderson, 2000). A infecção dos hospedeiros definitivos ocorre pela ingestão de insetos como gafanhotos, grilos e baratas contendo larvas infectantes (Schell, 1952; Lincoln & Anderson, 1975). As taxas de infecção desses parasitos em répteis selvagens são muitas vezes elevadas (Telford Jr, 1971), inclusive em quelônios de água doce (Hidalgo-Vila *et al.*, 2009), no entanto, no presente estudo essas taxas não foram tão altas, provavelmente porque *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* apresentam baixa frequência de invertebrados terrestres em suas dietas (Souza & Abe, 2000; Souza, 2004). Pereira (2014) relata que moluscos também podem ser hospedeiros intermediários de *Physaloptera sp.*, de tal modo, a maior presença de moluscos na composição da dieta de *M. tuberculata* pode ter influenciado na maior taxa de prevalência de *Physaloptera sp.*, quando comparada às registradas em *P. geoffroanus*, aumentando assim a probabilidade de infecção por *Physaloptera*.

O tamanho do corpo é frequentemente considerado um aspecto determinante da abundância e riqueza de parasitos e constitui uma importante característica dos hospedeiros (Poulin, 2007; Poulin & Leung, 2011; Kamiya *et al.*, 2014). Estudos que correlacionam o tamanho do corpo do hospedeiro e a abundância e riqueza de endoparasitos são mais comuns em lagartos (Martin *et al.*, 2005), porém pouco abordados em estudos de parasitos em quelônios (Esch *et al.*, 1979a; Mascarenhas *et al.*, 2013). O tamanho do corpo do hospedeiro normalmente apresenta uma correlação positiva com a abundância de parasitos, sugerindo assim que hospedeiros maiores disponibilizam mais espaço e podem abrigar um maior número de parasitos (Poulin, 2007). No entanto, as regressões lineares para ambos hospedeiros não foram significativas. Assim, outros fatores podem estar mais influenciando a variação na abundância de endoparasitos como a fisiologia (Poulin, 2007), ecologia (Aho, 1990), comportamento e filogenia (Poulin & Mouillot, 2005; Patterson *et al.*, 2008; Brito *et al.*, 2014). Geralmente em tartarugas maiores são encontrados mais parasitos, refletindo o seu tempo de permanência mais em áreas de potencial infecção e o aumento do consumo de alimentos à medida que crescem (Aznar *et al.*, 1998; Santoro *et al.*, 2006; Valente *et al.*, 2009). No entanto, mesmo que os juvenis também sejam acometidos por parasitos (Werneck *et al.*, 2015), em nossos resultados os hospedeiros juvenis apresentaram valores de prevalência e intensidade média de infecção menores aos encontrados nos adultos.

Para ambos quelônios, não foi verificada diferença significativa na abundância de endoparasitos em relação ao sexo, embora os machos apresentem maiores prevalências,

e as fêmeas apresentaram maior abundância de endoparasitos. Apesar das fêmeas de *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* serem maiores e mais pesadas do que os machos (Medem, 1960; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Moura *et al.*, 2015), esse dimorfismo sexual não reflete suficientemente uma maior abundância de endoparasitos em hospedeiros fêmeas, apesar do sexo maior fornecer mais área de superfície corpórea (interna e externa) para colonização por parasitos (Poulin, 2007). Provavelmente essa similaridade nas taxas parasitárias estão relacionadas com a alta sobreposição alimentar que os sexos apresentam (Cap. 02), uma vez que hábitos alimentares semelhantes dos hospedeiros propiciam que eles sejam infectados pelos mesmos endoparasitos (Roca *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2012b; Moura *et al.*, 2015).

Quanto aos biomas, observamos diferenças significativas nos níveis de infecção, onde os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas de infecção quando comparados aos da Caatinga, tanto para *P. geoffroanus* quanto para *M. tuberculata*. A estação também mostrou influência significativa na abundância de endoparasitos das duas espécies de hospedeiros, com o período seco registrando as maiores taxas. No entanto, considerando a interação entre o bioma e estação, essa diferença significativa na abundância total de endoparasitos foi verificada apenas para *M. tuberculata*. Variações nas características dos habitats onde os quelônios foram coletados podem influenciar diretamente nos padrões de abundância e diversidade de endoparasitos, uma vez que áreas menos impactadas por alterações antrópicas normalmente apresentam altas taxas de diversidade de endoparasitos, com os hospedeiros apresentando baixas cargas parasitárias (McKenzie, 2007; Anjos *et al.*, 2012). O Fato da Mata Atlântica ser um bioma mais degradado que a Caatinga (Costa & Corrêa, 1992; Mittermeier *et al.*, 2005; Pinto *et al.*, 2006) corrobora com esta hipótese, assim, a maior abundância de endoparasitos nos hospedeiro da Mata Atlântica pode ter sido influenciada diretamente pela condição em que se encontra o bioma atualmente. Além disso, essas diferenças nas intensidades de infecção podem também estar relacionadas com a abundância de hospedeiros intermediários em cada localidade (Esch *et al.*, 1979a, 1979b; Hidalgo-Vila *et al.*, 2009). Assim, as diferenças nos níveis de infecção entre os biomas pode ser reflexo tanto dos fatores ecológicos distintos quanto à diferentes pressões antrópicas sofridas nos biomas.

Referências

- Aho, J. M. (1990). Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparative approaches to understanding patterns and processes. In G. W. Esch, A. O. Bush & J. M. Aho (Eds.), *Parasite communities: patterns and processes* (pp. 157-195). New York, USA: Springer.
- Almeida, W. O., Guedes, T. B., Freire, E. M. X., & Vasconcellos, A. (2008). Pentastomid infection in *Philodryas nattereri* Steindachner, 1870 and *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824)(Squamata: Colubridae) in a caatinga of Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1): 193-197. doi: 10.1590/S1519-69842008000100028
- Altizer, S., Dobson, A., Hosseini, P., Hudson, P., Pascual, M., & Rohani, P. (2006). Seasonality and the dynamics of infectious diseases. *Ecology letters*, 9(4): 467-484. doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00879.x
- Anderson, R. C. (2000). *Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission* (2 ed.). Oxon, UK: CABI Publishing, 650 pp.
- Anjos, L. A., Ávila, R. W., Ribeiro, S. C., Almeida, W. O., & Silva, R. J. (2012). Gastrointestinal nematodes of the lizard *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) from a semi-arid region of north-eastern Brazil. *Journal of helminthology*, 87(4): 443-449. doi: 10.1017/S0022149X12000491
- Araujo Filho, J. A., Brito, S. V., Lima, V. F., Pereira, A. M. A., Mesquita, D. O., Albuquerque, R. L., & Almeida, W. O. (2016). Influence of temporal variation and host condition on helminth abundance in the lizard *Tropidurus hispidus* from north-eastern Brazil. *Journal of helminthology*, CJO2016: 1-8. doi: 10.1017/S0022149X16000225
- Araujo Filho, J. A., Ribeiro, S. C., Brito, S. V., Teles, D. A., Sousa, J. G. G., Ávila, R. W., & Almeida, W. O. (2014). Parasitic nematodes of *Polychrus acutirostris* (Polychrotidae) in the Caatinga biome, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74(4): 939-942. doi: 10.1590/1519-6984.01313
- Ávila, R. W., Brito, E. S., Barrella, T. H., Strussmann, C., & Silva, R. J. (2010). Endoparasites new to the Neotropical freshwater turtle, *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973)(Testudines, Chelidae), from central Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 478-480.
- Ávila, R. W., & Silva, R. J. (2010). Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 16(4): 543-572.
- Aznar, F. J., Badillo, F. J., & Raga, J. A. (1998). Gastrointestinal helminths of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the western Mediterranean: constraints on community structure. *The Journal of parasitology*, 84(3): 474-479. doi: 10.2307/3284708
- Batistella, A., Pötter, C., Barreto, L., & Vogt, R. C. (2008). Geographic Distribution, *Mesoclemmys tuberculata*. *Herpetological Review*, 39(1): 107-108.

- Bernardon, F. F., Valente, A. L., & Müller, G. (2013). Gastrointestinal helminths of the Argentine side-necked turtle, *Phrynops hilarii* (Duméril & Bibron, 1835)(Testudines, Chelidae), in south Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(1): 55-57.
- Bernardon, F. F., Valente, A. L., & Müller, G. (2014). Gastrointestinal helminths of *Trachemys dorbigni* Duméril & Bibron, 1835 (Testudines, Emydidae) from artificial urban ponds in southern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 9(1): 54-57.
- Berry, G. N. (1985). A new species of the genus *Spiroxys* (Nematoda; Spiruroidea) from Australian chelonians of the genus *Chelodina* (Chelidae). *Systematic parasitology*, 7(1): 59-68. doi: 10.1007/BF00010162
- Bonin, F., Devaux, B., & Dupré, A. (2006). *Turtles of the World*. London: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- Bray, R. A., Gibson, D. I., & Jones, A. (2008). *Keys to the Trematoda* (Vol. 3). Wallingford, UK and the Natural History Museum, London: CABI, 824 pp.
- Brito, S. V., Corso, G., Almeida, A. M., Ferreira, F. S., Almeida, W. O., Anjos, L. A., Mesquita, D. O., & Vasconcellos, A. (2014). Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of Northeast Brazil. *Parasitology research*, 113(11): 3963-3972. doi: 10.1007/s00436-014-4061-z
- Brooks, D. R., León-Règagnon, V., McLennan, D. A., & Zelmer, D. (2006). Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminth parasites of anurans. *Ecology*, 87(7): S76–S85. doi: 10.1890/0012-9658(2006)87[76:EFAADO]2.0.CO;2
- Burke, J. B., & Rodgers, L. J. (1982). Gastric ulceration associated with larval nematodes (*Anisakis* sp. type I) in pen reared green turtles (*Chelonia mydas*) from Torres Strait. *Journal of wildlife diseases*, 18(1): 41-46. doi: 10.7589/0090-3558-18.1.41
- Bursey, C. R., & Brooks, D. R. (2011). Nematode parasites of five species of turtles from the Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica, with description of a new species of *Falcaustra*. *Comparative Parasitology*, 78(1): 107-119. doi: 10.1654/4431.1
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 83(4): 575-583.
- Carvalho, A. R., & Luque, J. L. (2011). Seasonal variation in metazoan parasites of *Trichiurus lepturus* (Perciformes: Trichiuridae) of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71(3): 771-782. doi: 10.1590/S1519-69842011000400024
- Cavalcanti, L. B. Q., Costa, T. B., Colli, G. R., Costa, G. C., França, F. G. R., Mesquita, D. O., Palmeira, C. N. S., Pelegrin, N., Soares, A. H. B., Tucker, D. B., & Garda, A. A. (2014). Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List*, 10(1): 18-27.
- Costa, J. P. d. O., & Corrêa, F. (1992). A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. *São Paulo em Perspectiva*, 6(1/2): 106-111.

- Domènech, F., Marquina, R., Soler, L., Valls, L., Aznar, F. J., Fernández, M., Navarro, P., & Lluch, J. (2016). Helminth fauna of the invasive American red-eared slider *Trachemys scripta* in eastern Spain: potential implications for the conservation of native terrapins. *Journal of Natural History*, 50(7-8): 467-481. doi: 10.1080/00222933.2015.1062931
- Du Preez, L. H., & Lim, L. H. S. (2000). *Neopolystoma liewi* sp. n. (Monogenea: Polystomatidae) from the eye of the Malayan box turtle (*Cuora amboinensis*). *Folia parasitologica*, 47(1): 11-16. doi: 10.14411/fp.2000.003
- Du Preez, L. H., & Van Rooyen, M. (2015). A new polystomatid (Monogenea, Polystomatidae) from the mouth of the North American freshwater turtle *Pseudemys nelsoni*. *ZooKeys*, 539: 1-9. doi: 10.3897/zookeys.539.6108
- Dubois, G. (1978). Notes Helminthologiques IV: Strigeidae Railliet, Diplostomidae Poirier, Proterodiplostomidae Dubois et Cyathocotylidae Poche (Trematoda). *Revue suisse de zoologie*, 85(3): 607-615.
- Ernst, C. H., & Barbour, R. W. (1989.). *Turtles of the World*. Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- Esch, G. W., Gibbons, J. W., & Bourque, J. E. (1979a). The Distribution and Abundance of Enteric Helminths in *Chrysemys s. scripta* from Various Habitats on the Savannah River Plant in South Carolina. *The Journal of parasitology*, 65(4): 624-632. doi: 10.2307/3280332
- Esch, G. W., Gibbons, J. W., & Bourque, J. E. (1979b). Species diversity of helminth parasites in *Chrysemys s. scripta* from a variety of habitats in South Carolina. *The Journal of parasitology*, 65(4): 633-638. doi: 10.2307/3280333
- Everhart, B. A. (1957). Notes on the helminths of *Pseudemys scripta elegans* (Wied, 1838) in areas of Texas and Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 38: 38-43.
- Fernandes, B. M. M., & Kohn, A. (2014). *South American trematodes parasites of amphibians and reptiles*. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 228 pp.
- Freitas, J. F., & Dobbin Junior, J. E. (1967). Sobre um nôvo trematódeo Echinostomatidae parasito de quelônio. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 65(1): 37-39.
- Freitas, J. F., & Dobbin Júnior, J. E. (1971). Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica de quelônios no Estado de Pernambuco, Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 69(1): 33-39.
- Gambhir, R. K., Oinam, S., & Lakshmi pyari, W. (2012). Seasonal dynamics of *Thelandros maplestonei* infections in the wall lizard, *Hemidactylus flaviviridis* in Imphal Valley, Manipur, India. *Journal of parasitic diseases*, 37(2): 192-195. doi: 10.1007/s12639-012-0161-9

- González, C. E., & Hamann, M. I. (2007). The first record of amphibians as paratenic hosts of *Serpinema* larvae (Nematoda; Camallanidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67(3): 579-580. doi: 10.1590/S1519-69842007000300026
- Griffiths, A. D., Jones, H. I., & Christian, K. A. (1998). Effect of season on oral and gastric nematodes in the frillneck lizard from Australia. *Journal of wildlife diseases*, 34(2): 381-385. doi: 10.7589/0090-3558-34.2.381
- Hawkins, B. A., Field, R., Cornell, H. V., Currie, D. J., Guégan, J.-F., Kaufman, D. M., Kerr, J. T., Mittelbach, G. G., Oberdorff, T., O'Brien, E. M., Porter, E. E., & Turner, J. R. G. (2003). Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84(12): 3105-3117. doi: 10.1890/03-8006
- Hedrick, L. R. (1935). The life history and morphology of *Spiroxys contortus* (Rudolphi); Nematoda: Spiruridae. *Transactions of the American Microscopical Society*, 54(4): 307-335. doi: 10.2307/3222323
- Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C., Ribas, A., Florencio, M., Pérez-Santigosa, N., & Casanova, J. C. (2009). Helminth communities of the exotic introduced turtle, *Trachemys scripta elegans* in southwestern Spain: Transmission from native turtles. *Research in veterinary science*, 86(3): 463-465. doi: 10.1016/j.rvsc.2008.08.003
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15): 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Holmes, J. C., & Price, P. W. (1980). Parasite communities: the roles of phylogeny and ecology. *Systematic Zoology*, 29(2): 203-213. doi: 10.2307/2412650
- Hudson, P. J., Rizzoli, A., Grenfell, B. T., Heesterbeek, H., & Dobson, A. P. (2002). *The ecology of wildlife diseases*. New York: Oxford University Press, 218 pp.
- Iverson, J. B. (1992). *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. . Richmond, Indiana, USA: Richard Privately Printed, 363 pp.
- Kamiya, T., O'Dwyer, K., Nakagawa, S., & Poulin, R. (2014). What determines species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. *Biological Reviews*, 89(1): 123-134. doi: 10.1111/brv.12046
- Klingenberg, R. (2012). *Understanding reptile parasites* (2 ed.). California: I-5 Publishing, 200 pp.
- Lincoln, R. C., & Anderson, R. C. (1975). Development of *Physaloptera maxillaris* (Nematoda) in the common field cricket (*Gryllus pennsylvanicus*). *Canadian Journal of Zoology*, 53(4): 385-390. doi: 10.1139/z75-051
- 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.

- Loebmann, D., Mai, A. C. G., & Garcia, A. M. (2006). Reptilia, Chelidae, *Mesoclemmys tuberculata*: geographical distribution extension. *Check List*, 2(1): 32-33. doi: 10.15560/2.1.32
- Main, A. R., & Bull, C. M. (2000). The impact of tick parasites on the behaviour of the lizard *Tiliqua rugosa*. *Oecologia*, 122(4): 574-581. doi: 10.1007/s004420050981
- Marcogliese, D. J. (2004). Parasites: Small Players with Crucial Roles in the Ecological Theater. *EcoHealth*, 1(2): 151-164. doi: 10.1007/s10393-004-0028-3
- Marcogliese, D. J. (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International journal for parasitology*, 35(7): 705-716. doi: 10.1016/j.ijpara.2005.01.015
- Martin, J. E., Llorente, G. A., Roca, V., Carretero, M. A., Montori, A., Santos, X., & Romeu, R. (2005). Relationship between diet and helminths in *Gallotia caesaris* (Sauria: Lacertidae). *Zoology*, 108(2): 121-130. doi: 10.1016/j.zool.2005.03.002
- Martins, F. I., Souza, F. L., & Costa, H. T. M. (2010). Feeding Habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an Urban River in Central Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2): 294-297. doi: 10.2744/CCB-0809.1
- Mascarenhas, C. S., & Müller, G. (2015a). *Spiroxys contortus* (Gnathostomatidae) and *Falcaustra affinis* (Kathlaniidae) from *Trachemys dorbigni* (Emydidae) in Southern Brazil. *Comparative Parasitology*, 82(1): 129-136. doi: 10.1654/4726.1
- Mascarenhas, C. S., & Müller, G. (2015b). Third-stage larvae of the enoplid nematode *Diectophyme renale* (Goeze, 1782) in the freshwater turtle *Trachemys dorbigni* from southern Brazil. *Journal of helminthology*, 89(5): 630-635. doi: 10.1017/S0022149X14000364
- Mascarenhas, C. S., Souza, J. D., Coimbra, M. A. A., & Müller, G. (2013). Nematode parasites of Chelidae (Testudines) from southern Brazil. *Parasitology research*, 112(9): 3365-3368. doi: 10.1007/s00436-013-3503-3
- McAllister, C. T., Goldberg, S. R., & Holshuh, H. J. (1993). *Spiroxys contorta* (Nematoda: Spirurida) in gastric granulomas of *Apalone spinifera pallida* (Reptilia: Testudines). *Journal of wildlife diseases*, 29(3): 509-511. doi: 10.7589/0090-3558-29.3.509
- McCord, W. P., Joseph-Ouni, M., & Lamar, W. W. (2001). A Taxonomic Reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Rev Biol Trop*, 49(2): 715-764.
- McCoy, K. D., Boulinier, T., Tirard, C., & Michalakakis, Y. (2003). Host-dependent genetic structure of parasite populations: differential dispersal of seabird tick host races. *Evolution*, 57(2): 288-296. doi: 10.1554/0014-3820(2003)057[0288:HDGSOP]2.0.CO;2
- McKenzie, V. J. (2007). Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. *Biological conservation*, 137(1): 102-116. doi: 10.1016/j.biocon.2007.01.019

- Medem, F. (1960). Observaciones sobre la distribucion geografica y ecologia de la tortuga *Phrynops geoffroana* ssp. en Colombia. Informe sobre reptiles colombianos (V). *Novedades Colombianas*, 1(5): 291-300.
- Miclăuș, V., Mihalca, A., Oana, L., Rus, V., & Cadar, D. (2008). Gastric parasitism with full-aged *Spiroxys contortus* of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). Histological aspects. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 65(2): 84-86.
- Minguez, L., & Giambérini, L. (2012). Seasonal dynamics of zebra mussel parasite populations. *Aquatic Biology*, 15(2): 145-151. doi: 10.3354/ab00418
- Mittermeier, R. A., Gil, P. R., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C. G., Lamoreux, J., & Fonseca, G. A. B. (2005). *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Washington, United States: Conservation International, 392 pp.
- Møller, A. P., Erritzøe, J., & Saino, N. (2003). Seasonal changes in immune response and parasite impact on hosts. *The American naturalist*, 161(4): 657-671. doi: 10.1086/367879
- Moraga, P., Kinsella, J. M., & Sepúlveda, M. S. (2012). Helminth parasites of eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) from southern Indiana, USA. *Journal of helminthology*, 86(1): 38-40. doi: 10.1017/S0022149X11000034
- Morato, S. A. A., Lima, A. M. X., Staut, D. C. P., Faria, R. G., Souza-Alves, J. P., Gouveia, S. F., Scupino, M. R. C., Gomes, R., & Silva, M. J. (2011). Amphibians and Reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 7(6): 756-762.
- Moravec, F., & Vargas-Vázquez, J. (1998). Some endohelminths from the freshwater turtle *Trachemys scripta* from Yucatan, Mexico. *Journal of Natural History*, 32(3): 455-468. doi: 10.1080/00222939800770241
- Moura, C., Moura, G., Chaves, L., Muniz, S., Vega, E. S., & Júnior, V. (2015). Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(2): 204-212.
- Moura, C. C. M., Moura, G. J. B., Lisboa, E. B. F., & Luz, V. L. F. (2014). Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. *Sítientibus série Ciências Biológicas*, 14: 1-20. doi: 10.13102/scb236
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., & Freire, E. M. X. (2012). Os Sauropsidas Répteis da Estação Ecológica do Tapacurá. In G. J. B. Moura, S. M. Azevedo Júnior & A. C. A. El-Deir (Eds.), *A Biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá - Uma Proposta de Manejo e Conservação* (Vol. 1, pp. 273-324). Recife: UFRPE.
- Moura, G. J. B., Santos, E. M., Oliveira, M. A. B., & Cabral, M. C. C. (2011). *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Brasília: IBAMA, 443 pp.

- Narayanan, E. S., Rao, S. B. R., & Thontadaraya, T. S. (1962). Effect of temperature and humidity on the rate of development of the immature stages of *Apanteles angaleti* Muesebeck (Braconidae: Hymenoptera). *Proceedings of the National Institute of Sciences of India. Biological sciences*, 28(2): 150-163.
- Novelli, I. A., Sousa, B. M., Lima, S. S., & Vieira, F. M. (2013). *Phrynops geoffroanus* (Geoffroy s Side-necked Turtle). Endoparasites. *Herpetological Review*, 44(2): 308-308.
- Patterson, B. D., Dick, C. W., & Dittmar, K. (2008). Parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae) on neotropical bats: effects of host body size, distribution, and abundance. *Parasitology research*, 103(5): 1091-1100. doi: 10.1007/s00436-008-1097-y
- Pereira, A. M. A. (2014). *Dieta e helmintos parasitas dos quelônios Kinosternon scorpioides (Criptodyra: Kinosternidae), Mesoclemmys tuberculata e Phrynops geoffroanus (Pleurodira: Chelidae) de uma região semiárida, Nordeste do Brasil*. Universidade Regional do Cariri, Crato, CE.
- Pereira, F. B., Alves, P. V., Rocha, B. M., Lima, S. S., & Luque, J. L. (2012a). A new *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) parasite of *Tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. *The Journal of parasitology*, 98(6): 1227-1235. doi: 10.1645/GE-3159.1
- Pereira, F. B., Sousa, B. M., & Lima, S. S. (2012b). Helminth community structure of *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) in a rocky outcrop area of Minas Gerais state, Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*, 98(1): 6-10. doi: 10.1645/GE-2689.1
- Pinto, L. P., Bedê, L., Paese, A., Fonseca, M., Paglia, A., & Lamas, I. (2006). Mata Atlântica Brasileira: os Desafios para Conservação da Biodiversidade de um *Hotspot* Mundial. In C. F. D. Rocha, H. G. Bergallo, M. Van-Sluys & M. A. S. Alves (Eds.), *Biologia da Conservação: Essências* (Vol. 1, pp. 91-118). Rio de Janeiro, RJ: RiMA.
- Platt, T. R. (2000). *Neopolystoma fentoni* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae) a parasite of the conjunctival sac of freshwater turtles in Costa Rica. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(6): 833-837. doi: 10.1590/S0074-02762000000600014
- Poulin, R. (2007). *Evolutionary ecology of parasites* (2 ed.). Princeton: Princeton University Press, pp.
- Poulin, R., & Leung, T. L. F. (2011). Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia*, 166(3): 731-738. doi: 10.1007/s00442-011-1906-3
- Poulin, R., & Mouillot, D. (2005). Combining phylogenetic and ecological information into a new index of host specificity. *Journal of Parasitology*, 91(3): 511-514. doi: 10.1645/GE-398R
- Pritchard, P. C. H., & Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela*. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403 pp.
- Ressel, S., & Schall, J. J. (1989). Parasites and showy males: malarial infection and color variation in fence lizards. *Oecologia*, 78(2): 158-164. doi: 10.1007/BF00377151

- Rhodin, A. G. J., & Mittermeier, R. A. (1983). Description of *Phrynops williamsi*, a New Species of Chelid Turtle of the South American *P. geoffroanus* Complex. In A. G. J. Rhodin & K. Miyata (Eds.), *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in Honor of Ernest E. Williams* (pp. 58-73). Cambridge, Massachusetts: Museum of Comparative Zoology.
- Roca, V., Carretero, M. A., Llorente, G. A., Montori, A., & Martin, J. E. (2005). Helminth communities of two lizard populations (Lacertidae) from Canary Islands (Spain): host diet-parasite relationships. *Amphibia-Reptilia*, 26(4): 535-542. doi: 10.1163/156853805774806160
- Roca, V., & García, G. (2008). A new species of the genus *Spiroxys* (Nematoda: Gnathostomatidae) from Madagascan pleurodiran turtles (Pelomedusidae). *Journal of helminthology*, 82(4): 301-303. doi: 10.1017/S0022149X08996966
- Rocha, C. F. D., Vrcibradic, D., Vicente, J. J., & Cunha-Barros, M. (2003). Helminths infecting *Mabuya dorsivittata* (Lacertilia, Scincidae) from a high-altitude habitat in Itatiaia National Park, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(1): 129-132. doi: 10.1590/S1519-69842003000100017
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, 537 pp.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2015). Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes*, 8: 407-410.
- Santoro, M., Badillo, F. J., Mattiucci, S., Nascetti, G., Bentivegna, F., Insacco, G., Travaglini, A., Paoletti, M., Kinsella, J. M., & Tomás, J. (2010). Helminth communities of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Central and Western Mediterranean Sea: The importance of host's ontogeny. *Parasitology international*, 59(3): 367-375.
- Santoro, M., Greiner, E. C., Morales, J. A., & Rodríguez-Ortíz, B. (2006). Digenetic trematode community in nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) from Tortuguero National Park, Costa Rica. *Journal of Parasitology*, 92(6): 1202-1206. doi: 10.1645/GE-866R.1
- Santoro, M., Morales, J. A., & Rodríguez-Ortíz, B. (2007). Spirorchidiosis (Digenea: Spirorchidae) and lesions associated with parasites in Caribbean green turtles (*Chelonia mydas*). *The Veterinary Record*, 161(14): 482-486. doi: 10.1136/vr.161.14.482
- Santos, F. J. M., Peña, A. P., & Luz, V. L. F. (2008). Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do submédio e da foz do rio São Francisco, Brasil. *Estudos*, 35(1/2): 59-78.

- Schell, S. C. (1952). Studies on the life cycle of *Physaloptera hispida* Schell (Nematoda: Spiruroidea) a parasite of the cotton rat (*Sigmodon hispidus littoralis* Chapman). *The Journal of parasitology*, 38(5): 462-472. doi: 10.2307/3273926
- Silveira, A. L., & Valinhas, R. (2010). Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biotemas*, 23(4): 157-161. doi: 10.5007/2175-7925.2010v23n4p157
- Souza, F. L. (2004). Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiro (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3(1): 15-27.
- Souza, F. L. (2005). Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista española de herpetología*, 19: 33-46.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2000). Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. *Journal of Zoology*, 252(4): 437-446.
- Souza, F. L., & Abe, A. S. (2001). Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36(1): 57-62. doi: 10.1076/snfe.36.1.57.8887
- Telford Jr, S. R. (1971). Parasitic diseases of reptiles. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 159(11): 1644-1652.
- Thomas, F., Renaud, F., Rousset, F., Cezilly, F., & De Meeûs, T. (1995). Differential mortality of two closely related host species induced by one parasite. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 260(1359): 349-352. doi: 10.1098/rspb.1995.0103
- Valente, A. L., Delgado, C., Moreira, C., Ferreira, S., Dellinger, T., Pinheiro de Carvalho, M. A. A., & Costa, G. (2009). Helminth component community of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, from Madeira Archipelago, Portugal. *Journal of Parasitology*, 95(1): 249-252. doi: 10.1645/GE-1519.1
- Vanzolini, P. E., Ramos-Costa, A. M. M., & Vitt, L. J. (1980). *Répteis das Caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 162 pp.
- Vetter, H. (2005). *Turtles of the World* (Vol. 3). Frankfurt, Germany: Central and South America, 128 pp.
- Viana, D. C., Rodrigues, J. F. M., Madelaire, C. B., Santos, A. C. G., & Sousa, A. L. (2016). Nematoda of *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae) from Northeast of Brazil. *Journal of Parasitology*, 102(1): 165-166.
- Vicente, J. J., Rodrigues, H. O., Gomes, D. C., & Pinto, R. M. (1993). Nematóides do Brasil. Parte III: nematóides de répteis. *Revista Brasileira de Zoologia*, 10(1): 19-168.

- Vieira, F. M., Novelli, I. A., Sousa, B. M., & Lima, S. S. (2008). A New Species of *Polystomoides* Ward, 1917 (Monogenea: Polystomatidae) from Freshwater Chelonians (Testudines: Chelidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 94(3): 626-630. doi: 10.1645/GE-1417.1
- Vogt, R. C. (2008). *Tartarugas da Amazônia*. Lima, Peru: Gráfica Biblos, 104 pp.
- Washburn, J. O., Mercer, D. R., & Anderson, J. R. (1991). Regulatory role of parasites: impact on host population shifts with resource availability. *Science*, 253(5016): 185-188. doi: 10.1126/science.1906637
- Werneck, M. R., Lima, E. H. S. M., Pires, T., & Silva, R. J. (2015). Helminth Parasites of the Juvenile Hawksbill Turtle *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) in Brazil. *The Journal of parasitology*, 101(4): 500-503. doi: 10.1645/13-479.1
- Wickström, L. M., Haukisalmi, V., Varis, S., Hantula, J., Fedorov, V. B., & Henttonen, H. (2003). Phylogeography of the circumpolar *Paranoplocephala arctica* species complex (Cestoda: Anoplocephalidae) parasitizing collared lemmings (*Dicrostonyx* spp.). *Molecular Ecology*, 12(12): 3359-3371. doi: 10.1046/j.1365-294X.2003.01985.x
- Wiles, C. M., & Bolek, M. G. (2015). Damselflies (Zygoptera) as paratenic hosts for *Serpinema trispinosum* and its report from turtle hosts from Oklahoma, USA. *Folia parasitologica*, 62: 019. doi: 10.14411/fp.2015.019
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Universidade de Michigan: Prentice Hall, 663 pp.

Figuras

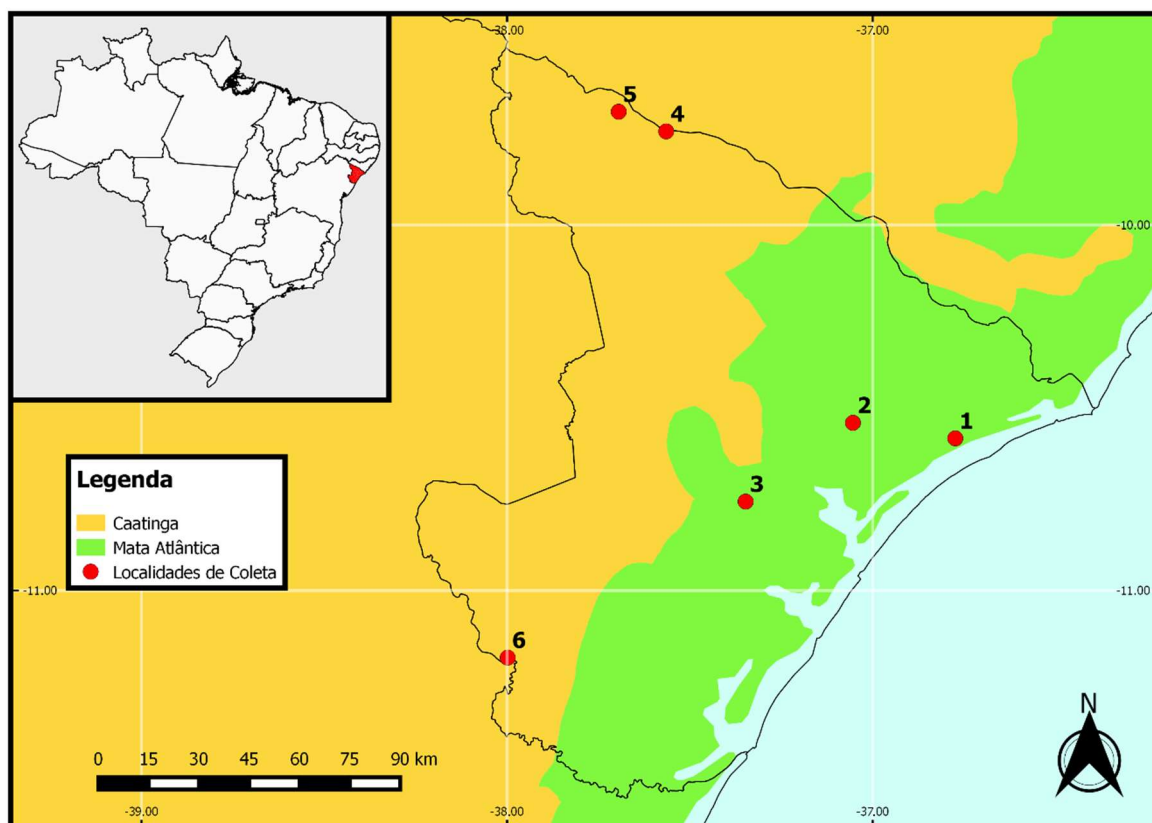


Figura 3. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).

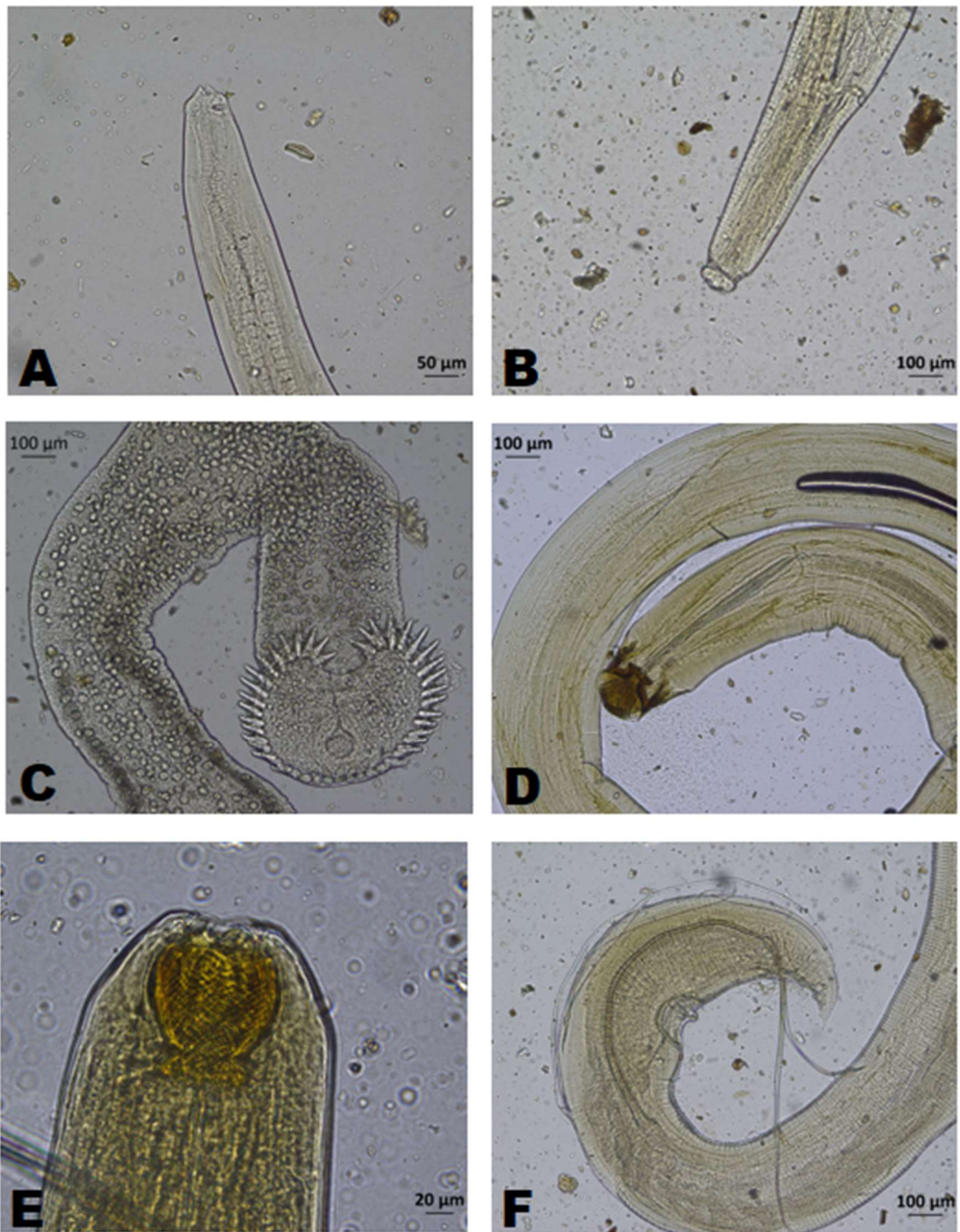


Figura 3. 2. Endoparasitos coletados nos tratos gastrointestinal e cavidade celomática de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. A) *Physaloptera* sp.; B) *Spiroxys figueiredoi*; C) Digenea; D) *Serpinema monospiculatus*; E) *Camallanus amazonicus*; F) Estrutura da espícula em *Spiroxys figueiredoi*.



Figura 3. 3. Monogenea da família Polystomatidae, *Polystomoides brasiliensis* registrado em *M. tuberculata*.

Tabela 1. Valores gerais de prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e Sítios de infecção (S) para cada endoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Sítios: Et = Estômago; Es = Esôfago; I = Intestino; P = Pulmão e CC = Cavidade Celomática. *Valores referentes a intensidade de infecção total.

Parasito	<i>P. geoffroanus</i>				<i>M. tuberculata</i>			
	P(%)	IF	A	S	P(%)	IF	A	S
Cestoda	0	0	0		2,94	1*	1	I
Digenea	34,61	5.88 ± 3.6	53	Et, I	50	9.76 ± 9.56	166	Et, Es, I, P
Monogenea								
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	0	0	0		2,94	2*	2	Et
Nematoda								
<i>Camallanus amazonicus</i>	3,84	6*	6	I	5,98	2*	2	Et, I
<i>Physaloptera sp.</i>	7,69	2*	2	Et	14,7	5*	5	Et
<i>Serpinema monospiculatus</i>	30,76	30.25 ± 24.19	242	I, P	26,47	2.88 ± 1.72	26	Et, I
<i>Spiroxys figueiredoi</i>	57,69	8,27 ± 6.94	114	Et, I, CC	38,23	3.92 ± 2.91	55	Et, I
Total	76,92		417		85,29		257	

Tabela 2. Modelo Linear Generalizado (GLM) das variações na abundância de endoparasitos entre os Biomas de amostragem dos quelônios, estações seca e chuvosa, interação do Bioma e estação e entre os sexos dos quelônios. *diferenças significativas.

	Valor de Z	P
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>		
Bioma	6,932	<0.0001*
Estação	-2,229	0.0258*
Bioma x Estação	-2,048	0.0359*
Sexo	-1,851	0.0641
<i>Phrynops geoffroanus</i>		
Bioma	9,178	<0.0001*
Estação	4,429	<0.0001*
Bioma x Estação	1,656	0.0977
Sexo	-1,641	0.1009

Tabela 3. Valores por sexo/estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) da prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e Sítios de infecção (S) para cada espécie de endoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Sítios: Et = Estômago; Es = Esôfago; I = Intestino; P = Pulmão e CC = Cavidade Celomática. *Valores referentes a intensidade de infecção total.

<i>Phrynops geoffroanus</i>												
Parasito	Machos (n=6)				Fêmeas (n=12)				Juvenis (n=8)			
	P(%)	IF	A	Sítio	P(%)	IF	A	Sítio	P(%)	IF	A	Sítio
Digenea	33,33	6,5 ± 6,3	13	I	58,33	5,71 ± 3,6	40	Et, I	0	0	0	-
Nematoda												
<i>Camallanus amazonicus</i>	0	0	0	-	8,33	6*	6	I	0	0	0	-
<i>Physaloptera sp.</i>	16,66	1*	1	Et	8,33	1*	1	Et	0	0	0	-
<i>Serpinema monospiculatus</i>	50	34,33 ± 24,66	103	I	25	45,33 ± 54,62	136	I	25	3*	3	I, P
<i>Spiroxys figueiredoi</i>	100	10,33 ± 10,13	62	Et, I	58,33	7,0 ± 5,91	49	Et	25	3*	3	E, CC
Total	100	-	179	-	91,66	-	232	-	25	-	6	
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>												
Parasito	Machos (n=14)				Fêmeas (n=17)				Juvenis (n=4)			
	P(%)	IF	A	Sítio	P(%)	IF	A	Sítio	P(%)	IF	A	Sítio
Cestoda	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
Digenea	50	6,57 ± 4,72	46	Et, I, P, Es	47,05	14,62 ± 15,49	117	Es, Et, I	50	1,5 ± 0,70	3	I
Monogenea												
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	0,7	2*	2	Et	0	0	0	-	0	0	0	-
Nematoda												
<i>Camallanus amazonicus</i>	0	0	0	-	11,76	2*	2	Et, I	0	0	0	-
<i>Physaloptera sp.</i>	0	0	0	-	29,41	1±0	5	Et	0	0	0	-
<i>Serpinema monospiculatus</i>	21,42	4 ± 3,6	12	I	35,29	2,33 ± 1,5	14	Et, I	0	0	0	-
<i>Spiroxys figueiredoi</i>	57,14	5,62 ± 3,62	45	Et, I	29,41	2,0 ± 1,0	10	Et	0	0	0	
Total	85,71	-	105	-	88,23	-	148	-	50	-	3	

CAPÍTULO 4 – Variação espaço-temporal de ectoparasitos de duas espécies de quelônios (*Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata*) em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil

Resumo

O parasitismo tem sido considerado como uma das muitas possíveis causas para o declínio de populações de quelônios. Ectoparasitos como sanguessugas hematófagas e monogeneos são comuns nesses animais ocupando diferentes partes do corpo dos hospedeiros. Embora algumas patologias causadas por parasitos de quelônios sejam conhecidas, há poucos trabalhos relacionando o parasitismo a aspectos da biologia e ecologia desses animais. Assim, o presente estudo teve como objetivos identificar e descrever a fauna de ectoparasitos que infestam *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, avaliar o efeito das condições do hospedeiro e sazonalidade (estação seca e chuvosa) sobre a abundância e composição de ectoparasitos, descrever padrões no uso do microhábitat (superfícies do corpo dos quelônios) como também comparar as taxas de infestação entre os diferentes ambientes, na Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os cágados capturados foram examinados quanto à presença de ectoparasitos que foram removidos, identificados e quantificados os níveis de infestação, inclusive em relação ao posicionamento no corpo dos hospedeiros (cavidades dos membros anteriores e inferiores, pescoço, cauda, carapaça e plastrão). Nós verificamos a presença de ectoparasitos em 73,2% dos cágados examinados, sendo quatro espécies de sanguessugas Glossiphoniidae, *Oligobdella brasiliensis*, *Helobdella* cf. *adiastola*, *Placobdella* sp., *Haementeria* sp. e um monogeneo Polystomatidae, *Polystomoides brasiliensis*. Para ambos os quelônios, verificamos diferença significativa na abundância dos ectoparasitos em relação ao sexo, bioma, estação, no entanto não houve relação com o comprimento e massa. Com relação ao posicionamento dos ectoparasitos, as sanguessugas foram mais frequentes nas cavidades dos membros posteriores em *P. geoffroanus*, enquanto que em *M. tuberculata* foi nas cavidades dos membros anteriores. A sobreposição de nicho espacial das sanguessugas em geral foi alta, com exceção de *P. brasiliensis* única espécie não apresentou sobreposição com as demais espécies. O presente estudo é o primeiro relato da presença de *O. brasiliensis* e *P. brasiliensis* em *M. tuberculata*, e de *Helobdella* cf. *adiastola* parasitando *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. Finalmente, as diferenças nos níveis de infestação encontradas podem ser reflexo dos fatores ecológicos, diferenças nos padrões comportamentais dos hospedeiros, como também à diferentes alterações antrópicas sofridas nos biomas de Caatinga e Mata Atlântica.

Palavras Chave: Hirudinea, Monogeneae, largura de nicho, sobreposição, hospedeiro.

Introdução

Parasitas afetam potencialmente a história de vida dos seus hospedeiros (Møller *et al.*, 1990; Møller *et al.*, 2003). Estudos conservacionistas estão cada vez mais preocupados com as questões de saúde das populações, incluindo o parasitismo (Meffe, 1999; Deem *et al.*, 2001). No entanto, pouco se sabe sobre a dinâmica das doenças e dos parasitos em populações naturais de répteis, principalmente dos quelônios de água doce (Ryan & Lambert, 2005; Readell *et al.*, 2008). O parasitismo tem sido considerado como uma das muitas possíveis causas para o declínio de populações de quelônios (Gibbons *et al.*, 2000). Embora algumas alterações patológicas causadas por parasitos de quelônios sejam conhecidas, há poucos trabalhos relacionando o parasitismo a aspectos da biologia e ecologia desses animais (Legler, 1993; Brites & Rantin, 2004). E o parasitismo juntamente com a predação e a competição atuam como grandes forças seletivas na evolução das espécies sendo também responsáveis pela estruturação das populações e comunidades (Gibbons *et al.*, 2000; Menezes, 2000; Silva & Araújo, 2008).

Ectoparasitos como sanguessugas hematófagas, são comuns em quelônios aquáticos (Ringuelet, 1944b; Sawyer, 1986; Watermolen, 1996; Light & Siddall, 1999; Siddall & Borda, 2004; Cubas *et al.*, 2006) ocupando normalmente às axilas, virilhas, pescoço, cauda e até mesmo a boca (Jacobson *et al.*, 1989; Herbst, 1994). A ocorrência de sanguessugas pode chegar a grandes níveis de infestações que causam deficiência nutricional e subsequente declínio no potencial reprodutivo (Menezes, 2000). Mas, por conta da longevidade observada em quelônios, esses efeitos podem levar longos períodos para serem notados (Brites & Rantin, 2004). Esses animais ainda podem favorecer a contaminação por bactérias, fungos e vírus patogênicos através das lesões formadas pelas estruturas bucais das sanguessugas (Frye, 1991; Mader, 1996; Brites & Rantin, 2004). São hospedeiros intermediários nos ciclos de vida de trematódeos e cestóides e são vetores de protozoários e vírus (Mishra & González, 1978; Siddall & Desser, 1991; Mader, 1996; Goater, 2000; Telford Jr, 2008).

É conhecido que as sanguessugas sejam bioindicadores ambientais (Sawyer, 1986; Christoffersen, 2007). O alto grau de endemismo das sanguessugas aquáticas às tornam potencialmente úteis como espécies indicadoras de qualidade da água e de ambientes não perturbados, tendo em vista que sua especificidade de habitat às tornam muito sensíveis a quaisquer formas de influências antrópicas (Christoffersen, 2007). Koperski (2005) destaca ainda que os hirudíneos apresentam baixo nível de mobilidade, elevado grau de absorção de oxigênio e baixa diversidade em comparação com outros invertebrados, atributos que fortalecem sua posição de bioindicadoras de qualidade ambiental. Contudo, alguns estudos relacionam a ocorrência de sanguessugas com os níveis de poluentes orgânicos, fatores físico-químicos da água e à disponibilidade de alimento (Sawyer, 1986; Brites & Rantin, 2004;

Miserendino & Gullo, 2014), tendo em vista que em alguns casos estes fatores prejudicam muito mais os hospedeiros, podendo favorecer o ataque dos parasitos, levando a grandes infestações (Brites & Rantin, 2004).

Os hirudíneos são componentes importantes dos bentos de rios e córregos e são um táxon com um notável grau de endemismo para Região Neotropical (Ringuelet, 1944a; Christoffersen, 2009). Com exceção de algumas espécies cosmopolitas, a grande maioria relativamente baixa capacidade de dispersão (Ringuelet, 1944b; Gullo, 2014), o que propicia uma grande diversidade de espécies endêmicas (Moore, 1911; Siddall & Borda, 2004; Christoffersen, 2007; Christoffersen, 2008).

Cinco famílias de sanguessugas aquáticas estão presentes na região Neotropical: Glossiphoniidae, Psicolidae, Ozobranchidae (Rhyncobdellida), Cyclobdellidae, Semiscolecidae e Macrobdellidae (Arhyncobdellida) (Soós, 1970; César *et al.*, 2009). Glossiphoniidae compreende a maior família em número espécies de água doce, incluindo espécies predadoras de macroinvertebrados e as ectoparasitos temporais de peixes, tartarugas, anfíbios e até aves aquáticas (Ringuelet, 1985a; Sawyer, 1986). Na região Neotropical, os estudos da biodiversidade de hirudíneos são escassos (Gullo, 1998; Christoffersen, 2007; Gullo, 2007; César *et al.*, 2009; Christoffersen, 2009) e sem informações de história natural para ambientes de água doce (Gullo, 2014). Iwama *et al.* (2016) destaca ainda que no Brasil pouco se sabe sobre a diversidade das sanguessugas e que não foram realizados grandes estudos sobre a fauna sanguessuga brasileiras. Embora o seu potencial ecológico como organismos bioindicadores, estudos básicos sobre taxonomia, biologia e ecologia são praticamente negligenciados em regiões tropicais, incluindo a região Neotropical (Christoffersen, 2007; Iwama & Arruda, 2016). O hirudíneos, apesar de serem componentes importantes das comunidades de bentos, muitas vezes não são incluídos na análise de macroinvertebrados com a sua devida identificação, principalmente se o material não for processado adequadamente (Gullo, 2014).

Monogeneas são parasitos principalmente de vertebrados semi-aquáticos e aquáticos e parasitam principalmente anfíbios (Yamaguti, 1963) mas também são encontrados em peixes (Reichenbach-Klinke, 1966), mamíferos (Stunkard, 1924) e quelônios de água doce e marinhos (Stunkard, 1924; Du Preez & Lim, 2000; Platt, 2000; Ávila *et al.*, 2010; Du Preez & Van Rooyen, 2015; Domènech *et al.*, 2016). Os Polystomatidae são encontrados exclusivamente parasitando quelônios, frequentemente infectando o saco conjuntival, a bexiga urinária e cavidade oral (Du Preez & Lim, 2000; Platt, 2000; Ávila *et al.*, 2010; Du Preez & Van Rooyen, 2015; Domènech *et al.*, 2016). Sabe-se pouco sobre o ciclo de vida desses parasitos, sendo a maioria das informações bastante escassas, se resumindo à registros de

hospedeiros e sítios de infestação. Por exemplo, apenas recentemente um monogenea, *Polystomoides brasiliensis*, foi o primeiro descrito em quelônios no Brasil (Vieira *et al.*, 2008).

Em *Phrynos geoffroanus* já foram constatadas ocorrências de indivíduos parasitados por sanguessugas (Ringuelet, 1981; Brites & Rantin, 2004; Ferronato *et al.*, 2009), existe ainda o registro de ocorrência dos monogenóides *Polystomoides brasiliensis* e *Polystomoides* sp. (Vieira *et al.*, 2008). Informações relacionadas a ectoparasitos de *Mesoclemmys tuberculata* são desconhecidas até o momento.

Assim, o presente estudo teve por objetivo identificar e descrever a fauna de ectoparasitos que infestam *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, avaliar o efeito das condições do hospedeiro (tamanho corporal e sexo) e sazonalidade (estação seca e chuvosa) sobre a abundância e composição de ectoparasitos, descrever padrões no uso do microhabitat (superfícies do corpo dos quelônios) e as diferenças encontradas nas preferências dos locais de fixação para cada ectoparasito, como também comparar as taxas de infestação em cada hospedeiro entre os diferentes biomas de ocorrência, em ambientes de Caatinga e Mata Atlântica em uma área do Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Áreas de Estudo

As amostras de *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* foram obtidas em seis localidades, sendo três em áreas de Caatinga e três na Mata Atlântica no Estado de Sergipe (Figura 4. 1). As localidades selecionadas em área de Caatinga foram o Monumento Natural do Rio São Francisco (09° 41.202' S e 037° 42.963' N - município de Poço Redondo), Monumento Natural Grota do Angico (09° 40.852' S e 037° 41.408' N - município de Poço Redondo) e a Bacia do Rio Real (11° 10.730' S e 038° 02.300' N - município de Tobias Barreto). As áreas de Mata Atlântica selecionadas foram o Parque Nacional Serra de Itabaiana (10° 45.251' S e 037° 20.511' N - município de Areia Branca), Reserva Biológica de Santa Isabel (10° 35.766' S e 036° 40.366' N - município de Pirambu) e Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (10° 31.895' S e 037° 03.142' N - município de Capela).

Coleta dos Quelônios

As amostras foram obtidas em campanhas semestrais (estação seca e chuvosa), ao longo de um ano, com duração de dez dias consecutivos em cada uma das seis localidades de coleta, três em área de Caatinga e três na Mata Atlântica, totalizando 120 dias de amostragem. O estudo foi desenvolvido no ano de 2014 e para definição dos meses que compuseram as estações chuvosa e seca foram adotados com base em informações da distribuição de precipitações nas áreas (médias históricas) ao longo dos anos (Hijmans *et al.*, 2005). Os meses considerados como pertencentes à estação chuvosa foram de abril a agosto, sendo os demais atribuídos à estação seca.

Para a captura dos indivíduos nós utilizamos em cada ponto de coleta 20 armadilhas aquáticas de funil, tipo covo - *hoop traps*, colocadas em rios, riachos e lagoas. Afim de atrair os cágados, as armadilhas foram iscadas com carne bovina e foram revisadas a cada três horas e permaneceram na água entre as 06:00h e 18:00h, com eventuais coletas noturnas. Em ambientes com águas menos turbidas foi realizada, de maneira complementar, a busca ativa entre 07:00h e 17:00h, utilizando-se mergulho livre com o auxílio de máscara, snorkel e nadadeiras.

As análises foram realizadas com exemplares adultos (machos e fêmeas) e juvenis. Cada animal adulto capturado foi sexado de acordo com as características morfológicas externas, caracteres sexuais secundários, tais como concavidade plastral e comprimento da cauda (Berry & Shine, 1980; Guix, 1989; Ernst & Barbour, 1989.; Molina, 1990; McCord *et al.*, 2001; Corazza & Molina, 2004; Goulart, 2004; Rueda-Almonacid *et al.*, 2007; Martins & Souza,

2008; Brito *et al.*, 2009; Molina *et al.*, 2012; Forero-Medina *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2013; Moura *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2016). A marcação individual dos espécimes de quelônios foi realizada por perfurações nos escudos marginais, seguindo a metodologia descrita por Cagle (1939). A marcação dos animais foi utilizada com o objetivo de evitar que dados de um mesmo espécime fossem obtidos mais de uma vez na mesma expedição, e possibilitar o registro individual nos diferentes períodos do estudo.

Procedimentos

Imediatamente após a captura, os cágados foram examinados quanto à presença de ectoparasitos (normalmente sanguessugas), evitando que os ectoparasitos migrassem para outras regiões do corpo do hospedeiro, por conta da dessecação provocada pelo manejo. Os ectoparasitos encontrados foram narcotizados de acordo com a técnica de Klemm (1995), que consiste em embebê-los em etanol a 10%, de modo a facilitar a sua retirada. Os ectoparasitos foram removidos com pinça, fixadas em formoldeído a 4% e em seguida lavadas com água destilada e preservadas em etanol a 70%.

Em laboratório esses parasitos foram identificados de acordo com Ringuelet (1985b) e Sawyer (1986) em seguida quantificados quanto às ocorrências. Os níveis de infestação foram definidos com base na frequência e abundância de parasitos encontrados em cada animal. Após a identificação, os índices parasitológicos avaliados foram a prevalência (porcentagem de hospedeiros infectados com pelo menos um parasito), abundância (número total de parasitos) e intensidade média de parasitismo (número médio de parasitos por hospedeiro infectado) calculados de acordo com Bush *et al.* (1997). Para identificação dos microhabitats (regiões no corpo do hospedeiro), após a remoção dos ectoparasitos, eles foram colocados em frascos específicos para cada região diferente do corpo, possibilitando a verificação em relação ao posicionamento desses parasitos, em que foram encontrados (cavidades dos membros anteriores e inferiores, pescoço, cauda, carapaça e plastrão). Os espécimes testemunhos foram depositados na Coleção de Hirudíneos da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Análises Estatísticas

As larguras de nicho espacial (regiões do corpo) foram calculadas utilizando o inverso do índice de diversidade de Simpson (1949):

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

onde p é a proporção da categoria de recurso (espacial) utilizado i e n o número de categorias de recurso adotadas. B varia de 1 (uso exclusivo de um tipo de recurso) a n (uso homogêneo de todos os tipos de recursos). Similaridades no uso dos recursos pelas diferentes espécies foram investigadas através da fórmula de sobreposição simétrica (Pianka, 1973):

$$\phi_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

onde os símbolos são os mesmos anteriormente citados, mas j e k representam espécies diferentes. Valores próximos a zero indicam não haver similaridade no uso dos recursos, valores próximos a um indicam o uso semelhante dos recursos.

Para verificar a influência do sexo/estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) dos hospedeiros, bem como diferenças entre os biomas e estação sobre a abundância de ectoparasitos foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (MLG), assumindo a distribuição de Poisson (Hudson *et al.*, 2002). Uma regressão linear simples (Zar, 1999) foi utilizada para analisar a relação entre o CMC e massa corpórea dos quelônios com a abundância dos ectoparasitos. As taxas de infecção (prevalência e intensidade média de infecção calculados bem como a terminologia ecoparasitológica seguiram as definidas por Bush *et al.* (1997). A normalidade dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para averiguar a sobreposição dos nichos espaciais, foi utilizado o módulo de sobreposição de nicho do Ecosim (Gotelli & Ellison, 2013), as demais análises estatísticas foram realizadas usando o programa R (R Development Core Team, 2011), sendo o nível de significância para os testes de hipótese foi de 5%.

Resultados

No total foram capturados 154 cágados, sendo 99 *P. geoffroanus* (11 machos, 24 fêmeas e 64 juvenis) e 55 *M. tuberculata* (24 machos, 26 fêmeas e 5 juvenis). Os animais foram mais abundantes na Caatinga com 132 indivíduos capturados, sendo 93 *P. geoffroanus* (8 machos, 22 fêmeas e 63 juvenis) e 40 *M. tuberculata* (18 machos, 21 fêmeas e 1 juvenis). Na Mata Atlântica, apenas 21 indivíduos foram capturados, sendo 6 *P. geoffroanus* (3 machos, 2 fêmeas e 1 juvenis) e 15 *M. tuberculata* (6 machos, 5 fêmeas e 4 juvenis).

Das capturas realizadas foi constatada a presença de ectoparasitos em 113 (73,2%) dos cágados examinados. Foram coletados 2609 ectoparasitos (Tabela 1), sendo 2346 sanguessugas Glossiphoniidae, representadas por quatro espécies *Oligobdella brasiliensis*, *Helobdella* cf. *adiastola*, *Placobdella* sp., *Haementeria* sp. (Figura 4. 2), sendo esta última a única que ocorreu exclusivamente em *M. tuberculata*. Foram coletados ainda 263 Monogenea Polystomatidae, todos da espécie *Polystomoides brasiliensis* (Figura 4. 3).

Para ambos os quelônios, verificamos diferença significativa na abundância dos ectoparasitos em relação ao sexo (Tabela 2), com as fêmeas de *P. geoffroanus* apresentando as maiores infestações enquanto que em *M. tuberculata* fora os machos que apresentaram os maiores índices (Tabela 3). Os hospedeiros juvenis apresentaram valores de prevalência e intensidade média de infestação menores aos encontrados nos adultos (Tabela 3).

Quanto aos biomas, observamos diferenças significativas nos níveis de infestação (Tabela 2), onde em *P. geoffroanus* os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas infestação quando comparados aos da Caatinga, enquanto que para *M. tuberculata* os da Caatinga que apresentaram maiores taxas infestação (Tabela 4). A influência da estação também foi significativa na abundância de ectoparasitos em *P. geoffroanus* e marginalmente significativo para *M. tuberculata* (Tabela 2), com as maiores taxas ocorrendo no período seco. Verificamos também nas duas espécies a diferença significativa na abundância total de endoparasitos considerando a interação entre o bioma e estação (Tabela 2).

Não houve relação significativa entre o comprimento (CMC) e a abundância de ectoparasitos de *P. geoffroanus* ($F_{1,62} = 1,436$; $R^2 = 0,054$; $P = 0,156$) e *M. tuberculata* ($F_{1,46} = 0,019$; $R^2 = 0,0001$; $P = 0,985$), nem entre a massa e a abundância de ectoparasitos de *P. geoffroanus* ($F_{1,62} = -0,800$; $R^2 = 0,054$; $P = 0,427$) e em *M. tuberculata* ($F_{1,46} = -0,049$; $R^2 = 0,0001$; $P = 0,961$).

Com relação ao posicionamento dos ectoparasitos, as sanguessugas foram mais frequentes nas cavidades dos membros posteriores em *P. geoffroanus* com larguras de nicho espacial mais baixas, apresentando um comportamento mais especialista quanto ao uso do microhabitat, enquanto que em *M. tuberculata* as mesmas espécies dos ectoparasitos se distribuíram de maneira mais homogênea nas diferentes partes do corpo, com uma maior abundância nas cavidades dos membros anteriores consequentemente com larguras de nicho espacial maiores, se apresentando mais generalista em relação ao uso do microhabitat (partes do corpo do hospedeiro) (Tabela 1; Figura 4. 4). O Monogenea *P. brasiliensis* foi encontrado utilizando exclusivamente a cavidade oral e faríngea dos hospedeiros (Figura 4. 4), onde se fixavam através de múltiplas ventosas, sendo que frequentemente este monogenético apresentou comportamento de fuga, migrando em direção ao esôfago do hospedeiro quando realizada a abertura da boca dos cágados.

A sobreposição de nicho espacial das sanguessugas foi alta, variou de 0,74 a 0,98. Encontramos o menor valor de sobreposição de nicho entre *Haementeria* sp. e *Helobdella* cf. *adiastola* e o maior entre *Placobdella* sp. e *Oligobdella brasiliensis* ambos parasitando *M. tuberculata*. Já o Monogenea *Polystomoides brasiliensis* não apresentou sobreposição de nicho espacial com os demais ectoparasitos. Os resultados referentes à sobreposição de nicho espacial entre as espécies de ectoparasitos estão disponíveis na Tabela 5.

Nós verificamos a presença de áreas de vermelhidão e pequenas erupções na pele de alguns *P. geoffroanus* parasitados por *Oligobdella brasiliensis*. Nesses casos, não foi possível determinar se essas patologias foram causadas por hematomas gerados pelas sanguessugas ou uma reação histamínica, vaso dilatadora. Também foram observados vasos sanguíneos alargados, visíveis através da pele em áreas de fixação e alimentação dessa sanguessuga, no entanto não foram observadas maiores lesões de fixação gerada por esses ectoparasitos.

Discussão

A diversidade de espécies encontrada no presente estudo resultou em novas localidades de registros das sanguessugas *Oligobdella brasiliensis*, *Helobdella* cf. *adiastola* para o nordeste brasileiro. O presente estudo é o primeiro relato da presença desses ectoparasitos em *M. tuberculata*, também registramos pela primeira vez a presença de *Helobdella* cf. *adiastola* parasitando *P. geoffroanus* e as sanguessugas *Placobdella* sp., *Haementeria* sp. tratam-se potencialmente de espécies não descritas, embora ainda seja necessárias maiores investigações. Tal resultado não é surpreendente pelo fato de que os estudos com Hirudíneos na região Neotropical ainda são escassos (Gullo, 1998; Christoffersen, 2007; Gullo, 2007; César *et al.*, 2009; Christoffersen, 2009), com longos períodos sem o levantamento de novas informações (Iwama & Arruda, 2016).

Phrynops geoffroanus e *Mesoclemmys tuberculata* compartilharam quatro espécies de sanguessugas encontrados e o Monogenea, apenas a sanguessuga *Haementeria* sp. não foi comuns entre eles, estando presente apenas em *M. tuberculata*. Mesmo com a distância filogenética apresentada entre *M. tuberculata* e *P. geoffroanus* (Pleurodira: Chelidae) a similaridade na composição de ectoparasitos encontrada indica um certo grau de generalismo das espécies de parasitos registradas, apesar da maioria dos estudos parasitológicos em répteis e anfíbios demonstrar altas sobreposições na composição de parasitos entre espécies hospedeiras filogeneticamente relacionadas (Brooks *et al.*, 2006; Brito *et al.*, 2014).

Em *P. geoffroanus*, o hirudíneo *Oligobdella brasiliensis* foi o ectoparasito mais prevalente enquanto que *M. tuberculata* apresentou as maiores prevalências para *Placobdella* sp. As diferenças nos índices de prevalência podem estar relacionadas com diferenças no

uso de microhábitats utilizados pelos hospedeiros (lagoas e rios) (Sawyer, 1986; Gullo, 2014), como também comportamentos específicos apresentados, como por exemplo o deslocamento perto do substrato onde sanguessugas residem favorecem as infestações (Roca *et al.*, 2005; Ryan & Lambert, 2005; McCoy *et al.*, 2007).

Sanguessugas Glossiphoniidae frequentemente parasitam anfíbios e répteis como os quelônios aquáticos e crocodilianos (Ringuelet, 1944b; Sawyer, 1972; Siddall & Gaffney, 2004; Roca & García, 2008). *Oligobdella brasiliensis* ocorre na Argentina e Brasil (Pinto, 1920; Cordero, 1937; Ringuelet, 1981; Brandão & Garda, 2000; Christoffersen, 2009). Em quelônios, *O. brasiliensis* já foi registrada parasitando *P. geoffroanus* em Pernambuco (Ringuelet, 1981). Outros estudos, em diferentes regiões do mundo, com hirudíneos congêneros têm demonstrado que sanguessugas do gênero *Oligobdella* não geram grandes alterações patológicas em seus hospedeiros (Moser *et al.*, 2005).

O gênero *Helobdella* consiste no maior e mais diverso grupo, contendo quase metade da diversidade de espécies da fauna de hirudíneos Neotropicals (Christoffersen, 2007; Christoffersen, 2009). *Helobdella adiascola* apresenta uma ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo na Argentina, Uruguai, Paraguai, Peru e Brasil (César *et al.*, 2009; Christoffersen, 2009; Gullo, 2014; Iwama & Arruda, 2016). Sua redescritção ocorreu recentemente por Iwama e Arruda (2016), sendo uma espécie associada a vegetação flutuante (César *et al.*, 2009) e em pedras no substrato (Gullo, 2014), parasita invertebrados, principalmente moluscos (Ringuelet, 1944b; Darrigran *et al.*, 1998; Vega *et al.*, 2006), o que pode explicar os baixos índices de prevalência e intensidade de infestação registrados nos quelônios investigados.

As sanguessugas do gênero *Placobdella* são parasitos comuns de tartarugas de água doce (Ringuelet, 1944b; Sawyer, 1972, 1986; Dodd Jr, 1988; Siddall & Gaffney, 2004), mas também podem parasitar diversos vertebrados como crocodilianos (Forrester & Sawyer, 1974; Smith *et al.*, 1976), anfíbios (Meyer & Moore, 1954), peixes (Ryerson, 1915; Pearse, 1924) e até mesmo invertebrados aquáticos (Klemm, 1975; Klemm, 1977, 1991). Rodrigues e Silva (2015) registraram dois morfotipos de *Placobdella* parasitando o quelônio *Phrynops tuberosus* no rio Banabuiú no Ceará. Existe também o registro de *Placobdella bistriata* parasitando populações de *P. geoffroanus* no Rio Uberabinha no município de Uberlândia em Minas Gerais (Brites & Rantin, 2004).

Espécies do gênero *Haementeria* ocorrem em toda a região Neotropical (Siddall & Borda, 2004; Christoffersen, 2007), as espécies terrestres normalmente parasitam mamíferos enquanto que as aquáticas são parasitos de crocodilianos e tartaruga de água doce (Sawyer & Kinard, 1980; Sawyer, 1986). Este gênero apresenta espécies gigantes como a sanguessuga gigante amazônica, *Haementeria ghilianii*, que crescem até aproximadamente

50 cm (Siddall *et al.*, 2001), no entanto a *Haementeria* sp. registrada em nosso estudo parasitando *M. tuberculata* corresponde a uma espécie de pequeno porte.

O Monogenea *P. brasiliensis* apresentou altas prevalências nos dois hospedeiros. *Polystomoides brasiliensis* foi descrito à partir de espécimes que estavam parasitando *Hydromedusa maximiliani* e *P. geoffroanus* no município de Juiz de Fora, Minas Gerais (Vieira *et al.*, 2008). No presente estudo descrevemos o primeiro registro de *P. brasiliensis* parasitando *M. tuberculata* e ampliando consideravelmente a distribuição deste parasito. Informações sobre o ciclo de vida desse grupo de parasitos são escassas na literatura, principalmente para *P. brasiliensis*, que foi o primeiro monogenético descrito em quelônios. Os Monogeneas Polystomatidae são encontrados exclusivamente parasitando quelônios, infectando diversas partes do corpo como olhos, bexiga urinária e cavidade oral (Du Preez & Lim, 2000; Platt, 2000; Ávila *et al.*, 2010; Du Preez & Van Rooyen, 2015; Domènech *et al.*, 2016).

As sanguessugas encontradas em quelônios são observadas normalmente ocupando às regiões com partes moles, favoráveis a fixação, como as axilas, virilhas, pescoço, cauda e até mesmo a boca (Jacobson *et al.*, 1989; Herbst, 1994; Rodrigues & Silva, 2015). Segundo Brites e Rantin (2004) a fixação das sanguessugas principalmente na cavidade inguinal está relacionada com a presença de pele mais fina nestas áreas do corpo, provavelmente favorecendo a fixação e a alimentação das sanguessugas. Outra vantagem da fixação na cavidade dos membros locomotores pode estar relacionada com a proteção contra a dessecação e o atrito com fluxo de água (Ernst, 1971; Hulse & Routman, 1982; Brites & Rantin, 2004). No rio Banabuiú, Estado do Ceará, Rodrigues e Silva (2015) registraram *Placobdella* sp. parasitando o quelônio *Phrynops tuberosus* com um padrão de fixação semelhante ao registrado em nosso estudo, onde os ectoparasitos estavam unidos às partes moles ao lado dos membros (região inguinal), pescoço e cauda, principalmente na parte inferior de escudos marginais.

A fixação nas patas posteriores também foi observada em *Chrysemys picta*, sanguessugas do gênero *Placobdella* que se fixavam principalmente nas cavidades dos membros locomotores (Ernst, 1971). Ainda, Ernst (1971) observou uma alta frequência de infestação na região do pescoço, lugar pouco infestado pelas sanguessugas em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*. Possivelmente, essa diferença no uso dessa região do hospedeiro (pescoço) pode estar relacionada aos diferentes tipos de retração da cabeça, e consequentemente na diferença da textura da pele (Brites & Rantin, 2004). O fato é que *C. picta* é um quelônio da subordem Cryptodira, ou seja, curva o seu pescoço em forma de "S" dentro da carapaça, formando dobras finas na pele do pescoço fornecendo lugares favoráveis para fixação das sanguessugas (Ernst, 1971; Brites & Rantin, 2004). De maneira diferente, *P.*

geoffroanus e *M. tuberculata* são quelônios da Subordem Pleurodira, curvando horizontalmente o pescoço e apresentam a pele mais espessa nessa região, o que segundo Brites e Rantin (2004) é o que dificulta a fixação das sanguessugas nessa região do corpo.

As teorias mais prevalentes utilizadas para explicar a variação de infestações de sanguessuga entre quelônios estão relacionadas com o uso do microclima pelos quelônios hospedeiros, como aquecer-se ao sol (*basking*), que favorece a dessecação e predação das sanguessugas (Ernst, 1971; McAuliffe, 1977; Dodd Jr, 1988), enquanto que a maior utilização do substrato onde sanguessugas normalmente residem aumentam as taxas parasitárias (Ryan & Lambert, 2005; McCoy *et al.*, 2007). No entanto, o uso do microclima parece não explicar toda a variação das infestações e precisamos considerar outras características do hospedeiro que também podem explicar a variação no parasitismo por sanguessugas sendo elas quantidade de tecido mole expostos para fixação e alimentação das sanguessugas (Brooks *et al.*, 1990; Ryan & Lambert, 2005), sexo (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; Tucker *et al.*, 2005), fase reprodutiva (MacCulloch, 1981; Dodd Jr, 1988; Brooks *et al.*, 1990), tamanho do corpo (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; McCoy *et al.*, 2007) e variação ambiental (Sawyer, 1986; Readell *et al.*, 2008).

O tamanho do corpo do hospedeiro é frequentemente considerado um aspecto determinante da abundância e riqueza dos parasitos (Poulin, 2007; Poulin & Leung, 2011; Kamiya *et al.*, 2014). Normalmente o tamanho do corpo do hospedeiro apresenta uma correlação positiva com a abundância de parasitos, sugerindo assim que hospedeiros maiores disponibilizam mais espaço e podem abrigar um maior número de parasitos (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; McCoy *et al.*, 2007; Poulin, 2007; Bielecki *et al.*, 2012), no entanto as regressões lineares entre o tamanho e a abundância de ectoparasitos em ambas as espécies hospedeiras não foram significativas, apesar disso as menores taxas registradas foram nos juvenis, independente da espécie, o que corrobora a hipótese de que o tamanho do corpo pode influenciar nos índices de infestação. Na ausência de correlação entre o tamanho e a abundância de ectoparasitos, é possível que nos adultos, outros fatores podem estar mais influenciando a variação na abundância de ectoparasitos, como o sexo (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; Tucker *et al.*, 2005) e fase reprodutiva (MacCulloch, 1981; Dodd Jr, 1988; Brooks *et al.*, 1990).

Nas diferentes taxas de infestação verificadas em relação ao sexo, as maiores infestações registradas nas fêmeas de *P. geoffroanus* pode estar mais relacionada com o tamanho do corpo (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; McCoy *et al.*, 2007), tendo em vista que as fêmeas também apresentam os maiores tamanhos quando comparadas aos machos (Molina, 1990; Moura, *et al.*, 2015)(Cap. 01). No Rio Uberabinha em Minas Gerais (Brites & Rantin, 2004) mesmo verificando fêmeas maiores, foram os machos de *P.*

geoffroanus que apresentaram um número ligeiramente superior de sanguessugas *Placobdella bistriata* em relação às fêmeas, no entanto as condições ambientais na área deste estudo apresentavam forte grau de antropização pela contaminação do rio tanto em áreas urbanas quanto na área rural, o que potencialmente influenciou as taxas parasitárias estudadas. Em *M. tuberculata*, foram os machos que apresentaram os maiores índices parasitários, possivelmente o comportamento pode ser mais determinante para as taxas de infestação dos machos nesta espécie, uma vez que machos normalmente apresentam áreas de vida maiores, aumentando assim as chances de infestação (Brooks *et al.*, 1990; Graham *et al.*, 1997; Tucker *et al.*, 2005).

Variações sazonais nas taxas de parasitismo em sanguessuga normalmente são associadas à respostas do comportamento das espécies de tartarugas hospedeiras frente as mudanças sazonais do ambiente (Ernst, 1971; Koffler *et al.*, 1978; Graham *et al.*, 1997). Num estudo realizado na América do Norte, Koffler *et al.* (1978) verificou que em *Clemmys insculpta* as sanguessugas variam sazonalmente, com as menores taxas de infestação na seca, atribuindo o grande declínio das infestações durante o verão ao comportamento reprodutivo da espécie, onde *C. insculpta*, que é uma espécie semiaquática, passa grande parte do período seco no ambiente terrestre aquecendo-se, buscando alimento e locais para nidificação. Em nosso estudo tivemos um resultado antagônico, onde o período seco apresentou as maiores taxas de infestação, tanto para *P. geoffroanus* quanto para *M. tuberculata*. Porém, *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* apresentam comportamento exclusivamente aquático (Bonin *et al.*, 2006), além de que durante a seca muitos corpos d'água reduzem-se a pequenas porções de água, concentrando assim os ectoparasitos em uma área menor, potencializando o encontro com os hospedeiros e elevando as taxas de infestação para o período. Outra hipótese é que as temperaturas mais elevadas da água são apontadas como facilitadoras na reprodução das sanguessugas (Brites & Rantin, 2004). Em um estudo com o hirudíneo *Erpobdella octoculata*, Sawyer (1986) mostrou que a temperatura da água desempenha um papel importante na taxa de incubação, crescimento, maturação sexual e período de reprodução em sanguessugas, havendo um incremento na fecundidade de *E. octoculata* com o aumento da temperatura da água, o mesmo pode ter ocorrido para as espécies de sanguessugas registradas em nosso estudo.

Os índices de prevalência, intensidades de infestação e abundâncias dos ectoparasitos foram mais baixas em *P. geoffroanus* comparada aos de *M. tuberculata*. É conhecido que os quelônios de água doce que mais utilizam o substrato no fundo dos corpos d'água geralmente apresentam cargas de ectoparasitos mais elevadas quando comparadas a outros quelônios que utilizam mais a coluna d'água, tendo em vista que elas acabam emergindo da água com mais frequência (Ernst, 1986; Brooks *et al.*, 1990; Ryan & Lambert, 2005), forçando o

desprendimento das sanguessugas dos hospedeiros para evitar a dessecação e consequentemente reduzindo as cargas ectoparasitárias (Ernst, 1971; MacCulloch, 1981). Provavelmente essa seja a melhor hipótese que explique as diferenças encontradas nas infestações de *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, apesar da ausência de informações comportamentais em ambientes naturais dessas duas espécies. É importante ressaltar que *M. tuberculata* foi registrado muitas vezes em pequenos corpos d'água, principalmente na estação seca, o que torna mais propício a estarem em contato com o substrato, assim sugerimos que a utilização dos microhabitats por esses quelônios possivelmente influencie diretamente as taxas ectoparasitárias.

As maiores larguras de nicho espacial encontradas nas sanguessugas em *M. tuberculata* provavelmente estão relacionadas as altas taxas de infestação apresentadas por este hospedeiro, o que sugere ter sido resultado de uma possível competição pelo recurso espacial entre as sanguessugas. Teoricamente, se duas ou mais espécies utilizarem um mesmo recurso limitante, isso pode induzir as espécies a partilhar este recurso, através da utilização de diferentes categorias, garantindo assim a coexistência e a manutenção das populações (Vitt, 1981; Giacomini, 2007). Os processos que atuam no sentido de diminuir a sobreposição de nicho são ditos estabilizadores (Tilman, 1990). Assim, verificamos que esse mecanismo de ampliação na largura de nicho nas sanguessugas ocorre como um ajuste ecológico minimizador da competição para fazer valer a coexistência destes ectoparasitos.

Quanto aos biomas, observamos diferenças nos níveis de infestação, onde em *P. geoffroanus* os espécimes da Mata Atlântica exibiram maiores taxas de infestação quando comparados aos da Caatinga, enquanto que para *M. tuberculata* os da Caatinga que apresentaram maiores taxas infestação. Considerando a interação entre o bioma e estação, essa diferença significativa na abundância total de ectoparasitos também foi verificada. Variações nas características dos habitats onde os quelônios foram coletados podem influenciar diretamente nos padrões de abundância e diversidade dos ectoparasitos (Sawyer, 1986; César *et al.*, 2009; Gullo, 2014). Ainda, muitos hirudíneos são sensíveis de diferentes formas a influências antrópicas (Christoffersen, 2007), sendo que algumas podem ser consideradas tolerantes à perturbações derivadas da antropização (Miserendino & Brand, 2009; Miserendino & Gullo, 2014). Assim, as diferenças nos níveis de infestação entre os biomas podem ser reflexo dos fatores ecológicos distintos nos biomas, diferenças nos padrões comportamentais dos hospedeiros, como também à diferentes alterações antrópicas ocorridas nos biomas.

Os resultados deste estudo mostram a importância da utilização de populações de tartarugas de água doce para investigar as tendências gerais na dinâmica hospedeiro-parasito. A relação das características ambientais e das condições do hospedeiro que

influenciaram o ectoparasitismo em *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* fornecem dados de base para posteriores análises do parasitismo, fomentando assim estudos futuros de como esses parasitos podem influenciar a saúde, fisiologia e comportamento dos quelônios.

Referências

- Ávila, R. W., Brito, E. S., Barrella, T. H., Strussmann, C., & Silva, R. J. (2010). Endoparasites new to the Neotropical freshwater turtle, *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973)(Testudines, Chelidae), from central Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 5(3): 478-480.
- Berry, J. F., & Shine, R. (1980). Sexual Size Dimorphism and Sexual Selection in Turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44(2): 185-191.
- Bielecki, A., Cichocka, J. M., Jabłoński, A., Jeleń, I., Ropelewska, E., Biedunkiewicz, A., Terlecki, J., Nowakowski, J. J., Pakulnicka, J., & Szlachciak, J. (2012). Coexistence of *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846)(Hirudinida: Glossiphoniidae) and mud turtle *Emys orbicularis*. *Biologia*, 67(4): 731-738. doi: 10.2478/s11756-012-0069-y
- Bonin, F., Devaux, B., & Dupré, A. (2006). *Turtles of the World*. London: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- Brandão, r. A., & Garda, a. A. (2000). *Scinax fuscomarginatus* (NCN). Predation. *Herpetological Review*, 31(3): 171.
- Brites, V. L. C., & Rantin, F. T. (2004). The influence of agricultural and urban contamination on leech infestation of freshwater turtles, *Phrynops geoffroanus*, taken from two areas of the Uberabinha River. *Environmental Monitoring and Assessment*, 96(1): 273-281. doi: 10.1023/B:EMAS.0000031733.98410.3c
- Brito, E. S., Strussmann, C., & Penha, J. M. F. (2009). Population Structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines:Chelidae) in the Cerrado of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. *Biota Neotropica*, 9(4): 245-248.
- Brito, S. V., Corso, G., Almeida, A. M., Ferreira, F. S., Almeida, W. O., Anjos, L. A., Mesquita, D. O., & Vasconcellos, A. (2014). Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of Northeast Brazil. *Parasitology research*, 113(11): 3963-3972. doi: 10.1007/s00436-014-4061-z
- Brooks, D. R., León-Régagnon, V., McLennan, D. A., & Zelmer, D. (2006). Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminth parasites of anurans. *Ecology*, 87(7): S76–S85. doi: 10.1890/0012-9658(2006)87[76:EFAADO]2.0.CO;2
- Brooks, R. J., Galbraith, D. A., & Layfield, J. A. (1990). Occurrence of *Placobdella parasitica* (Hirudinea) on snapping turtles, *Chelydra serpentina*, in southeastern Ontario. *The Journal of parasitology*, 76(2): 190-195. doi: 10.2307/3283014
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 83(4): 575-583.
- Cagle, F. R. (1939). A system of marking turtles for future identification. *Copeia*, 1939(3): 170-173.
- César, I. I., Martín, S. M., Gullo, B. S., & Liberto, R. (2009). Biodiversity and ecology of Hirudinea (Annelida) from the Natural Reserve of Isla Martín García, Río de la Plata,

- Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, 69(4): 1107-1113. doi: 10.1590/S1519-69842009000500014
- Christoffersen, M. L. (2007). Clitellate evolution and leech diversity: Glossiphoniidae excl. *Helobdella* (Annelida: Hirudinea: Rhynchobdellida) from South America. *Gaia Scientia*, 1(2): 131-140.
- Christoffersen, M. L. (2008). A Catalogue of the Piscicolidae, Ozobranchidae, and Arhynchobdellida (Annelida, Clitellata, Hirudinea) from South America. *Neotropical Biology and Conservation*, 3(1): 39-48.
- Christoffersen, M. L. (2009). A catalogue of *Helobdella* (Annelida, Clitellata, Hirudinea, Glossiphoniidae), with a summary of leech diversity, from South America. *Neotropical Biology and Conservation*, 4(2): 89-98. doi: 10.4013/nbc.2009.42.04
- Corazza, S. S., & Molina, F. B. (2004). Biologia Reprodutiva e Conservação *Ex-Situ* de *Batrachemys tuberculata* (Testudines, Chelidae): Primeiras Observações. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71: 410-412.
- Cordero, E. H. (1937). Los hirudineos del Nordeste del Brasil, I. Especies recogidas por Clemente Pereira en 1933 y por el autor en 1935. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 9: 13-26.
- Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (2006). *Tratado de Animais Selvagens*. São Paulo, BR: Roca, 1376 pp.
- Darrigran, G., Martin, S. M., Gullo, B., & Armendariz, L. (1998). Macroinvertebrates associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857)(Bivalvia, Mytilidae) in Río de la Plata, Argentina. *Hydrobiologia*, 367(1): 223-230. doi: 10.1023/A:1003244603854
- Deem, S. L., Karesh, W. B., & Weisman, W. (2001). Putting Theory into Practice: Wildlife Health in Conservation. *Conservation Biology*, 15(5): 1224-1233. doi: 10.1111/j.1523-1739.2001.00336.x
- Dodd Jr, C. K. (1988). Patterns of distribution and seasonal use of the turtle *Sternotherus depressus* by the leech *Placobdella parasitica*. *Journal of Herpetology*, 22(1): 74-81. doi: 10.2307/1564358
- Domènech, F., Marquina, R., Soler, L., Valls, L., Aznar, F. J., Fernández, M., Navarro, P., & Lluch, J. (2016). Helminth fauna of the invasive American red-eared slider *Trachemys scripta* in eastern Spain: potential implications for the conservation of native terrapins. *Journal of Natural History*, 50(7-8): 467-481. doi: 10.1080/00222933.2015.1062931
- Du Preez, L. H., & Lim, L. H. S. (2000). *Neopolystoma liewi* sp. n.(Monogenea: Polystomatidae) from the eye of the Malayan box turtle (*Cuora amboinensis*). *Folia parasitologica*, 47(1): 11-16. doi: 10.14411/fp.2000.003
- Du Preez, L. H., & Van Rooyen, M. (2015). A new polystomatid (Monogenea, Polystomatidae) from the mouth of the North American freshwater turtle *Pseudemys nelsoni*. *ZooKeys*, 539: 1-9. doi: 10.3897/zookeys.539.6108

- Ernst, C. H. (1971). Seasonal incidence of leech infestation on the painted turtle, *Chrysemys picta*. *Journal of Parasitology*, 57(1): 32. doi: 10.2307/3277749
- Ernst, C. H. (1986). Ecology of the Turtle, *Sternotherus odoratus*, in Southeastern Pennsylvania. *Journal of Herpetology*, 20(3): 341-352. doi: 10.2307/1564501
- Ernst, C. H., & Barbour, R. W. (1989.). *Turtles of the World*. Washington, D.C. and London: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- Ferronato, B. O., Genoy-Puerto, A., Piña, C. I., Souza, F. L., Verdade, L. M., & Matushima, E. R. (2009). Notes on the hematology of free-living *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae) in polluted rivers of Southeastern Brazil. *Zoologia*, 26(4): 795-798.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O. V., Cárdenar-Arevalo, G., & Medina-Rangel, G. F. (2013). *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-Headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. *Chelonian Research Monographs*, 5(1): 069.061-069.068. doi: 10.3854/crm.5.069.dahli.v1.2013
- Forrester, D. J., & Sawyer, R. T. (1974). *Placobdella multilineata* (Hirudinea) from the *American alligator* in Florida. *The Journal of parasitology*, 60(4): 673.
- Frye, F. L. (1991). Applied Clinical Nonhemic Parasitology of Reptiles. In F. L. Frye (Ed.), *Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry* (pp. 281–325). Florida: Krieger.
- Giacomini, H. C. (2007). Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. *Oecologia Brasiliensis*, 11(4): 521-543.
- Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., Greene, J. L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., & Winne, C. T. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. *BioScience*, 50(8): 653-666.
- Goater, T. M. (2000). The leech, *Oligobdella biannulata* (Glossiphoniidae) on desmognathine salamanders: Potential for trypanosome transmission? *The American Midland Naturalist*, 144(2): 434-438. doi: 10.1674/0003-0031(2000)144[0434:TLOBGO]2.0.CO;2
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. (2013). EcoSim: null models software for ecology. EcoSimR 1.00. . <http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>.
- Goulart, C. E. S. (2004). *Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis*. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária, 56 pp.
- Graham, T. E., Saumure, R. A., & Ericson, B. (1997). Map turtle winter leech loads. *The Journal of parasitology*, 83(6): 1185-1186.
- Guix, J. C. C. (1989). Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines-Chelidae). *Série Documentos do Grupo de Estudos Ecológicos*, 1: 1–19.

- Gullo, B. S. (1998). Hirudíneos Glossiphoniidae asociados a Lemnaceas, en Los Talas (Partido de Berisso), Buenos Aires. *Neotropica*, 44: 65-68.
- Gullo, B. S. (2007). Hirudíneos asociados a hidrófitas en la Laguna Los Patos, Buenos Aires, Argentina. *Revista Museo La Plata Zoología (Sección Zoología)*, 18(172): 11-18.
- Gullo, B. S. (2014). Biodiversidad de Hirudinea en ambientes dulceacuícolas serranos (Provincia de Buenos Aires), Argentina. *Revista del Museo de La Plata, Sección Zoología*, 23(181): 1-11.
- Herbst, L. H. (1994). Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases*, 4: 389-425.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15): 1965-1978. doi: 10.1002/joc.1276
- Hudson, P. J., Rizzoli, A., Grenfell, B. T., Heesterbeek, H., & Dobson, A. P. (2002). *The ecology of wildlife diseases*. New York: Oxford University Press, 218 pp.
- Hulse, A. C., & Routman, E. J. (1982). Leech (*Placobdella parasitica*) infestations on the Wood Turtle, *Clemmys insculpta*. *Herpetological Review*, 13(6): 116–117.
- Iwama, R. E., & Arruda, E. P. (2016). Leeches of the genus *Helobdella* (Clitellata: Hirudinida) from São Paulo, Brazil with descriptions of two new species using micro-computed tomography and a new record of *Barbronia weberi* (Blanchard 1897). *Zootaxa*, 4144(3): 411–429. doi: 10.11646/zootaxa.4144.3.8
- Jacobson, E. R., Mansell, J. L., Sundberg, J. P., Hajjar, L., Reichmann, M. E., Ehrhart, L. M., Walsh, M., & Murru, F. (1989). Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of comparative pathology*, 101(1): 39-52. doi: 10.1016/0021-9975(89)90075-3
- Kamiya, T., O'Dwyer, K., Nakagawa, S., & Poulin, R. (2014). What determines species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. *Biological Reviews*, 89(1): 123-134. doi: 10.1111/brv.12046
- Klemm, D. J. (1975). Studies on the feeding relationships of leeches (Annelida: Hirudinea) as natural associates of mollusks. *Sterkiana*, 58: 1-50.
- Klemm, D. J. (1977). A Review of the Leeches (Annelida Hirudinea) in the Great Lakes Region. *Michigan Academician*, 9(4): 397–418.
- Klemm, D. J. (1991). Taxonomy and pollution ecology of the Great Lakes region leeches (Annelida: Hirudinea). *Michigan Academician*, 24: 37–103.
- Koffler, B. R., Seigel, R. A., & Mendonca, M. T. (1978). The seasonal occurrence of leeches on the wood turtle, *Clemmys insculpta* (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Journal of Herpetology*, 12(4): 571-572.

- Koperski, P. (2005). Testing the suitability of leeches (Hirudinea, Clitellata) for biological assessment of lowland streams. *Polish Journal of Ecology*, 53(1): 65-80.
- Legler, J. M. (1993). Morphology and Physiology of the Chelonia. In C. J. Glasby, G. J. B. Ross & P. L. Beesley (Eds.), *Fauna of Australia* (Vol. 2, pp. 108-119). Canberra.
- Light, J. E., & Siddall, M. E. (1999). Phylogeny of the leech family Glossiphoniidae based on mitochondrial gene sequences and morphological data. *The Journal of parasitology*, 85(5): 815-823. doi: 10.2307/3285816
- MacCulloch, R. D. (1981). Leech Parasitism on the Western Painted Turtle, *Chrysemys picta belli*, in Saskatchewan. *The Journal of parasitology*, 67(1): 128-129.
- Mader, D. R. (1996). *Reptile Medicine and Surgery*. Philadelphia: Saunders, 512 pp.
- Marques, T. S., Lara, N. R. F., Bassetti, L. A. B., Ferronato, B. O., Malvásio, A., & Verdade, L. M. (2013). Population structure of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines, Chelidae) in a silvicultural system in southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 6: 179-182.
- Martins, F. I., & Souza, F. L. (2008). Estimates of Growth of The Atlantic Rain Forest Freshwater Turtle *Hydromedusa Maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology*, 42(1): 54-60. doi: 10.1670/07-053.1
- McAuliffe, J. R. (1977). An hypothesis explaining variations of hemogregarine parasitemia in different aquatic turtle species. *The Journal of parasitology*, 63(3): 580-581.
- McCord, W. P., Joseph-Ouni, M., & Lamar, W. W. (2001). A Taxonomic Reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Rev Biol Trop*, 49(2): 715-764.
- McCoy, J. C., Failey, E. L., Price, S. J., & Dorcas, M. E. (2007). An assessment of leech parasitism on semi-aquatic turtles in the Western Piedmont of North Carolina. *Southeastern Naturalist*, 6(2): 191-202.
- Meffe, G. K. (1999). Conservation medicine. *Conservation Biology*, 13(5): 953-954. doi: 10.1046/j.1523-1739.1999.00090.x
- Menezes, S. R. (2000). Patologias induzidas por erros de manejo. *Animal Pet*, 2(6): 16.
- Meyer, M. C., & Moore, J. P. (1954). Notes on Canadian leeches (Hirudinea), with the description of a new species. *Wasmann Journal of Biology*, 12(1): 63-96.
- Miserendino, M. L., & Brand, C. (2009). Environmental effects of urbanization on streams and rivers in Patagonia (Argentina): the use of macroinvertebrates in monitoring. In J. A. Daniels (Ed.), *Advances in Environmental Research* (Vol. 6, pp. 1-38). New York: Nova Science Publishers.
- Miserendino, M. L., & Gullo, B. S. (2014). Occurrence of Hirudinea species in a post urban reach of a Patagonian mountain stream. *Iheringia, Série Zoologia*, 104(3): 308-313. doi: 10.1590/1678-476620141043308313

- Mishra, G. S., & González, J. P. (1978). Parasites of fresh water turtles in Tunisia. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 55(3): 303-326.
- Molina, F. B. (1990). Observações sobre os hábitos e o comportamento alimentar de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Chelidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 319-326.
- Molina, F. B., Machado, F. A., & Zaher, H. (2012). Taxonomic validity of *Mesoclemmys heliostemma* (McCord, Joseph-Ouni & Lamar, 2001) (Testudines, Chelidae) inferred from morphological analysis. *Zootaxa*, 3575: 63-77.
- Møller, A. P., Allander, K., & Dufva, R. (1990). Fitness effects of parasites on passerine birds: a review. In J. Blondel, A. Gosler, J. D. Lebreton & R. H. McCleery (Eds.), *Population Biology of Passerine Birds* (pp. 269-280). Berlin: Springer-Verlag.
- Møller, A. P., Erritzøe, J., & Saino, N. (2003). Seasonal changes in immune response and parasite impact on hosts. *The American naturalist*, 161(4): 657-671. doi: 10.1086/367879
- Moore, J. P. (1911). Hirudinea of southern Patagonia. *Report of the Princeton University Expediton to Patagonia 1896-1899*, 3: 669-689.
- Moser, W. E., Van Devender, R. W., & Klemm, D. J. (2005). Life history and distribution of the leech *Oligobdella biannulata* (Moore, 1900)(Euhirudinea: Glossiphoniidae). *Comparative Parasitology*, 72(1): 17-21. doi: 10.1654/4160
- Moura, C., Moura, G., Chaves, L., Muniz, S., Vega, E. S., & Júnior, V. (2015). Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 11(2): 204-212.
- Pearse, A. S. (1924). The parasites of lake fishes. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences*, 21: 161-194.
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual review of ecology and systematics*, 4: 53-74.
- Pinto, C. (1920). Contribuição ao estudo dos hirudíneos do Brasil (*Limnobia brasiliensis*, nov. sp.). *Brasil-Médico*, 34: 1-3.
- Platt, T. R. (2000). *Neopolystoma fentoni* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae) a parasite of the conjunctival sac of freshwater turtles in Costa Rica. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(6): 833-837. doi: 10.1590/S0074-02762000000600014
- Poulin, R. (2007). *Evolutionary ecology of parasites* (2 ed.). Princeton: Princeton University Press, pp.
- Poulin, R., & Leung, T. L. F. (2011). Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia*, 166(3): 731-738. doi: 10.1007/s00442-011-1906-3

- Readel, A. M., Phillips, C. A., & Wetzel, M. J. (2008). Leech Parasitism in a Turtle Assemblage: Effects of Host and Environmental Characteristics. *Copeia*, 2008(1): 227-233. doi: 10.1643/CH-06-212
- Reichenbach-Klinke, H. (1966). Eine neue Art der Polystomatidengattung *Eupolystoma* Kaw, 1950 (Monogenea: Polystomatidae) von den Kiemen des australischen Lungenfisches *Neoceratodus forsteri* Krefft. *Zoologischer Anzeiger*, 176: 142-146.
- Ringuet, R. (1944a). Revisión de los hirudíneos argentinos de los géneros *Helobdella*, *Batrachobdella*, *Cylicobdella* y *Semiscollex*. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)*, 4: 5-94.
- Ringuet, R. (1944b). Sinopsis sistemática y zoogeográfica de los hirudíneos de la Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)*, 22: 163-232.
- Ringuet, R. (1985a). Annulata. Hirudinea. In Castellanos, Z. (Ed.). *Fauna de agua dulce de la República Argentina*, 27(1): 1-321.
- Ringuet, R. (1985b). *Annulata: Hirudinea*. Buenos Aires, República Argentina: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, pp.
- Ringuet, R. A. (1981). Hirudinea. In S. H. Hurlbert, G. Rodríguez & N. D. Santos (Eds.), *Aquatic biota of tropical South America. Being a compilation of taxonomic bibliographies for the fauna and flora of inland waters of the tropical portion of South America. Part 2 Anarthropoda* (pp. 191-196). San Diego: San Diego University.
- Roca, V., Carretero, M. A., Llorente, G. A., Montori, A., & Martín, J. E. (2005). Helminth communities of two lizard populations (Lacertidae) from Canary Islands (Spain): host diet-parasite relationships. *Amphibia-Reptilia*, 26(4): 535-542. doi: 10.1163/156853805774806160
- Roca, V., & García, G. (2008). A new species of the genus *Spiroxys* (Nematoda: Gnathostomatidae) from Madagascan pleurodiran turtles (Pelomedusidae). *Journal of helminthology*, 82(4): 301-303. doi: 10.1017/S0022149X08996966
- Rodrigues, J. F. M., & Silva, J. R. F. (2015). Sexual dimorphism, deformations, and epibionts of *Phrynops tuberosus* (Testudines, Chelidae). *Animal Biology*, 65(3-4): 311-320. doi: 10.1163/15707563-00002480
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N., & Mittermeier, C. G. (2007). *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Bogotá: Conservación Internacional, 537 pp.
- Ryan, T. J., & Lambert, A. (2005). Prevalence and colonization of *Placobdella* on two species of freshwater turtles (*Graptemys geographica* and *Sternotherus odoratus*). *Journal of Herpetology*, 39(2): 284-287. doi: 10.1670/180-04N

- Ryerson, C. G. S. (1915). Notes on the Hirudinea of Georgian Bay. *Contributions to Canadian biology*, 2: 165-176.
- Santana, D. O., Marques, T. S., Vieira, G. H. C., Moura, G. J. B., Faria, R. G., & Mesquita, D. O. (2016). *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(9): 097.091–098. doi: 10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016
- Sawyer, R. T. (1972). *North American Freshwater Leeches, Exclusive of the Piscicolidae, With a Key to All Species*. Illinois, USA: University of Illinois Press, pp.
- Sawyer, R. T. (1986). *Leech Biology and Behavior: Volume II: Feeding Biology, Ecology, and Systematics* (1 ed.). New York: Oxford University Press, 420 pp.
- Sawyer, R. T., & Kinard, W. F. (1980). A checklist and key to the marine and freshwater leeches (Annelida: Hirudinea) of Puerto Rico and other Caribbean Islands. *Caribbean Journal of Science*, 15(3-4): 83-85.
- Siddall, M. E., Apakupakul, K., Burrenson, E. M., Coates, K. A., Erséus, C., Gelder, S. R., Källersjö, M., & Trapido-Rosenthal, H. (2001). Validating Livanow: Molecular Data Agree That Leeches, Branchiobdellidans, and *Acanthobdella peledina* Form a Monophyletic Group of Oligochaetes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 21(3): 346-351. doi: 10.1006/mpev.2001.1021
- Siddall, M. E., & Borda, E. (2004). Leech collections from Chile including two new species of *Helobdella* (Annelida: Hirudinida). *American Museum novitates*, 3457: 1-18. doi: 10.1206/0003-0082(2004)457<0001:LCFCIT>2.0.CO;2
- Siddall, M. E., & Desser, S. S. (1991). Merogonic development of *Haemogregarina balli* (Apicomplexa: Adeleina: Haemogregarinidae) in the leech *Placobdella ornata* (Glossiphoniidae), its transmission to a chelonian intermediate host and phylogenetic implications. *The Journal of parasitology*, 77(3): 426-436. doi: 10.2307/3283131
- Siddall, M. E., & Gaffney, E. S. (2004). Observations on the leech *Placobdella ornata* feeding from bony tissues of turtles. *Journal of Parasitology*, 90(5): 1186-1188. doi: 10.1645/GE-277R
- Silva, V. N., & Araújo, A. F. B. (2008). *Ecologia dos lagartos brasileiros*. Rio de Janeiro: Technical Books, 271 pp.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Smith, E. N., Johnson, C. R., & Voigt, B. (1976). Leech infestation of the *American alligator* in Texas. *Copeia*, 1976(4): 842.
- Soós, A. (1970). A Zoogeographical Sketch of the Fresh-water and Terrestrial Leeches (Hirudinoidea). *Opuscula Zoologica Budapest*, 10(2): 313-324.
- Stunkard, H. W. (1924). A New Trematode, *Oculotrema hippopotami* ng, n. sp, from the Eye of the Hippopotamus. *Parasitology*, 16(4): 436-440. doi: 10.1017/S0031182000020333

- Telford Jr, S. R. (2008). *Hemoparasites of the Reptilia: Color Atlas and Text*. New York: CRC Press, pp.
- Tilman, D. (1990). Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of competition and succession. *Oikos*, 58(1): 3-15. doi: 10.2307/3565355
- Tucker, A. D., Fitzsimmons, N. N., & Govedich, F. R. (2005). Euhirudinea from Australian turtles (*Chelodina burrungandjii* and *Emydura australis*) of the Kimberley Plateau, Western Australia, Australia. *Comparative Parasitology*, 72(2): 241-244. doi: 10.1654/4175
- Vega, I. A., Damborenea, M. C., Gamarra-Luques, C., Koch, E., Cueto, J. A., & Castro-Vazquez, A. (2006). Facultative and obligate symbiotic associations of *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae). *Biocell*, 30(2): 367-375.
- Vieira, F. M., Novelli, I. A., Sousa, B. M., & Lima, S. S. (2008). A New Species of *Polystomoides* Ward, 1917 (Monogenea: Polystomatidae) from Freshwater Chelonians (Testudines: Chelidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 94(3): 626-630. doi: 10.1645/GE-1417.1
- Vitt, L. J. (1981). Lizard reproduction: habitat specificity and constraints on relative clutch mass. *American naturalist*, 117(4): 506-514.
- Watermolen, D. J. (1996). Notes on the leech *Desserobdella picta* (Hirudinea: Glossiphoniidae). *Journal of Freshwater Ecology*, 11(2): 211-217. doi: 10.1080/02705060.1996.9663480
- Yamaguti, S. (1963). *Systema Helminthum. Monogenea and Aspidocotylea* (Vol. 4). New York: Interscience, pp.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Universidade de Michigan: Prentice Hall, 663 pp.

Figuras

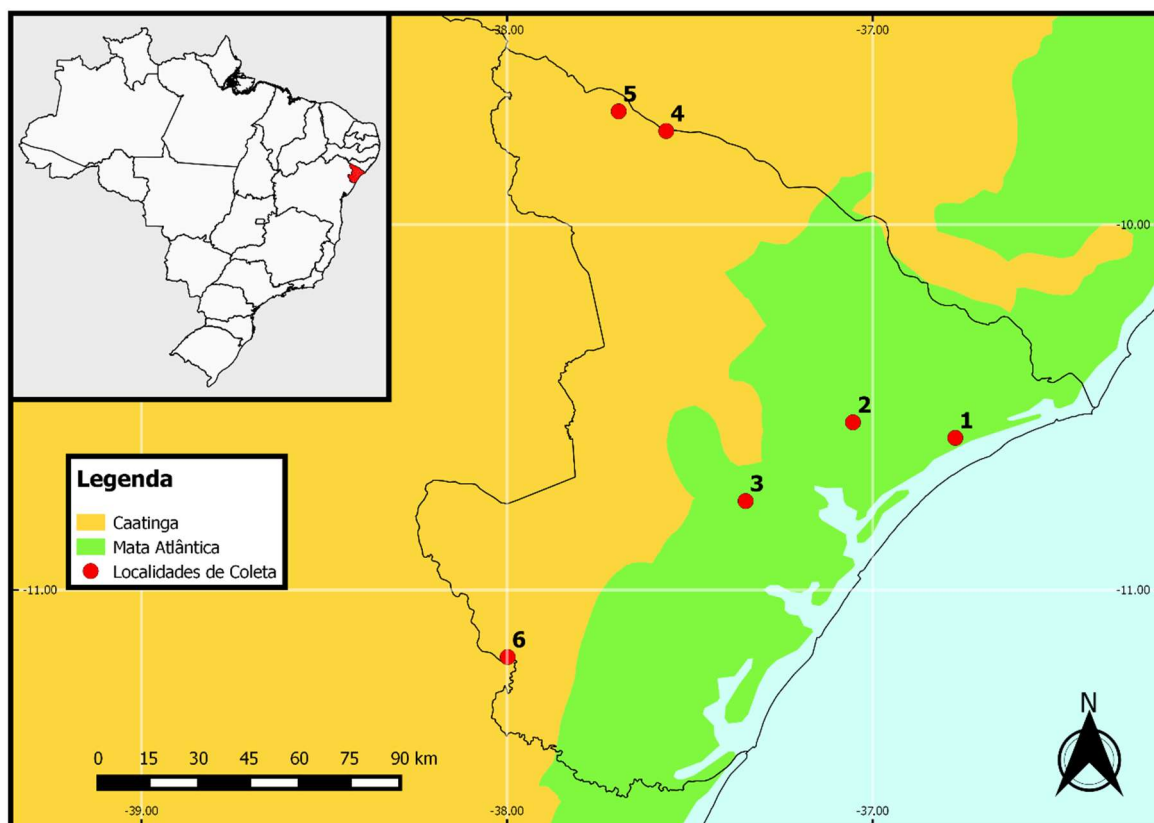


Figura 4. 1. Localidades selecionadas para o desenvolvimento do trabalho: 1) Reserva Biológica de Santa Isabel (município de Pirambu); 2) Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco (município de Capela); 3) Parque Nacional Serra de Itabaiana (município de Areia Branca); 4) Monumento Natural do Rio São Francisco (município de Poço Redondo); 5) Monumento Natural Grota do Angico (município de Poço Redondo) e 6) Bacia do Rio Real (município de Tobias Barreto).

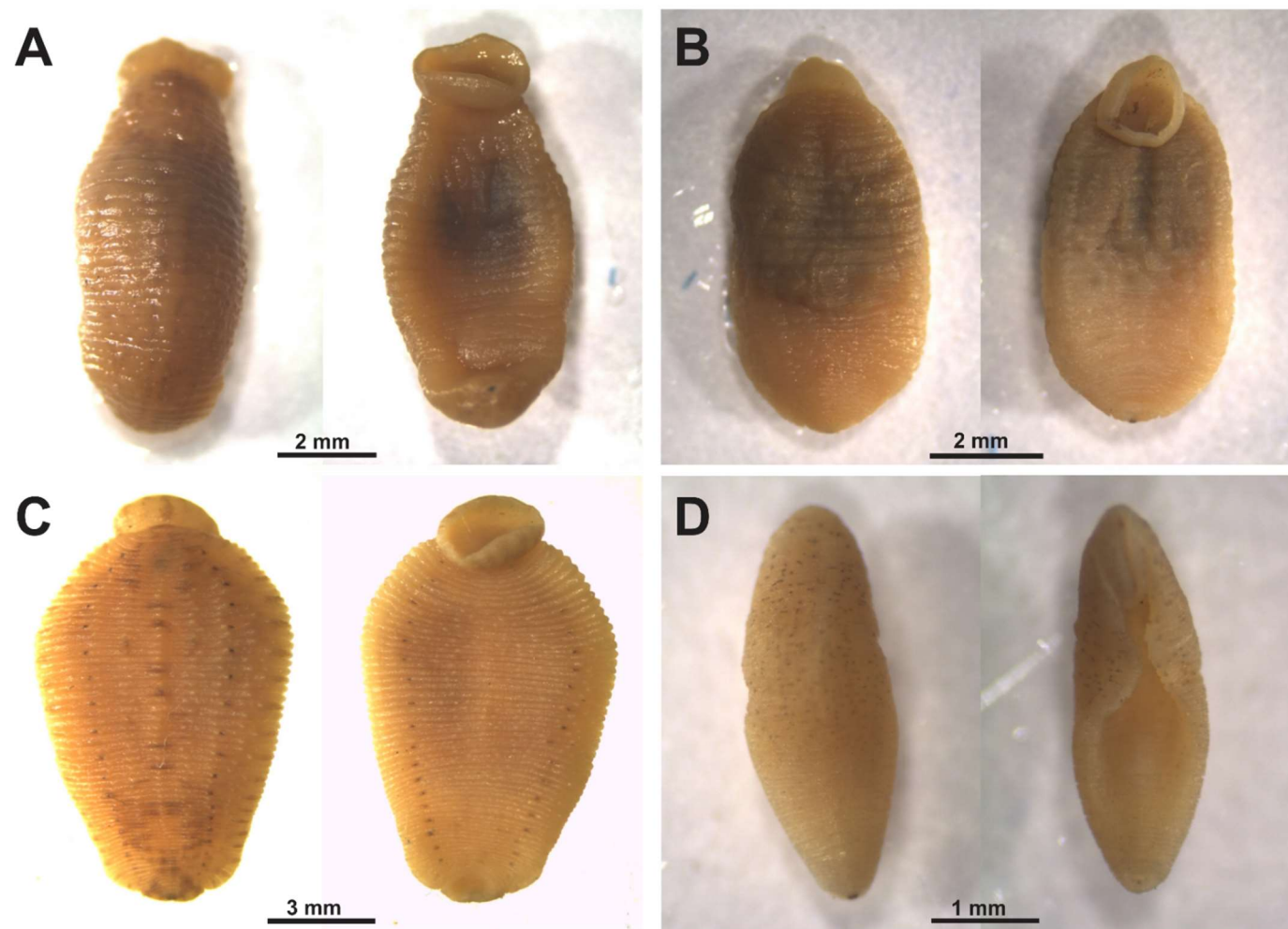


Figura 4. 2. Sanguessugas coletadas em *Phrynosoma geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. A) *Oligobdella brasiliensis*; B) *Helobdella* cf. *adiastola*; C) *Placobdella* sp.; D) *Haementeria* sp.; Lado esquerdo = Vista dorsal e Lado direito = Vista ventral.



Figura 4. 3. Monogenea *Polystomoides brasiliensis* coletado em *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil.

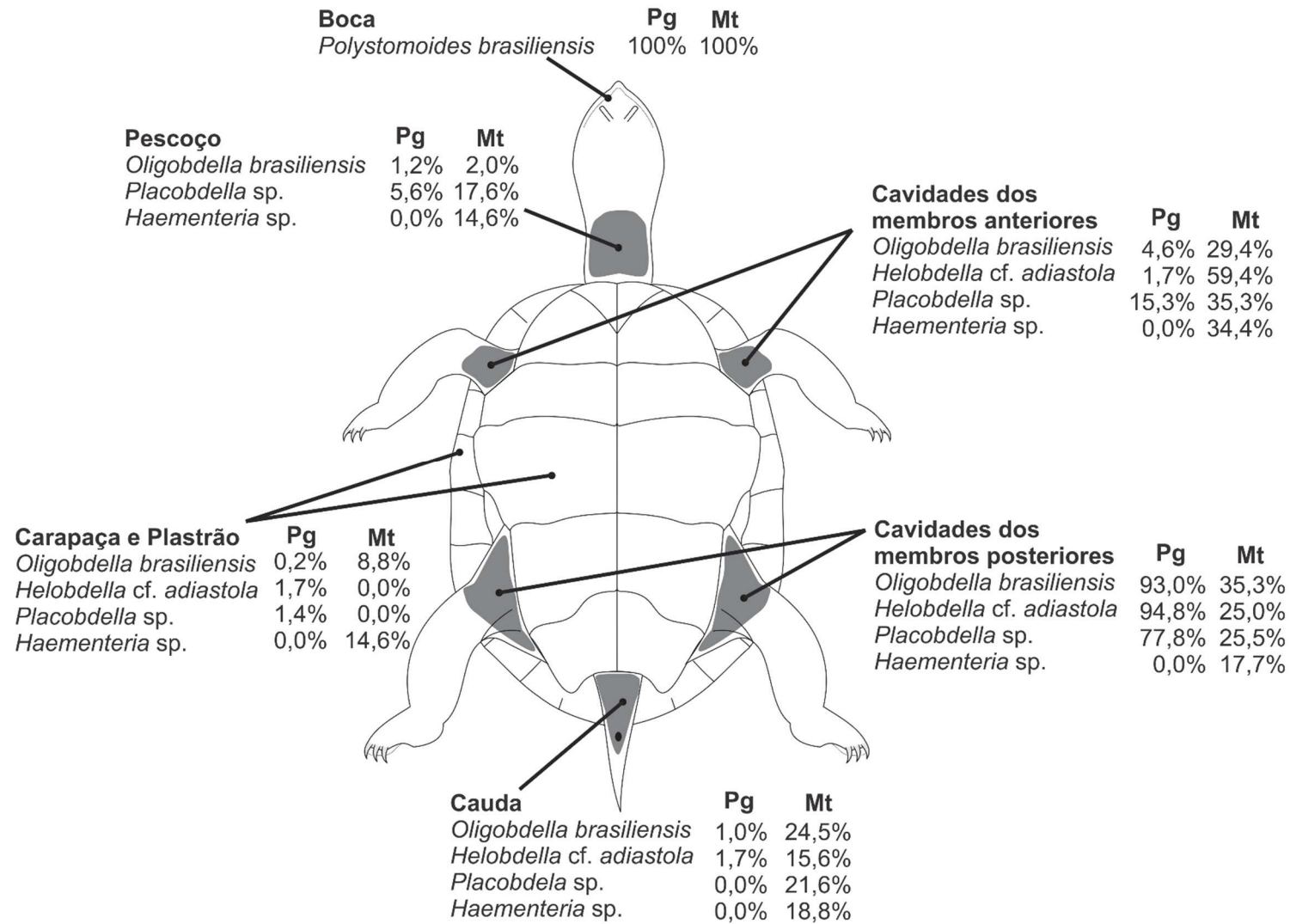


Figura 4. 4. Regiões do corpo (microhábitats) dos quelônios de água doce *P. geoffroanus* e *M. tuberculata*, ocupadas por diferentes espécies de ectoparasitos e suas respectivas abundâncias relativas de ocorrência em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil.

Tabela 1. Valores gerais de prevalência P(%), intensidade de infestação (IF), abundância (A) e largura de nicho espacial (B) para cada ectoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores ao lado do nome das espécies hospedeiras correspondem ao total de espécimes com ao menos um ectoparasito. A ausência de espécie de parasito está indicada por hífen.

Parasito	<i>P. geoffroanus</i>				<i>M. tuberculata</i>			
	P(%)	IF	A	B	P(%)	IF	A	B
Hirudinea								
Glossiphoniidae								
<i>Oligobdella brasiliensis</i>	62,62	18,65 ± 23,39	1156	1,15	18,18	10,2 ± 7,17	102	3,5
<i>Helobdella</i> cf. <i>adiastola</i>	5,05	11,60 ± 6,32	58	1,58	9,09	6,4 ± 3,06	32	2,27
<i>Placobdella</i> sp.	4,04	18 ± 6,45	72	1,58	76,36	19,79 ± 20,92	830	3,74
<i>Haementeria</i> sp.	-	-	-	-	9,09	19,2 ± 7,59	96	4,4
Monogenea								
Polystomatidae								
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	30,3	2 ± 1,5	60	1	61,81	5,97 ± 6,08	203	1
Total	65,65	2,70 ± 25,38	1346	-	87,27	26,31 ± 23,68	1263	-

Tabela 2. Modelo Linear Generalizado (GLM) das variações na abundância de ectoparasitos entre os Biomas de amostragem dos quelônios, estações seca e chuvosa, interação do Bioma e estação e entre os sexos/ estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) dos quelônios. *diferenças significativas.

	Valor de Z	P
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>		
Bioma	-6,413	<0.0001*
Estação	-1,863	0,0624
Bioma x Estação	4,508	<0.0001*
Sexo	4,989	<0.0001*
<i>Phrynops geoffroanus</i>		
Bioma	3,063	<0.0001*
Estação	11,264	<0.0001*
Bioma x Estação	7,312	<0.0001*
Sexo	-8,409	<0.0001*

Tabela 3. Valores por sexo/estágio de vida (machos, fêmeas e juvenis) da prevalência P (%), intensidade de infestação (IF) e abundância (A) para cada espécie de ectoparasito associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. *Valores referentes a intensidade de infecção total.

Parasito	<i>Phrynops geoffroanus</i>								
	<i>Machos (n=11)</i>			<i>Fêmeas (n=24)</i>			<i>Juvenis (n=64)</i>		
	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A
Hirudinea									
Glossiphoniidae									
<i>Oligobdella brasiliensis</i>	81,81	15,55 ± 19,02	140	83,33	26,9 ± 29,22	538	50,76	14,48 ± 19,65	478
<i>Helobdella cf. adiantola</i>	9,09	51*	51	4,16	1*	1	4,61	2 ± 0,63	6
<i>Placobdella</i> sp.	18,18	7,5 ± 4,4	15	8,33	28,5 ± 10,69	57	0	0	0
Monogenea									
Polystomatidae									
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	72	1,87 ± 1,17	15	58,33	2,07 ± 2,03	29	12,3	2 ± 1,20	16
Total	90,9	22,1 ± 28,85	221	91,66	28,40 ± 29,71	625	50,76	15,15 ± 20,06	500
Parasito	<i>Mesoclemmys tuberculata</i>								
	<i>Machos (n=24)</i>			<i>Fêmeas (n=26)</i>			<i>Juvenis (n=5)</i>		
	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A
Hirudinea									
Glossiphoniidae									
<i>Oligobdella brasiliensis</i>	25	8 ± 7,2	48	15,38	13,5 ± 7,7	54	0	0	0
<i>Helobdella cf. adiantola</i>	0	0	0	15,38	5,5 ± 3,86	22	20	10 ± 5,77	10
<i>Placobdella</i> sp.	70,83	26,58 ± 25,15	452	88,46	15,73 ± 17,27	362	40	8 ± 8,38	16
<i>Haementeria</i> sp.	12,5	25,33 ± 10,63	76	7,69	10 ± 3,87	20	0	0	0
Monogenea									
Polystomatidae									
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	66,66	5,43 ± 5,25	87	61,53	7,12 ± 7,04	114	40	1*	2
Total	87,5	31,57 ± 28,07	663	92,3	23,83 ± 19,68	572	60	9,33 ± 7,02	28

Tabela 4. Valores prevalência P(%), intensidade de infecção (IF), abundância (A) e largura de nicho espacial (B) para cada ectoparasito associado aos quelônios de água doce *P. geoffroanus* e *M. tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores ao lado do bioma correspondem ao total de espécimes com ao menos um ectoparasito. A ausência de espécie de parasito está indicada por hífen.

<i>Phrynops geoffroanus</i>						
Parasito	<i>Mata Atlântica (n=5)</i>			<i>Caatinga (n=60)</i>		
	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A
Hirudinea						
Glossiphoniidae						
<i>Oligobdella brasiliensis</i>	50	56 ± 39,31	168	63,44	16,74 ± 21,59	988
<i>Helobdella cf. adiantola</i>	16,66	51*	51	4,3	1,75 ± 0,49	7
<i>Placobdella sp.</i>	66,66	18 ± 20,67	72	-	-	-
<i>Haementeria sp.</i>	-	-	-	-	-	-
Monogenea						
Polystomatidae						
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	50	2 ± 1,3	6	29,03	2 ± 1,60	54
Total	83,33	59,4 ± 36,12	297	64,52	17,48 ± 21,75	1049
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>						
Parasito	<i>Mata Atlântica (n=13)</i>			<i>Caatinga (n=35)</i>		
	P(%)	IF	A	P(%)	IF	A
Hirudinea						
Glossiphoniidae						
<i>Oligobdella brasiliensis</i>	6,66	1*	1	22,5	11,22 ± 8,29	101
<i>Helobdella cf. adiantola</i>	6,66	10 ± 2,7	10	10	5,5 ± 3,2	22
<i>Placobdella sp.</i>	53,33	10,12 ± 9,67	81	85	22,02 ± 22,54	749
<i>Haementeria sp.</i>	-	-	-	12,5	19,2 ± 8,8	96
Monogenea						
Polystomatidae						
<i>Polystomoides brasiliensis</i>	66,66	9,3 ± 8,94	93	60	4,58 ± 4,29	110
Total	86,66	14,23 ± 15	185	87,5	30,8 ± 24,89	1078

Tabela 5. Valores gerais das sobreposições de nicho espacial estimados pelo índice de sobreposição simétrica (Φ) para cada ectoparasito (sanguessugas e monogenea) associado aos quelônios de água doce *Phrynops geoffroanus* e *Mesoclemmys tuberculata* em áreas de Caatinga e Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Os valores dispostos em cinza escuros são referentes às sobreposições dos ectoparasitos encontrados em *P. geoffroanus* como hospedeiro, enquanto que os dispostos em cinza mais claro em *M. tuberculata*. Espécies de ectoparasitos: Ob = *Oligobdella brasiliensis*; Ha = *Helobdella* cf. *adiastola*; Ps = *Placobdella* sp.; Hs = *Haementeria* sp.; Pb = *Polystomoides brasiliensis*. A ausência de espécie de parasito no hospedeiro é indicada por hífen.

	Ob	Ha	Ps	Hs	Pb
Ob		0,92	0,98	0,88	0
Ha	0,96		0,86	0,74	0
Ps	0,92	0,88		0,84	0
Hs	-	-	-		0
Pb	0	0	0	0	

CAPÍTULO 5 – *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) - Tuberculate Toad-headed Turtle



Manuscrito publicado na revista CHELONIAN RESEARCH MONOGRAPHS em outubro de 2016.

***Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) –
 Tuberculate Toad-headed Turtle**

**DANIEL O. SANTANA¹, THIAGO S. MARQUES², GUSTAVO H.C. VIEIRA¹,
 GERALDO J.B. MOURA³, RENATO G. FARIA⁴, AND DANIEL O. MESQUITA¹**

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba,
 Cidade Universitária, Campus I, CEP 58059-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil
 [danielbioufs@yahoo.com.br; ghcvieira@dse.ufpb.br; danmesq@dse.ufpb.br];

²Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo,
 C.P. 96, 13416-000, Piracicaba, São Paulo, Brazil [thiagomq@yahoo.com.br];

³Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos, Departamento de Biologia,
 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Moraes Rego, s/n, Dois Irmãos,
 CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brazil [geraldojbm@yahoo.com.br];

⁴Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe,
 Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos,
 CEP 49100-000 São Cristóvão, Sergipe, Brazil [renatogfaria@gmail.com]

SUMMARY. – The Tuberculate Toad-headed Turtle, *Mesoclemmys tuberculata* (Family Chelidae), is a medium-sized freshwater turtle (carapace length up to 250–300 mm) endemic to Brazil, ranging from the northeastern semi-arid region to the Atlantic-Northeastern basin. This species is usually associated with Caatinga and Atlantic Forest areas, and strongly associated with the basin of Rio São Francisco. Most aspects of *M. tuberculata* ecology remain unknown. Sexual dimorphism is prominent, with adult females larger than males. Reproductive parameters such as mean female size, mean clutch size and mass, egg size, volume and mass, incubation time, reproductive season, and nest site description are unknown for wild populations. Diet composition and feeding behavior are poorly known for wild *M. tuberculata*, but it has been noted that the species is carnivorous and consumes earthworms, fish, molluscs, freshwater shrimp, and insects. The species can often be found associated with anthropogenic environments, such as ponds, which can harbor small populations. *Mesoclemmys tuberculata* is not currently felt to be threatened, but the lack of population status and life history data for the species are relative limitations to proposing potential conservation measures.

DISTRIBUTION. – Brazil. Restricted to northeastern Brazil (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe) with an apparently disjunct population in northern Minas Gerais.

SYNONYMY. – *Rhinemys tuberculata* Luederwaldt 1926, *Batrachemys tuberculata*, *Phrynops (Batrachemys) tuberculata*, *Phrynops tuberculata*, *Phrynops (Batrachemys) tuberculatus*, *Phrynops tuberculatus*, *Phrynops tuberculatus tuberculatus*, *Mesoclemmys tuberculata*.

SUBSPECIES. – None recognized.

STATUS. – IUCN 2015 Red List: Not Listed (Least Concern, LC, assessed 1996); TFTSG Draft Red List: Data Deficient (DD, assessed 2011); CITES: Not Listed; Brazil: Least Concern.

Taxonomy. – *Mesoclemmys tuberculata* was originally described by Luederwaldt (1926) as *Rhinemys tuberculata*, based on specimens collected in Villa Nova (currently known as Senhor do Bonfim), Bahia, and in Fortaleza, Ceará, northeastern Brazil. Fróes (1957), based on morphological characters, renamed the taxon as *Batrachemys tuberculata*, and expanded its known distribution in northern and eastern Brazil. Later, *Batrachemys tuberculata* was referred to *Phrynops tuberculatus* by Mertens (1970). For many years the genus was referred to as either *Phrynops* or *Batrachemys* (Zangerl and Medem 1958; Mertens 1970; Bour 1973; Freiberg 1981; Bour and Pauler 1987; King and Burke 1989). McCord et al. (2001) conducted a study on

the broad genus *Phrynops* and suggested the resurrection of the genus *Batrachemys*, redesignating the species as *Batrachemys tuberculata*. However, their analyses were not generally accepted (Rodrigues 2003; Bour and Zaher 2005; TTWG 2011; Costa and Bérnills 2014), mainly due to the lack of resolution within the phylogenetic relationships of South American chelids, and the species has since been placed in the broader genus *Mesoclemmys*, a former subgenus of *Phrynops* (Bour and Zaher 2005). *Mesoclemmys* currently includes the following species: *M. dahli*, *M. gibba*, *M. heliostemma*, *M. hogei*, *M. nasuta*, *M. perplexa*, *M. raniceps*, *M. tuberculata*, *M. vanderhaegei*, and *M. zuliae*.



Figure 1. *Mesoclemmys tuberculata* from Areia Branca, Sergipe, Brazil. Photo by Daniel O. Santana.

Description. — *Mesoclemmys tuberculata* is a medium-sized species that may reach 250 to 300 mm in straight carapace length (CL) (Vanzolini et al. 1980; Ernst and Barbour 1989; Vetter 2005). A maximum CL of 235 mm was recorded for a female in captivity at the São Paulo Zoo (McCord et al. 2001).

The color of the carapace may vary from light to dark brown or can be entirely black. The surface of each scute may be roughened with raised striations (Ernst and Barbour 1989; Bonin et al. 2006). The plastron is yellowish and can present blackish spots, becoming completely dark with ontogeny (Bonin et al. 2006). The head and the neck have a completely dark gray back, and the ventral region is yellowish or grayish. The back of the head can be sprinkled with light dots, and the jaws are light yellow with a lighter stripe on the upper region (Vanzolini et al. 1980; Ernst and Barbour 1989; Bonin et al. 2006). The neck is covered with conical tubercles, a characteristic reflected by the species' name (Ernst and Barbour 1989; Bonin et al. 2006).



Figure 2. *Mesoclemmys tuberculata* from Areia Branca, Sergipe, Brazil. Photos by Daniel O. Santana.

Sexual dimorphism is marked, with adult females (mean CL = 207 ± 17 mm, maximum CL = 235 mm, $n = 13$) reaching larger body sizes than males (mean CL = 182 ± 8 mm, maximum CL = 190 mm, $n = 5$). Females also have deeper shells (carapace height; CH) (mean CH = 73 ± 7 mm, maximum CH = 85 mm, $n = 13$) than males (mean CH = 64 ± 3 mm, maximum CH = 67 mm, $n = 5$). Males have longer and thicker tails, with a more distal cloacal opening (Corazza and Molina 2004a). Several species of Testudines exhibit sexual dimorphism (Berry and Shine 1980; Gibbons and Lovich 1990; Bujes 2010) as do many Chelidae, including *Hydromedusa maximiliani* (Souza and Martins 2009), *Hydromedusa tectifera* (Chinen et al. 2004), *Acanthochelys macrocephala* (Métraiiller 2006), *Mesoclemmys vanderhaegei* (Marques et al. 2014), and *Mesoclemmys dahli* (Forero-Medina et al. 2013).

Hatchling *M. tuberculata* present morphological aspects and a color pattern that differ greatly from adults. The carapace is oval, with a poorly developed median keel on the second, third, and fourth vertebral scutes. The color of the carapace is dark brown, with gray and black spots, and an orange border. The plastron is mostly orange with a wide central black symmetrical patch, extending from the humeral to the femoral scutes, and extending over the intergular scute. Orange is the predominant color on the plastron bridges and ventral surfaces of the marginal scutes (Santana et al. 2015).

Distribution. — *Mesoclemmys tuberculata* is a freshwater turtle endemic to Brazil (Moura et al. 2014) ranging from the northeastern semi-arid region to the Atlantic-Northeastern basin (Vanzolini et al. 1980; Iverson 1992). It inhabits water bodies in the Brazilian states of Bahia (Santos et al. 2008), Sergipe (Morato et al. 2011), Alagoas (Santos et al. 2008; Lins et al. 2015), Piauí (Loebmann et al. 2006; Cavalcanti

et al. 2014), Ceará (Loebmann and Haddad, 2010; Moura et al. 2015), Maranhão (Batistella et al. 2008; Barreto et al. 2010), Paraíba (Barbosa et al. 2007), Pernambuco (Miranda and Santos, 2008; Moura et al. 2011), Rio Grande do Norte (Caldas et al. 2016), and an apparently disjunct population in northern Minas Gerais (Silveira and Valinhas 2010). This species is usually associated with Caatinga and Atlantic Forest areas, strongly associated with the basin of Rio São Francisco (Batistella et al. 2008; Santos et al. 2008; Loebmann and Haddad 2010; Moura 2010; Morato et al. 2011; Moura et al. 2011, 2014). Recently, it was also recorded from the Cerrado biome in northern Minas Gerais (Silveira and Valinhas 2010).

Habitat and Ecology. — *Mesoclemmys tuberculata* is associated with coastal ecosystems and semiarid regions, where it is able to use a wide array of habitat types, such as rivers, permanent lakes, and temporal streams (Vanzolini et al. 1980; Loebmann et al. 2006; Silveira and Valinhas 2010; Moura et al. 2012), preferring slow-moving waters (Bonin et al. 2006). The natural habitats identified for the species are the open formations in the semiarid Caatinga region and the Atlantic rainforest of northeastern Brazil (Souza 2005).

Most aspects of *M. tuberculata* ecology remain unknown (Souza 2004). In the last decade, few studies have focused on the ecology and biology of the species; instead, most have focused on its distributional extent (Loebmann et al. 2006; Santos et al. 2008; Batistella et al. 2008; Loebmann and Haddad 2010; Moura 2010; Silveira and Valinhas 2010; Moura et al. 2011, 2014; Morato et al. 2011; Cavalcanti et al. 2014), hatchling morphology (Santana et al. 2015), and demography and sex ratio at one locality in the Araripe Bioregion (Moura et al. 2015).

Mesoclemmys tuberculata often migrates between water bodies during summer nights (Vanzolini et al. 1980). The ability to migrate between aquatic habitats or even between distinct watersheds is a common feature in chelids, such as *Mesoclemmys* spp. (Brito et al. 2012), *Acanthochelys spixii*,

and *A. macrocephala* (Vinke and Vinke 2008). Migration usually occurs when resources become scarce in their habitats (Kramer 1995; Milan and Melvin 2001).

Moura et al. (2015) documented population density of *M. tuberculata* in a natural environment, recording a density of approximately 2 turtles/ha, but only a small number of females were recorded in their study. The species can often be found associated with anthropogenic environments, such as ponds, which can harbor small populations of the species (Santana, unpubl. data).

Courtship behavior of *M. tuberculata* has been observed in captivity between January and October, but more frequently between January and July (Corazza and Molina 2004b), with the initial sequence appearing to be similar to those previously reported for other chelids, such as *Phrynops geoffroanus* (Molina 1996), *Hydromedusa maximiliani* (Novelli and Souza 2007), and *Mesoclemmys vanderhaegei* (Brito et al. 2009). The animals were observed mainly in the water, where the male examined the cloacal region, tail, and carapace of the female and tried to bite her neck region. Interactions were also observed on land, with the animals facing each other while the male was biting or trying to bite (feebly) the female's neck and presenting rhythmic head movements. The male was then observed mounting the female, with hindfeet flat on the ground and forefeet placed on her costal scutes (Corazza and Molina 2004b).

Reproductive parameters, such as mean female size, clutch size, egg size, volume and mass, mean clutch mass, incubation time, reproductive season and nest site description are unknown for wild populations (Souza et al. 2006). The only record of nesting occurred in October, in captivity; a single egg dropped in water had a calcareous shell, was smooth and cream-colored, and slightly elongated in shape (31.6 x 29.0 mm) and weighed 11.5 g (Corazza and Molina 2004b). Nest depredation of *M. tuberculata* by the lizard *Salvator merianae* has been noted in a remnant of Atlantic forest at the Ecological Station Tapacurá, Pernambuco, Brazil (Moura, unpubl. data).



Figure 3. *Mesoclemmys tuberculata* from Tobias Barreto, Sergipe, Brazil. Photo by Daniel O. Santana.



Figure 4. Hatchling *Mesoclemmys tuberculata* from Itabaiana, Sergipe, Brazil. Photos by Daniel O. Santana.



Figure 5. Distribution of *Mesoclemmys tuberculata* in northeastern Brazil. Yellow dots = museum and literature occurrence records of native populations based on Iverson (1992), plus more recent and authors' data. Red shading = projected historic distribution of *M. tuberculata*. Distribution based on GIS-defined level 10 HUCs (hydrologic unit compartments) constructed around verified localities and then adding HUCs that connect known point localities in the same watershed or physiographic region, and similar habitats and elevations as verified HUCs (Buhlmann et al. 2009; TTWG 2014), and adjusted based on authors' subsequent data.

Diet composition and feeding behavior are poorly known for wild *M. tuberculata*, but it has been noted that the species is carnivorous and consumes earthworms, fish, and insects in captivity (Bonin et al. 2006). In crushed DOR specimens, fish operculi, mollusks, freshwater shrimp, and insects have been noted in the stomach contents (Moura, unpubl. data).

Population Status. — *Mesoclemmys tuberculata* is commonly encountered within its geographical distribution. The creation of reservoirs for water storage has provided useable habitat for *M. tuberculata*, but in view of the broad agricultural areas between these habitats, such populations may be reproductively isolated from each other. Studies on population structure and status surveys of *M. tuberculata* in both undisturbed and anthropogenic habitats are needed.

Threats to Survival. — The main threats to *M. tuberculata* are habitat degradation caused by deforestation due to cattle ranching and agriculture and hunting, and possible competition and disease from invasive exotic species such as *Trachemys dorbigni*, *T. scripta scripta*, and *T. s. elegans* (Santana et al. 2014; Moura et al. 2016).

The Atlantic Forest and Caatinga regions have a high degree of anthropogenic impact and relatively poor representation in protected areas (Leal et al. 2005; Tabarelli et al. 2005). The Atlantic Forest is included in the world biodiversity hotspots (Mittermeier et al. 1999), and is seriously threatened, being reduced to small and isolated fragments that represent only about 12% of its original distribution (Ribeiro

et al. 2009). The semi-arid Caatinga biome has been identified as one of the world's major tropical wilderness areas (Mittermeier et al. 2002). However, inappropriate land use has caused serious environmental damage, accelerating the desertification process in the biome. In addition, this biome is poorly protected, with less than 1% of its area represented in strict protected areas (Leal et al. 2005).

Mesoclemmys tuberculata is consumed by human populations in the semi-arid regions of northeastern Brazil (Barbosa et al. 2007; Alves 2009; Barbosa and Barbosa 2011; Alves et al. 2012; Mendonça et al. 2014; Moura et al. 2014) and is also used in popular medicines in the treatment of diseases such as rheumatism, thrombosis, bronchitis, diarrhea, bleeding, asthma, sore throat, and hoarseness (Marques 1995; Costa-Neto 1996; Alves 2009; Alves et al. 2012; Mendonça et al. 2014). When incidentally captured in fishnets, it can be used as a food resource, as a medicine, or can be sold as a pet, but it is often discarded by local people (Alves et al. 2012; Mendonça et al. 2014).

Conservation Measures Taken. — The species is not listed on the IUCN Red List or CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) nor on the Brazilian National List of Endangered Species, where it is considered as Least Concern. It was assessed as Least Concern by the IUCN SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group in 1996, and Data Deficient in 2011 (TTWG 2011).

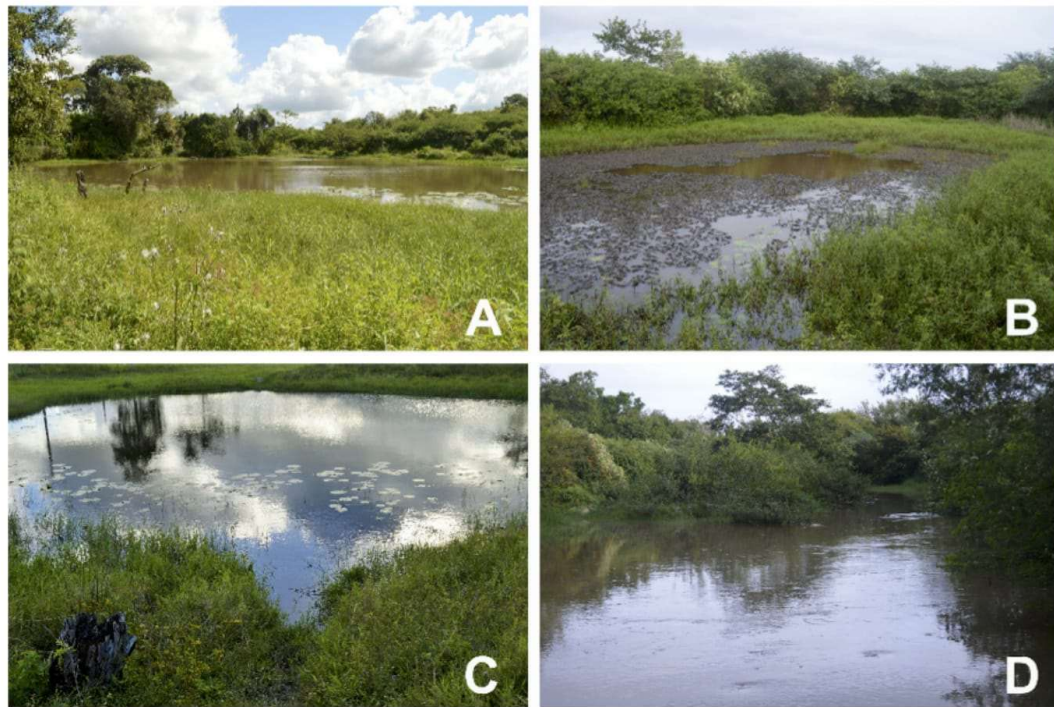


Figure 6. Habitats used by *Mesoclemmys tuberculata*. (A) Larger water body in the Atlantic Forest, Itabaiana, Sergipe, Brazil; (B) temporary lake with aquatic vegetation; (C) perennial lake; and (D) temporary streams in the Caatinga, Tobias Barreto, Sergipe, Brazil. Photos by Daniel O. Santana.

The species occurs in several protected areas in Brazil, including Parque Nacional de Ubajara, Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra Grande, Área de Proteção Ambiental do Complexo do Planalto da Ibiapaba and Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe in Ceará (Loebmann and Haddad 2010; Moura et al. 2015), Parque Nacional Serra da Capivara in Piauí (Cavalcanti et al. 2014), Monumento Natural do São Francisco in Bahia, Sergipe and Alagoas (Santos et al. 2008), Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, Monumento Natural Grota do Angico, Parque Nacional Serra de Itabaiana in Sergipe (Morato et al. 2011; Santana et al. 2015), Refúgio de Vida Silvestre Mata do Camucim, Refúgio de Vida Silvestre Mata do Toró, and Estação Ecológica do Tapacurá in Pernambuco (Moura et al. 2011), and Estação Ecológica do Seridó in Rio Grande do Norte (Caldas et al. 2016). These areas are relatively small compared to the species' overall distribution; however, there are a significant number of conservation areas that provide protection to its populations, and the species probably also inhabits other unsampled protected areas.

Conservation Measures Proposed. — No specific conservation measures are considered immediately necessary, but the lack of adequate population status and life history studies for the species is a major limitation for proposing po-

tential conservation measures for *M. tuberculata*. Therefore, there is a need for long-term ecological studies to evaluate its population status and possible threats.

Captive Husbandry. — Reproductive data for *M. tuberculata* are from captivity at the São Paulo Zoo (Corazza and Molina 2004b), where a group of adults was kept in natural air temperatures between 6 and 35°C with water temperatures between 20 and 28°C. Adults were fed mainly with red meat, fish, bone meal and, sporadically, flour beetle larvae and newborn mice. Mating was observed on several occasions, from January to October, and a single egg was recorded in October. Marques (2009) evaluated captive behavior of *M. tuberculata*, observing three individuals (two males and one female) kept in a small artificial pond with a fallen trunk and two artificial terrestrial shelters. The males spent most of their time using the shelters, while the female demonstrated territorial behavior and spent most of its time in the pond. The species was noted by Alves et al. (2012) to be used as a pet in the semiarid region of northeast Brazil, but no detailed information was provided.

Current Research. — Santana and collaborators are analyzing population structure, reproduction, morphometric aspects, diet, and parasites of *M. tuberculata* in the Caatinga and Atlantic Forest areas of Sergipe. Moura and collaborators

are studying ecology, demography, parasites, morphometric aspects, home range, and genetic heterogeneity in freshwater turtles, including *M. tuberculata*, in Pernambuco and Alagoas. However, further research is needed to investigate basic biological aspects of this species, mainly in natural environments.

Acknowledgments. — Santana is supported by a fellowship from The Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Marques is supported by a fellowship from São Paulo Science Foundation [grant 2013/11032-0, São Paulo Research Foundation (FAPESP)]. Santana thanks CNPq for his research fellowship.

LITERATURE CITED

- ALVES, R.R.N. 2009. Fauna used in popular medicine in Northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5:1–30.
- ALVES, R.R.N., PEREIRA FILHO, G.A., VIEIRA, K.S., SOUTO, W.M.S., MENDONÇA, L. E. T., MONTENEGRO, P.F.G.P., ALMEIDA, W.O., AND VIEIRA, W.L.S. 2012. A zoological catalogue of hunted reptiles in the semiarid region of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8:1–29.
- BARBOSA, A.R., NISHIDA, A.K., COSTA, E.S., AND CAZÉ, A.L.R. 2007. Abordagem etnoherpetológica de São José da Mata – Paraíba – Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 7(2):117–123.
- BARBOSA, J.A.A. AND BARBOSA, R.K.V.C. 2011. Percepção de moradores do semi-árido paraibano sobre a diversidade e relevância da fauna em duas comunidades rurais. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 11(1):123–133.
- BARRETO, L., RIBEIRO, L.E.S., RIBEIRO, A.B.N., AZEVEDO, R.R., TAVARES, D.L., ABREU, J.M.S., AND CUTRIM, N.B. 2010. Mapeamento de áreas de ocorrência e aspectos de conservação de tartarugas (Chelonina) de água doce no Estado do Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 23(1):49–56.
- BATISTELLA, A., PÖTTER, C., BARRETO, L., AND VOGT, R. 2008. Geographic distribution: *Mesoclemmys tuberculata*. *Herpetological Review* 39(1):107–108.
- BERRY, J.F. AND SHINE, R. 1980. Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). *Oecologia* 44(2):185–191.
- BONIN, F., DEVAUX, B., AND DUPRÉ, A. 2006. *Turtles of the World*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 416 pp.
- BOUR, R. 1973. Contribution à la connaissance de *Phrynops nasutus* (Schweigger: 1812) et *Phrynops tuberculatus* (Luederwaldt: 1926). Description d'une nouvelle sous-espèce originaire du Paraguay, *Phrynops tuberculatus vanderhaegei* (Testudinata – Pleurodira – Chelidae). *Bulletin de la Société Zoologique de France* 98(1):175–190.
- BOUR, R. AND PAULER, I. 1987. Identité de *Phrynops vanderhaegei* Bour 1973 et des espèces affines. *Mésogée* 47:3–23.
- BOUR, R. AND ZAHER, H. 2005. A new species of *Mesoclemmys*, from the open formations of northeastern Brazil (Chelonii, Chelidae). *Papeis Avulsos de Zoologia* 45:295–311.
- BRITO, E.S., STRÜSSMANN, C., AND BAICERE -SILVA, C.M. 2009. Courtship behavior of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines: Chelidae) under natural conditions in the Brazilian Cerrado. *Herpetology Notes* 2:67–72.
- BRITO, E.S., STRÜSSMANN, C., KAWASHITA-RIBEIRO, R.A., MORAIS, D.H., ÁVILA, R.W., AND CAMPOS, V.A. 2012. New records and distribution extensions of three species of *Mesoclemmys* Gray, 1863 (Testudines: Chelidae) in Mato Grosso state, Brazil, with observations on terrestrial movements. *Check List* 8(2):294–297.
- BUHLMANN, K.A., AKRE, T.S.B., IVERSON, J.B., KARAPATAKIS, D., MITTERMEIER, R.A., GEORGES, A., RHODIN, A.G.J., VAN DIJK, P.P., AND GIBBONS, J.W. 2009. A global analysis of tortoise and freshwater turtle distributions with identification of priority conservation areas. *Chelonian Conservation and Biology* 8(2):116–149.
- BUJES, C.S. 2010. Os Testudines continentais do Rio Grande do Sul, Brasil: taxonomia, história natural e conservação. *Iheringia Zoologia* 100(4):413–424.
- CALDAS, F.L.S., COSTA, T.B., LARANJEIRAS, D.O., MESQUITA, D.O., AND GARDA, A.A. 2016. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga V: Seridó Ecological Station (Rio Grande do Norte, Brazil). *Check List* 12(4):1929.
- CAVALCANTI, L.B.Q., COSTA, T.B., COLLI, G.R., COSTA, G.C., FRANÇA, F.G.R., MESQUITA, D.O., PALMEIRA, C.N.S., PELEGRI, N., SOARES, A.H.B., TUCKER, D.B., AND GARDA, A.A. 2014. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List* 10(1):18–27.
- CHINEN, S., LISBOA, C.S., AND MOLINA, F.B. 2004. Biologia reprodutiva de *Hydromedusa tectifera* em cativeiro (Testudines, Chelidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 71:401–403.
- CORAZZA, S.S. AND MOLINA, F.B. 2004a. Biologia reprodutiva e conservação *ex-situ* de *Bufocephala vanderhaegei* (Testudines, Chelidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 71:407–409.
- CORAZZA, S.S. AND MOLINA, F.B. 2004b. Biologia reprodutiva e conservação *ex-situ* de *Batrachemys tuberculata* (Testudines, Chelidae): primeiras observações. *Arquivos do Instituto Biológico* 71:410–412.
- COSTA, H.C. AND BERNILS, R.S. 2014. Répteis brasileiros: lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* 3(3):74–84.
- COSTA-NETO, E.M. 1996. Faunistic resources used as medicines by an Afro-Brazilian community from Chapada Diamantina National Park, State of Bahia-Brazil. *Sitientibus* 15:211–219.
- ERNST, C.H. AND BARBOUR, R.W. 1989. *Turtles of the World*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 313 pp.
- FORERO-MEDINA, G., CASTAÑO-MORA, O.V., CÁRDENAS-AREVALO, G., AND MEDINA-RANGEL, G.F. 2013. *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. n: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. *Chelonian Research Monographs* 5(1):069.1–8.
- FREIBERG, M.A. 1981. *Turtles of South America*. Neptune, NJ: T.F.H. Publications, 125 pp.
- FRÖES, O.M. 1957. Notas quelonológicas. I) Atualização da nomenclatura dos quelônios brasileiros. *Inheringia Zoologia* 2:1–24.
- GIBBONS, J.W. AND LOVICH, J.E. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs* 4:1–29.
- IVERSON, J.B. 1992. A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. Richmond, IN: Privately Printed, 363 pp.
- KING, F.W. AND BURKE, R.L. 1989. *Crocodylian, Tuatara, and Turtle Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Washington, DC: The Association of Systematics Collections, 216 pp.
- KRAMER, M. 1995. Home range of the Florida red-bellied turtle (*Pseudemys nelsoni*) in a Florida Spring Run. *Copeia* 1995(4):883–890.
- LEAL, I.R., SILVA, J.M.C., TABARELLI, M., AND LACHER JR., T.E. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. *Conservation Biology* 19(3):701–706.

- LINS, E., MARTINS SOBRINHO, P.M., AND MOURA, G.J.B. 2015. Testudines da Reserva Madeiras. In: Moura, G.J.B., Nogueira, E.M.S., and Costa Neto, E.M. (Org.). Anfíbios e Répteis da Reserva Madeiras, Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil (Vol. 5). UEFS, pp. 91–102.
- LOEBMANN, D. AND 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.
- LOEBMANN, D., MAI, A.C.G., AND GARCIA, A.M. 2006. Reptilia, Chelidae, *Mesoclemmys tuberculata*: geographic distribution extension. *Check List* 2(1):32–33.
- LUEDEWALDT, H. 1926. Os chelonios brasileiros, com a lista das espécies do Museu Paulista. *Revista do Museu Paulista* 14:405–468.
- MARQUES, J.G.W. 1995. Pescando Pescadores: Etnoecologia Abrangente no Baixo São Francisco Alagoano. São Paulo: NUPAUB-USP, 285 pp.
- MARQUES, R.S. 2009. Comportamento em cativeiro de *Mesoclemmys tuberculata* (Testudines: Chelidae). *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, pp. 1–2.
- MARQUES, T.S., BOHM, S., BRITO, E.S., CABRERA, M.R., AND VERDADE, L.M. 2014. *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour 1973) – Vanderhaege's Toad-headed Turtle, Karumbé-hy. n. Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs* 5(7):083.1–8.
- MCCORD, W.P., JOSEPH-OUNI, M., AND LAMAR, W.W. 2001. A taxonomic reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Revista de Biología Tropical* 49(2):715–764.
- MENDONÇA, L.E.T., VIEIRA, W.L.S., AND ALVES, R.R.N. 2014. Caatinga ethnoherpetology: relationships between herpetofauna and people in a semiarid region of northeastern Brazil. *Amphibian and Reptile Conservation* 8(1):24–32.
- MERTENS, R. 1970. Zur Kenntnis von *Phrynops nasutus*. *Senckenbergiana Biologica* 51:17–20.
- MÉTRAILLER, S. 2006. Ecologie de la Platémyde à grosse tête (*Acanthochelys macrocephala*) au Paraguay. *Manouria* 9(33):26–32.
- MILAN, J.C. AND MELVIN, S.M. 2001. Density, habitat use, movements, and conservation of spotted turtles (*Clemmys guttata*) in Massachusetts. *Journal of Herpetology* 35(3):418–427.
- MIRANDA, A.F.J. AND SANTOS, E.M. 2008. Lista de serpentes e quelônios da Fazenda Saco – Serra Talhada/PE. Resumo em anexo de congresso, JEPEX, edição eletrônica, Recife-PE.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES-GIL, P., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J., AND FONSECA, G.A.B. 1999. Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. *Agrupación Serra Madre, SC, México: CEMEX*, 430 pp.
- MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., ROBLES-GIL, P., PILGRIM, J., FONSECA, G.A.B., BROOKS, T., AND KONSTANT, W.R. 2002. Wilderness: Earth's Last Wild Places. *Agrupación Serra Madre, SC, México: CEMEX*, 573 pp.
- MOLINA, F.B. 1996. Mating behavior of captive Geoffroy's sidenecked turtles, *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). *Herpetological Natural History* 4(2):155–160.
- MORATO, S.A.A., LIMA, A.M.X., STAUT, D.C.P., FARIA, R.G., SOUZA-ALVES, J.P., GOUVEIA, S.F., AND SCUPIN, M.R.C. 2011. Amphibians and reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List* 7(6):756–762.
- MOURA, C.C.M., MOURA, G.J.B., LISBOA, E.B.F., AND LUZ, V.L.F. 2014. Distribuição geográfica e considerações ecológicas sobre a fauna de Testudines da Região Nordeste do Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 14:1–20.
- MOURA, C.C.M., MOURA, G.J.B., CHAVES, L.D.S., MUNIZ, S.L.D.S., VEGA, E.S.F., AND JÚNIOR, V.E. 2015. Demography, sex ratio, and sexual dimorphism of Testudines in Araripe Bioregion, Ceará, Northeastern Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 11: art.141514.
- MOURA, G.J.B. 2010. Estrutura da comunidade de anuros e lagartos de remanescentes de mata atlântica, com considerações ecológicas e zoogeográficas sobre a herpetofauna do estado de Pernambuco, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba.
- MOURA, G.J.B., FREIRE, E.M.X., SANTOS, E.M., LINS, E., ANDRADE, E.V.E., AND CAVALCANTE, J.D. 2011. Distribuição geográfica e caracterização ecológicas dos répteis do Estado de Pernambuco. In: Moura, G.J.B., Santos, E.M., Oliveira, M.A.B., and Cabral, M.C.C. (Org.). *Herpetologia do Estado de Pernambuco* (Vol. 1). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, pp. 229–290.
- MOURA, G.J.B., SANTOS, E.M., AND FREIRE, E.M.X. 2012. Os saurópodes répteis da Estação Ecológica do Tapacurá. In: Moura, G.J.B., Azevedo Júnior, S.M., and El-Deir, A.C.A. (Org.). *A Biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá - Uma Proposta de Manejo e Conservação* (Vol. 1). Recife: UFRPE, pp. 273–324.
- MOURA, G.J.B., SANTOS, E.M., SOUSA, J.M., AND MARTINS-SOBRINHO, P.M. 2016. Mata Atlântica de Pernambuco: Herpetofauna ameaçada e estratégias de conservação. In: Feliz, C.A., Moura, G.J.B., Freitas, M.A., and Escarlate, F. (Eds.). *Plano de Ação Nacional para a conservação da herpetofauna ameaçada da Mata Atlântica Nordeste*. 1 ed. (Vol. único), pp. 128–172.
- NOVELLI, I.A. AND SOUZA, B.M. 2007. Análise descritiva do comportamento de corte e cópula de *Hydromedusa maximiliani* (Mikan, 1820) (Testudines, Chelidae) em laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia* 9:49–56.
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J., AND HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6):1141–1153.
- RODRIGUES, M.T. 2003. Herpetofauna da Caatinga. In: Leal, I.R., Tabarelli, M., and Silva, J.M.C.P. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Editora da UFPE, pp. 181–236.
- SANTANA, D.O., DE-CARVALHO, C.B., ROCHA, S.M., FREITAS, E.B., AND FARIA, R.G. 2014. *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines: Emydidae) recorded in an artificial pond in northeastern Brazil. *Herpetology Notes* 7:211–213.
- SANTANA, D.O., MARQUES, T.S., VIEIRA, G.H.C., FARIA, R.G., AND MESQUITA, D.O. 2015. Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes* 8:407–410.
- SANTOS, F.J.M., PEÑA, A.P., AND LUZ, V.L.F. 2008. Considerações biogeográficas sobre a herpetofauna do Submédio e da Foz do Rio São Francisco, Brasil. *Estudos, Goiânia* 35(1/2):59–78.
- SILVEIRA, A.L. AND VALINHAS, R. 2010. Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. *Biotemas* 23(4):157–161.
- SOUZA, F.L. 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa* 3(1):15–27.
- SOUZA, F.L. 2005. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista Española de Herpetología* 19:33–46.
- SOUZA, F.L. AND MARTINS, F.I. 2009. *Hydromedusa maximiliani* (Mikan 1825) – Maximilian's Snake-necked Turtle, Brazilian

- Snake-necked Turtle. n: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5(1):026.1–6.
- SOUZA, F.L., GIRALDELLI, G.R., AND MARTINS, T.A. 2006. Reproductive aspects of Brazilian side-necked-turtles (Chelidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 17(1):28–34.
- TABARELLI, M., PINTO, L.P., SILVA, J.M.C., HIROTA, M., AND BEDÉ, L. 2005. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19(3):695–700.
- TTWG (TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP) [VAN DIJK, P.P., IVERSON, J.B., SHAFFER, H.B., BOUR, R., AND RHODIN, A.G.J.]. 2011. Turtles of the world, 2011 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5(4):000.165–242.
- TTWG (TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP) [VAN DIJK, P.P., IVERSON, J.B., RHODIN, A.G.J., SHAFFER, H.B., AND BOUR, R.]. 2014. Turtles of the world, 7th edition: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution with maps, and conservation status. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5(7):000.329–479.
- VANZOLINI, P.E., RAMOS-COSTA, A.M.M., AND VITT, L.J. 1980. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro. Academia Brasileira de Ciências, 161 pp.
- VETTER, H. 2005. Turtles of the world. Vol 3. Central and South America: Edition Chimaira.
- VINKE, T. AND VINKE, S. 2008. Die Pantanal-Plattschildkröte, *Acanthochelys macrocephala*, erobert den Dornbuschtrockenwald. *Schildkröten im Fokus* 5(1):22–31.
- ZANGERL, R. AND MEDEM, F. 1958. A new species of chelid turtle, *Phrynops (Batrachemys) dahli*, from Colombia. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 119(5):373–390.

Citation Format for this Account:

- SANTANA, D.O., MARQUES, T.S., VIEIRA, G.H.C., MOURA, G.J.B., FARIA, R.G., AND MESQUITA, D.O. 2016. *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) – Tuberculate Toad-headed Turtle. In: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5(9):097.1–8. [doi:10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016; <http://www.iucn-tftsg.org/cbftt/>]

CAPÍTULO 6 – Hatchling morphology of the
Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys
tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern
Brazil (Testudines: Chelidae)



Manuscrito publicado na revista HERPETOLOGY NOTES em agosto de 2015.

Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae)

Daniel Oliveira Santana^{1,*}, Thiago Simon Marques², Gustavo Henrique Calazans Vieira¹, Renato Gomes Faria³
and Daniel Oliveira Mesquita¹

The tuberculate toad-headed turtle, *Mesoclemmys tuberculata* (Lüderwaldt, 1926), is a Neotropical freshwater turtle endemic to Brazil (Bérnills and Costa, 2012) which is widely distributed in the Northeast region, ranging from the inland northeastern semi-arid region in the Paraíba river to the Atlantic-Northeastern Orient and São Francisco basin (Souza, 2005). This species has been recorded in areas of Caatinga and Atlantic Forest (Souza, 2005; Batistella et al., 2008; Santos et al., 2008; Loebmann and Haddad, 2010; Morato et al., 2011; Loebmann et al., 2006), and recently was also recorded in the Cerrado biome, in the north of Minas Gerais State, Brazil (Silveira and Valinhas, 2010).

Despite its wide distribution, the biology of *M. tuberculata* is poorly known. Souza (2004) reported the lack of basic information about the biology of this species in a review on the activity patterns, reproduction and feeding ecology of the Brazilian freshwater turtles (Testudines, Chelidae). It is known that the mating behavior of *M. tuberculata* in captivity was more frequently observed between January and July (Corazza

and Molina, 2004), but there are no descriptions of the hatchlings in the literature. Therefore, the objective of this study was to describe the morphology and color pattern of a wild hatchling of *M. tuberculata* from the Atlantic Forest Region in northeastern Brazil.

During an investigation about the ecology of freshwater turtles in northeastern Brazil, we hand-captured one hatchling of *M. tuberculata* on 30 July 2014, close to a pond (Figure 1) in the buffer zone of the Serra de Itabaiana National Park, Itabaiana municipality, Sergipe State, Brazil (S 10°44.287', W 037°23.189', 250 m a.s.l.). We used a digital caliper (precision of 0.01 mm) to record the following straight measurements: carapace length, width and height, plastron length and width, bridge length and head width (between tympanums). Plastral formulae was determined by measurements of the intergular, humeral, pectoral, abdominal, femoral and anal ventral scutes. We also used a digital caliper to measure the distance of the suture of the ventral scutes, except for the intergular scute, for which we measured the mid-line (see McCord et al., 2001). Turtle weight was obtained using a Pesola spring scale (precision of 0.3 g). The hatchling was measured, photographed, collected, fixed in 10% formalin and preserved in 70% alcohol, and deposited in the Herpetological Collection of the Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB 13270), João Pessoa municipality, Paraíba State, Brazil.

The specimen captured presents morphological aspects and a color pattern that greatly differs from adults. The egg caruncle was absent and the umbilical scar was small and shallow, indicating that the hatchling was probably only a few weeks old. The turtle had a carapace length of 47.1 mm and the head width measured 15.1 mm (representing 32 % of carapace length). The plastral formulae of the hatchling was:

¹ Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, CEP 58059-900, João Pessoa – PB Brasil;

² Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, CEP 13416-000, Piracicaba, Brasil;

³ Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe. Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, CEP 49100-000. São Cristóvão, SE, Brazil.

* Corresponding author. Email: danielbioufs@yahoo.com.br

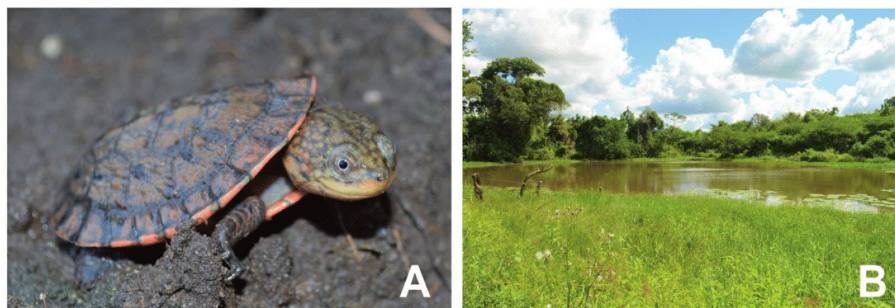


Figure 1. A) Hatchling of *Mesoclemmys tuberculata* and B) the pond where it was recorded in the buffer zone of Serra de Itabaiana National Park, in the municipality of Itabaiana, Sergipe State, Brazil. Photos by Daniel Oliveira Santana.

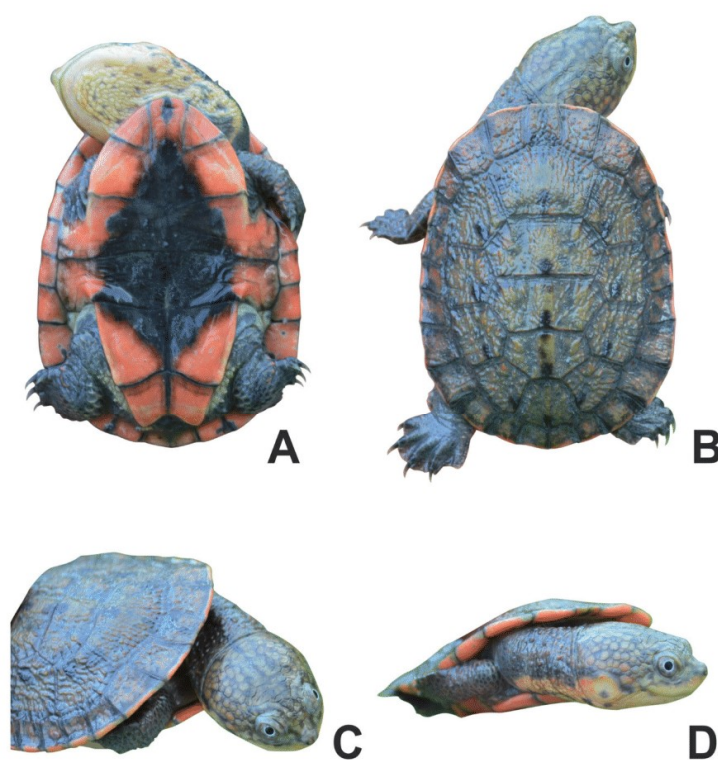


Figure 2. Hatchling of *Mesoclemmys tuberculata* from the buffer zone of Serra de Itabaiana National Park, in the municipality of Itabaiana, Sergipe State, Brazil; A) Ventral view; B) Dorsal view; C) Detail of the head dorsal surface; D) Detail of the tympanum in head side view. Photos by Daniel Oliveira Santana.

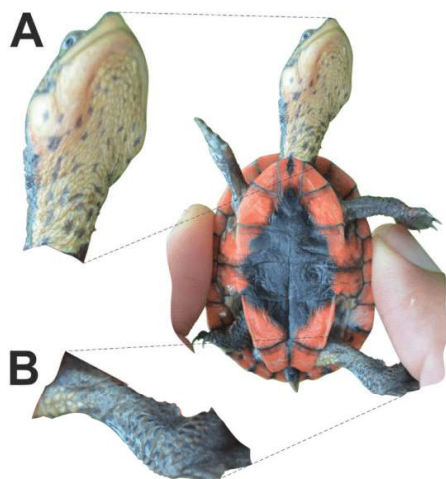


Figure 3. Hatchling of *Mesoclemmys tuberculata* from the buffer zone of Serra de Itabaiana National Park, in the municipality of Itabaiana, Sergipe State, Brazil; A) Detail of the head ventral surface; B) Detail of the hind limbs and tail with some orange spots. Photos by Daniel Oliveira Santana.

Table 1. Morphological measurements of *Mesoclemmys tuberculata* hatchling (CHUFPB 13270) from the buffer zone of Serra de Itabaiana National Park, in the municipality of Itabaiana, Sergipe State, Brazil, with proportions in relation to the length of the carapace (% CL).

Morphological traits	mm	% CL
Carapace length*	47.1	—
Carapace width*	35.7	0.75
Plastron length*	42.8	0.90
Plastron width*	28.9	0.61
Carapace height*	14.7	0.31
Bridge length*	11.1	0.23
Head width*	15.1	0.32
Carapace width/Head width*	3.11	—
Intergular ventral scute**	6.5	0.13
Humeral ventral scute**	7.2	0.15
Pectoral ventral scute**	5.8	0.12
Abdominal ventral scute**	7.0	0.14
Femoral ventral scute**	8.4	0.17
Anal ventral scute**	5.5	0.11
Weight (g)	14	—

* All the measurements (mm) listed in the table refer to straight measures.

** Sutures distances, except for intergular scute.

femoral > humeral > abdominal > intergular > pectoral > anal (Table 1). The carapace of the hatchling was oval with a maximum width measurement of 35.7 mm. In the carapace, there was a poorly developed median keel on the second, third and fourth vertebral scutes. The color of the carapace was dark brown, with grey and black spots, and an orange border (Figure 2).

The dorsal surface of the head was covered by brownish shields of different sizes. The tympanum was whitish, mottled with pale gray and orange coloration (Figure 2). The ventral surface of the head and neck was covered by small rounded shields. The throat and neck were whitish, slightly and irregularly mottled with grayish and orange spots. Two small barbels were attached to the chin. The plastron was mostly orange with a wide central black symmetrical patch, extending from the humeral to the femoral, and pointing over the intergular scute. Orange was the predominant color on the plastron bridges and ventral surfaces of the marginal scutes. The forelimbs and hind limbs were similar to those of adults, but with some orange spots in arms, thighs, legs, and tip of the tail (Figure 3).

Previous descriptions are not available for any hatchling of *M. tuberculata*, neither for captivity nor for wild individuals. The hatchling described herein represents the first detailed description of the morphology and color pattern of a hatchling of *M. tuberculata*, and also represents a new record for the minimum carapace length of *M. tuberculata* (47.1 mm). Likewise, Ferronato et al. (2010) described the hatchling morphology of the congener turtle *Mesoclemmys raniceps* in the Amazon basin, describing a minimum carapace length of 53.8 mm for that species. Moreover, the absence of museum records of hatchlings of *M. tuberculata* and the lack of basic information about its biology and natural history, emphasizes the need of more detailed ecological investigations of the early life stages of this species.

Acknowledgments. We thank the collaboration of the managers of the Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) and to the people of Parque dos Falcões in the buffer zones of PNSI. Special thanks to José Percilio, Alexandre Correia, Clenilton Andrade (Keninho) and Alcina Maria Mendonça Costa for their help in the collection of the specimen. To Mr. João Oliveira Santana, Helon Simões Oliveira and Dayvid Bruno dos Santos for their help in field activities, and to The Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for the fellowships granted to authors. The collection permit was granted by Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (permit # 38724-1). Thiago S. Marques is supported by a fellowship from São Paulo Science Foundation (FAPESP).

References

- Batistella, A., Pötter, C., Barreto, L., Vogt, R. (2008): Geographic distribution: *Mesoclemmys tuberculata*. *Herpetological Review* **39**: 107–108.
- Bérniles, R.S., Costa, H.C. (2012): Brazilian reptiles: List of species. Version 2012.2. Available at: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Last accessed on 15 August 2014.
- Corazza, S.S., Molina, F.B. (2004): Biología reproductiva e conservación ex-situ de *Bufocephala vanderhaegei* (Testudines, Chelidae). *Arquivos do Instituto Biológico* **71**: 1–749.
- Ferronato, B.O., Molina, F.B., Molina, F., Espinosa, R., Morales, V.R. (2010): Hatchling morphology of the Amazonian toad-headed turtle (*Mesoclemmys raniceps* [Gray 1855]) from Peruvian Tropical Andes (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes* **3**: 211–214.
- 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**: 227–256.
- Loebmann, D., Mai, A.C.G., Garcia, A.M. (2006): Reptilia, Chelidae, *Mesoclemmys tuberculata*: geographical distribution extension. *Check List* **2**: 32–33.
- McCord, W.P., Joseph-Ouni, M., Lamar, W.W. (2001): Taxonomic reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Revista de Biología Tropical* **49**: 715–764.
- Morato, S.A.A., Lima, A.M.X., Staut, D.C.P., Faria, R.G., Souza-Alves, J.P., Gouveia, S.F., Scupin, M.R.C. (2011): Amphibians and Reptiles of the Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, municipality of Capela, state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List* **7**: 756–762.
- Santos, F.J.M., Peña, A.P., Luz, V.L.F. (2008): Considerações Biogeográficas sobre a Herpetofauna do Submédio e da Foz do Rio São Francisco, Brasil. *Estudos* **35**: 59–78.
- Silveira, A.L., Valinhas, R.V. (2010): Primeiro registro de *Mesoclemmys tuberculata* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em área de Cerrado no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Biotemas* **23**: 157–161.
- Souza, F.L. (2004): Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa* **3**: 15–27.
- Souza, F.L. (2005): Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Revista Española de Herpetología* **19**: 33–46.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

As atividades acadêmicas durante o período de doutorado (2012-2016) possibilitaram uma produção científica (artigos completos e notas científicas) advindas dos resultados da tese e outras pesquisas paralelas, incluindo trabalhos iniciados anteriormente e finalizados após meu ingresso no PPGCB/UFPB, desenvolvidos em parceria com pesquisadores da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade de São Paulo (USP).

Publicações

2016

Caldas, F. L. S.; **Santana, D. O.**; Faria, R. G.; Bocchiglieri, A. & Mesquita, D. O. (2016). *Diploglossus lessonae* Peracca, 1890 (Squamata: Anguidae): new records from northeast Brazil and notes on distribution. *Check List*, 12(5): 1982. doi:10.15560/12.5.1982

Caldas, F. L. S.; Silva, B. D.; Santos, R. A.; De-Carvalho, C. B.; **Santana, D. O.**; Gomes, F. F. A. & Faria, R. G. (2016). Autoecology of *Phyllomedusa nordestina* (Anura: Hylidae) in areas of the Caatinga and Atlantic Forest in the State of Sergipe, Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 12(2): 271-285.

Santana, D. O.; Almeida, R. P. S.; Dias, E. J. R.; Caldas, F. L. S. & Faria, R. G. (2016). New records of *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel, 1867) (Anura: Hylidae) from Atlantic Forest in Sergipe state, Brazil. *Herpetology Notes*, 9: 255-260.

Santana, D. O.; Marques, T. S.; Vieira, G. H. C.; Moura, G. J. B.; Faria, R. G. & Mesquita, D. O. (2016). *Mesoclemmys tuberculata* (Luederwaldt 1926) -

Tuberculate Toad-headed Turtle. *Chelonian Research Monographs*, 5(9): 097.091–098. doi:10.3854/crm.5.097.tuberculata.v1.2016

2015

- Caldas, F. L. S.; **Santana, D. O.**; Santos, R. A.; Gomes, F. F. A.; Silva, B. D. & Faria, R. G. (2015). Atividade e uso do espaço de *Tropidurus semitaeniatus* (Iguania) em área de Mata Atlântica, Nordeste do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 10(2): 85-92. doi:10.4013/nbc.2015.102.04
- Gomes, F. F. A.; Caldas, F. L. S.; Santos, R. A.; Silva, B. D.; **Santana, D. O.**; Rocha, S. M.; Ferreira, A. S. & Faria, R. G. (2015). Patterns of space, time and trophic resource use by *Tropidurus hispidus* and *T. semitaeniatus* in an area of Caatinga, northeastern Brazil. *The Herpetological Journal*, 25(1): 27-39.
- Rocha, S. M.; **Santana, D. O.**; Silva, I. R. S. & Faria, R. G. (2015). Interspecific amplexus between *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824) and *Hypsiboas raniceps* Cope, 1862 (Anura: Hylidae) in northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 8: 213-215.
- Santana, D. O.**; De-Carvalho, C. B.; Freitas, E. B.; Nunes, G. S. S. & Faria, R. G. (2015). First record of *Siphonops paulensis* Boettger, 1892 (Gymnophiona: Siphonopidae) in the state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 11(1): 1531. doi:10.15560/11.1.1531
- Santana, D. O.**; Marques, T. S.; Vieira, G. H. C.; Faria, R. G. & Mesquita, D. O. (2015). Hatchling morphology of the Tuberculate Toadhead Turtle (*Mesoclemmys tuberculata* [Lüderwaldt, 1926]) from northeastern Brazil (Testudines: Chelidae). *Herpetology Notes*, 8: 407-410.

2014

- Amora, T. D.; Silva, A. O.; Conceição, B. M.; Hirakuri, V. L.; **Santana, D. O.** & Ferrari, S. F. (2014). Predation of *Phyllopezus pollicaris* by the common marmoset *Callithrix jacchus* in the Caatinga scrub of northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 7: 547-549.
- Santana, D. O.**; Caldas, F. L. S.; Gomes, F. F. A.; Santos, R. A.; Silva, B. D.; Rocha, S. M. & Faria, R. G. (2014). Aspectos da História Natural de *Tropidurus hispidus* (Squamata: Iguania: Tropiduridae) em área de Mata Atlântica, nordeste do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 9(1): 55-61. doi:10.4013/nbc.2014.91.07
- Santana, D. O.**; De-Carvalho, C. B.; Rocha, S. M.; Freitas, E. B. & Faria, R. G. (2014). *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835)(Testudines: Emydidae) recorded in an artificial pond in northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 7: 211-213.
- Santana, D. O.**; Faria, R. G.; Caldas, F. L. S. & De-Carvalho, C. B. (2014). *Ceratophrys joazeirensis* Mercadal, 1986 (Anura: Ceratophryidae): New state record. *Check List*, 10(2): 386-387.
- Santana, D. O.**; Franco, S. C.; Rocha, S. M.; Freitas, E. B.; De-Carvalho, C. B. & Faria, R. G. (2014). First record of *Pipa carvalhoi* (Miranda-Ribeiro, 1937)(Anura: Pipidae) in the state of Sergipe, northeastern Brazil. *Check List*, 10(2): 407-408.

2013

- Santana, D. O.**; Silva, M. J. M.; Bocchiglieri, A.; Pantaleão, S. M.; Faria, R. G.; Souza, B. B.; Rocha, S. M. & Lima, L. F. O. (2013). Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae,

Corbicula fluminea (Müller, 1774): First record for the Caatinga biome, northeastern Brazil. *Check List*, 9(5): 1072-1074.

2012

Andrade, S. G. M.; **Santana, D. O.** & Santana, T. B. K. (2012). A educação ambiental em empreendimentos rodoviários de grande porte: uma experiência em ambiente informal. *Educação Ambiental em Ação*, 41: 1-4.

Caldas, F. L. S.; Silva, B. D.; De-Carvalho, C. B.; Santos, R. A.; **Santana, D. O.**; Gomes, F. F. A. & Faria, R. G. (2012). *Phyllomedusa nordestina* (Northeast Orange-Legged Leaf Frog) Physical attack. *Herpetological Review*, 43(4): 635-635.

De-Carvalho, C. B.; Santos, R. A.; Rocha, S. M.; Caldas, F. L. S.; Freitas, E. B.; Silva, B. D.; **Santana, D. O.** & Faria, R. G. (2012). *Gymnodactylus geckoides* (Naked-toed Gecko): Predation. (Natural History Notes). *Herpetological Bulletin*, 121: 41-43.

Santana, D. O.; Rocha, S. M.; Silva, I. R. S. & Faria, R. G. (2012). Predation of *Leptodactylus latrans* (Anura, Leptodactylidae) and *Hypsiboas albomarginatus* (Anura, Hylidae) by *Leptodactylus vastus* (Anura, Leptodactylidae) in northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 5: 449-450.

Santos, R. A.; Santana, D. O.; Caldas, F. L. S. & Faria, R. G. (2012). *Tropidurus hygomi* (Reinhardt's lava lizard) Predation. *Herpetological Review*, 43(3): 490-491.