

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

CASTIELE HOLANDA BEZERRA

**PARASITAS DO LAGARTO EXÓTICO *Hemidactylus mabouia* (MOREAU
DE JONNÈS, 1818) (SQUAMATA, GEKKONIDAE): PADRÕES DE
INFECÇÃO E EFEITO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA NA SIMILARIDADE
DAS COMUNIDADES**

FORTALEZA

2014

CASTIELE HOLANDA BEZERRA

**PARASITAS DO LAGARTO EXÓTICO *Hemidactylus mabouia* (MOREAU
DE JONNÈS, 1818) (SQUAMATA, GEKKONIDAE): PADRÕES DE
INFECÇÃO E EFEITO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA NA SIMILARIDADE
DAS COMUNIDADES**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Área: Ecologia e Recursos Naturais.

Linha de Pesquisa: Ecologia Terrestre.

Projeto de Pesquisa: Ecologia e Biologia da Macrofauna.

Orientadora: Prof^a. Dra. Diva Maria Borges-Nojosa.

Co-orientador: Prof^o Dr. Luciano Alves dos Anjos

Co-orientador: Prof^o. Dr. David James Alexander Edward Harris

Fortaleza

2014

CASTIELE HOLANDA BEZERRA

**PARASITAS DO LAGARTO EXÓTICO *Hemidactylus mabouia* (MOREAU
DE JONNÈS, 1818) (SQUAMATA, GEKKONIDAE): PADRÕES DE
INFECÇÃO E EFEITO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA NA SIMILARIDADE
DAS COMUNIDADES**

Dissertação submetida à defesa no curso de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de mestre.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Diva Maria Borges-Nojosa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Adrian Antonio Garda
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila
Universidade Regional do Cariri - URCA

Profa. Dra. Carla Ferreira Rezende
Universidade Federal do Ceará – UFC (Suplente)

Agradecimentos

Agradeço à minha família, por todo apoio em toda minha história acadêmica, e por sempre me fazer lembrar o que verdadeiramente é importante na vida. O resto não merece tirar nossa paz de espírito.

Agradeço a todos que me ajudaram na realização deste trabalho, desde aos moradores e guardas que, mesmo parecendo loucura, ajudavam um grupo de jovens a caçar lagartixas no meio da madrugada. Obrigada também àqueles que não ajudaram, mas nos deixaram com boas histórias para contar, as quais envolviam foices, policiais e muita adrenalina.

Agradeço imensamente a Gabi, Luan e Djan pela indispensável ajuda nas coletas, triagem dos animais em laboratório e ajuda sempre que precisei. Sem vocês esse trabalho seria muito mais difícil (senão impossível). E, claro, por deixar as viagens tão mais divertidas e agradáveis, obrigada mesmo.

Agradeço à professora Diva, pela confiança em mim na realização desse trabalho e pelo apoio.

Agradeço ao professor Luciano, pela confiança, apoio, acolhimento e indispensável ajuda na identificação dos parasitas. Agradeço também ao Murilo Queiroz (Torto), pela grande ajuda na identificação dos parasitas.

Agradeço ao Amaurício e à Juliana, por nos acolherem em suas casas e ajudarem nas coletas. Vocês são demais! Ao Henrique, pelo suporte e ajuda nas coletas e pelas falas engraçadas durante as viagens. Agradeço também ao Ítalo e Tiê pela ajuda nas coletas iniciais. Ao Fabrício, por sempre me aconselhar em momentos de desespero e me ajudar sempre que precisei. À Roberta, por me encantar com seu amor aos parasitas. Agradeço a todos do Nurof-UFC por tornar meus dias mais alegres e os problemas menos importantes.

Agradeço ao Ivan, por ser um amigo tão prestativo e revisar o inglês tão prontamente.

Agradeço à Capes pela bolsa de estudo durante o período deste trabalho.

Resumo

As comunidades biológicas podem variar espacialmente seguindo uma relação de diminuição de similaridade conforme aumenta a distância entre elas. Apesar de os parasitas representarem bons modelos em estudos abordando riqueza e estrutura de comunidades biológicas, estudos sobre a dinâmica ecológica de populações e comunidades de parasitas ainda são bastante escassos. Nosso objetivo neste trabalho foi inventariar as comunidades de helmintos associados a diferentes populações do lagarto *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnés, 1818) no nordeste brasileiro, a fim de investigar as relações parasita-hospedeiro quanto aos padrões de infecção e testar se a similaridade entre as comunidades de parasitas diminui com o aumento da distância. Para isso, coletamos amostras de sete populações de *H. mabouia* no litoral do nordeste brasileiro, identificamos suas comunidades componentes de parasitas e relacionamos os padrões de infecção com as características do hospedeiro. Testamos também a relação da similaridade com a distância geográfica. A riqueza de parasitas varia entre as populações de *H. mabouia*, porém os padrões de infecção das espécies comuns a todas elas são similares. O número de espécies de parasitas, a intensidade e prevalência deles aumentam com o tamanho do hospedeiro, o que pode ser resultado do acúmulo de eventos de infecção ao longo da vida. Machos e fêmeas não diferiram quanto à intensidade e prevalência de infecção e isso deve ser reflexo da semelhança intersexual na dieta. O parasitismo pode ou não levar a uma diminuição do investimento reprodutivo das fêmeas em *H. mabouia*, o que pode indicar que nem todos os parasitas levam a uma diminuição significativa de energia do hospedeiro. Diferente do esperado, não encontramos uma relação de diminuição da similaridade com a distância entre as comunidades de parasitas das populações do hospedeiro, e isso pode ser explicada por fatores como as características do contato entre suas populações ou ainda as formas de transmissão da maioria das espécies parasitas.

Palavras-chave: modelo espécie-distância; padrões de infecção; ecologia parasitária.

Abstract

Biological communities can vary spatially according to a relationship of decay of similarity with increasing distance between them. Although parasites represent good models for studies about richness and structure of biological communities, studies about ecological dynamics of parasite populations and communities are still scarce. Our objective in this work was to report the helminth communities associated to different populations of the lizard *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) in Northeast Brazil, to investigate the host-parasite relationships regarding infection patterns and to test if the similarity among parasite communities decreased as distance increased. For this, we collected *H. mabouia* population samples from the Northeast coast of Brazil, identified their parasite component communities and related the infection patterns to host features. We also tested the distance decay similarity relationship. The parasite richness varies among *H. mabouia* populations, but the infection patterns of the common parasite species are similar. The parasite species number, intensity and prevalence increase with host size, and may be the result of infection events accumulation with time. Males and females do not differ concerning infection intensity and prevalence, and this may be the result of intersexual diet similarity. Parasitism may or may not lead to a decrease in reproductive investment in females *H. mabouia*, which may indicate that these parasites do not lead to a significant decrease of host energy. Unexpectedly, we find no distance decay similarity relation among parasite communities of host populations, what may be explained by factors such as characteristics of contact between host populations or the transmission mode of most parasite species.

Keywords: Species-distance model, infection patterns, parasite ecology.

Lista de Figuras

- Figura 1.1.** Mapa do nordeste brasileiro com os pontos marcando os locais de coletas dos lagartos. Locais: 1-Paulino Neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí. A margem inferior da figura mostra a longitude e a margem esquerda a latitude (Fonte: Programa R)..... 17
- Figura 1.2.** Curva de rarefação para as comunidades de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouiai* dos locais amostrados (1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí)..... 27
- Figura 1.3.** Gráficos de correlação entre as intensidades parasitárias dos dois taxa mais prevalentes e o tamanho dos indivíduos de todas as populações juntas. (a) Correlação entre a intensidade de *Parapharyngodon alvarengai* e o CRC (comprimento rostro-cloacal), (b) Correlação entre a intensidade de Digenea e o CRC (comprimento rostro-cloacal)..... 28
- Figura 1.4.** Efeito do tamanho (CRC, comprimento rostro-cloacal) sobre o número de espécies de parasitas abrigados no hospedeiro *H. mabouia*..... 28
- Figura 2.1.** Mapa do nordeste brasileiro com os pontos marcando os locais de coletas dos lagartos. Locais: 1-Paulino Neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí. A margem inferior da figura mostra a longitude e a margem esquerda a latitude (Fonte: Programa R)..... 40
- Figura 2.2.** Curva de rarefação para as comunidades de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouiai* dos locais amostrados (1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí).....46
- Figura 2.3.** Relação entre os Índices de Similaridade Qualitativa (a) e Quantitativa (b) de Sørensen e as distâncias lineares (em km) entre cada par de localidades..... 46
- Figura 2.4.** Agrupamento entre as comunidades de acordo com sua similaridade qualitativa (índice de Sørensen)..... 47

Lista de Tabelas

Tabela 1.1. Prevalência (P), intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro <i>Hemidactylus mabouia</i> . (E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado). Tipo de transmissão: direta (D), indireta (I). Locais de procedência: Icapuí (1), Aracati (2), Fortaleza (3), São Gonçalo (4), Acaraú (5), Parnaíba (6) e Paulino Neves (7).....	22
Tabela 1.2. Prevalência (P), intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro <i>Hemidactylus mabouia</i> , em cada local. (E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado).....	23
Tabela 1.3. Resultados esperados (E) e encontrados (S) da riqueza obtidos a partir dos testes de rarefação para cada local amostrado.....	24
Tabela 1.4. Resultados para cada população dos testes de Mann-Whitney entre os jovens e adultos quanto às intensidades de infecção dos dois taxa mais prevalentes.....	24
Tabela 1.5. Resultados para cada população das correlações entre o CRC e a intensidade de infecção dos dois taxa mais prevalentes.....	25
Tabela 1.6. Resultados para cada população dos Testes de Proporção entre jovens e adultos quanto à prevalência de infecção.....	25
Tabela 1.7. Resultado dos testes de correlação de Spearman entre o tamanho corporal (CRC) e o número de espécies de parasitas, em cada população e em todas juntas.....	25
Tabela 1.8. Resultados para cada população dos testes de Mann-Whitney entre machos e fêmeas quanto às intensidades de infecção dos dois taxa mais prevalentes.....	26
Tabela 1.9. Resultados para cada população dos Testes de Proporção entre machos e fêmeas quanto à prevalência de infecção.....	27

Lista de Tabelas

- Tabela 1.10.** Índices de discrepância (*D*) para os dois taxa mais prevalentes e abundantes, em cada local..... 27
- Tabela 2.1.** Tipo de transmissão: direta (D), indireta (I); locais de procedência: Icapuí (1), Aracati (2), Fortaleza (3), São Gonçalo (4), Acaraú (5), Parnaíba (6) e Paulino Neves (7); prevalência (P); intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro *Hemidactylus mabouia*: E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado..... 44
- Tabela 2.2.** Padrões de infecção e índices de diversidade das comunidades de parasitas entre as localidades. Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA)..... 44
- Tabela 2.3.** Índices de Similaridade Qualitativo (sem sobreamento) e Quantitativo (com sobreamento) de Sørensen entre as localidades (comunidades de parasitas). Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA)..... 45
- Tabela 2.4.** Distância linear (em km) entre cada localidade (comunidade de parasitas) amostrada. Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA)..... 45
- Tabela 2.5.** Resultados esperados (*E*) e encontrados (*S*) da riqueza obtidos a partir dos testes de rarefação para cada local amostrado..... 45

SUMÁRIO

Introdução Geral.....	10
Referências.....	12
Capítulo 1: Helmintos e pentastomídeos parasitas do lagarto exótico <i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata, Gekkonidae): como os padrões de infecção variam dentro e entre as populações e como afetam o <i>fitness</i> do hospedeiro.....	14
Introdução.....	14
Materiais e Métodos.....	16
Resultados.....	20
Discussão.....	29
Referências.....	31
Capítulo 2: Qual a influência da distância geográfica nas comunidades de parasitas do lagarto exótico <i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata, Gekkonidae)?.....	37
Introdução.....	37
Materiais e Métodos.....	39
Resultados.....	42
Discussão.....	48
Referências.....	50
Considerações finais e Perspectivas futuras.....	57

Introdução Geral

Uma questão importante dentro dos estudos ecológicos é conhecer os padrões e processos que influenciam a distribuição e a abundância dos organismos no espaço (Begon *et al.*, 2007). A relação espécie-área, um dos padrões mais antigos e gerais na natureza, descreve o aumento do número de espécies conforme o aumento da área amostrada (Lomolino, 2001) e pode ser considerada um bom modelo para quantificar a estrutura espacial das comunidades ecológicas. Esta relação espécie-área também representa um papel importante no âmbito teórico e da conservação, além de servir de base para diversas teorias e modelos de biodiversidade, como a relação espécie-distância (Pimm; Raven, 2000).

A relação espécie-distância descreve a diminuição da similaridade das comunidades biológicas com o aumento da distância entre elas (Ricklefs, 1987; Bell, 2001). A taxa de decaimento da similaridade entre comunidades biológicas pode estar correlacionada com características do ambiente (distância geográfica e características da paisagem) e com características dos organismos de estudo (amplitude de nicho e habilidade de dispersão) (Nekola; White, 1999). Porém, pode também ser apenas simples consequência de eventos acumulados ao longo do tempo e espaço (Hubbell, 2001).

Os parasitas são bons modelos para estudos que abordam riqueza e estrutura de comunidades biológicas, pois vivem em habitats discretos (os hospedeiros), bem delimitados e possuem diferentes níveis hierárquicos de organização (Poulin, 1997). Por isso, são usados em diversos trabalhos que investigam a similaridade das comunidades ao longo do espaço geográfico (Poulin, 2003).

Os parasitas constituem um grupo numericamente importante de organismos e estima-se que mais da metade das espécies do planeta sejam parasitas (Begon *et al.*, 2007). Eles são arbitrariamente distinguidos em microparasitas (pequenos, numerosos e normalmente intracelulares) e macroparasitas (maiores, em menor número e que vivem em cavidades ou sobre o corpo de animais ou intracelulares de vegetais) (May; Anderson, 1979).

Os vermes helmintos são os principais macroparasitas de animais. Existe também a classificação que distingue os parasitas de transmissão direta (onde são transmitidos diretamente de hospedeiro para hospedeiro) e os de transmissão indireta (que necessitam de um vetor e/ou hospedeiro intermediário para a transmissão).

Apesar de terem sido relativamente negligenciados pelos ecólogos, os parasitas estão progressivamente sendo reconhecidos como importantes participantes nas dinâmicas ecológica e evolutiva dos seus hospedeiros (Begon *et al.*, 2007; Poulin, 1997). Porém, estudos sobre a dinâmica ecológica de populações e comunidades de parasitas ainda são praticamente inexistentes na literatura (Poulin, 2006).

Diversos fatores influenciam a dinâmica e estrutura das comunidades de parasitas. Esses fatores podem estar relacionados ao ambiente (sazonalidade climática, heterogeneidade ambiental) ou aos hospedeiros (estrutura demográfica, dieta, comportamento) (Aho, 1990). Investigar como esses fatores influenciam os padrões de infecção torna-se importante na compreensão das características da ecologia e história natural dos hospedeiros.

Fatores intrínsecos dos hospedeiros influenciam os padrões de infecção ao afetar as chances de exposição aos parasitas. Diferenças de tamanho podem refletir diferenças ontogenéticas em dieta, habitat ou comportamento, gerando assim diferenças na exposição e infecção por parasitas. Indivíduos maiores proporcionam maior espaço para parasitas, abrigando maior número de espécies e em maior intensidade (Aho, 1990). A influência do sexo em aspectos de infecção por parasitas é variável. Diferenças sexuais quanto a infecções por parasitas podem ser reflexo das diferenças fisiológicas ou de história de vida entre machos e fêmeas (Vogel; Bundy, 1987; Zuk; McKean, 1996).

Tendo em mente a importância que os parasitas representam nas dinâmicas ecológica e evolutiva dos hospedeiros (Gregory; Keymer, 1989; Poulin, 1997), este trabalho teve o objetivo de investigar as relações entre parasitas (helmintos e pentastomídeos) e hospedeiro (*Hemidactylus mabouia*), conhecer as comunidades de parasitas em populações do hospedeiro no litoral

do nordeste brasileiro quanto à composição, padrões de infecção, influência do parasitismo no investimento reprodutivo e avaliando se a distância geográfica tem relação com a similaridade entre as comunidades de parasitas nessa espécie de hospedeiro.

Referências

- Aho, J.M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes, pp.157-195. In: Parasite communities: patterns and processes (Esch, G.W.; Busch, A.O.; Aho, J.M. eds.). New York: Chapman & Hall.
- Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos à ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed.
- Bell, G. 2001. Neutral macroecology. *Science*, 293:2413-2418.
- Gregory, R.D.; Keymer, A.E. 1989. The ecology of host-parasite interactions. *Science Progress*, 73:67-80.
- Hubbell, S.P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. New Jersey: Princeton University Press, 396p.
- Lomolino, M.V. 2001. The species-area relationship: new challenges for an old pattern. *Progress in Physical Geography*, 25:1-21.
- May, R.M.; Anderson, R.M. 1979. Population biology of infectious diseases. *Nature*, 260:455-461.
- Nekola, J.C.; White, P.S. 1999. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, 26:867-878.
- Pimm, S.; Raven, P. 2000. Extinction by numbers. *Nature*, 403:843-845.
- Poulin, R. 1997. Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28:341-358.

- Poulin, R. 2003. The decay of similarity with geographic distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, 30:1609-1615.
- Poulin, R. 2006. *Evolutionary ecology of parasites*. New Jersey: Princeton University Press, 332p.
- Ricklefs, R.E. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional process. *Science*, 235:167-171.
- Vogel, P.; Bundy, D.A.P. 1987. Helminth parasites of Jamaican anoles (Reptilia: Iguanidae): variation in prevalence and intensity with host age and sex in a population of *Anolis lineatopus*. *Parasitology*, 94:399-404.
- Zuk, M.; McKean, K. A. 1996. Sex differences in parasite infections: patterns and process. *International Journal of Parasitology*, 26: 1009-1024.

CAPÍTULO 1

Helminhos e pentastomídeos parasitas do lagarto exótico *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata, Gekkonidae): como os padrões de infecção variam dentro e entre as populações e como afetam o *fitness* do hospedeiro

1. Introdução

Tendo em vista o progressivo reconhecimento da importância dos parasitas nas dinâmicas ecológica e evolutiva dos hospedeiros (Gregory; Keymer, 1989; Poulin, 1997) torna-se importante compreender que fatores influenciam a dinâmica e a estrutura das comunidades parasitárias nos estudos sobre ecologia e história natural dos hospedeiros.

Diversos fatores influenciam a dinâmica e estrutura das comunidades de parasitas. Esses fatores podem estar relacionados ao ambiente (sazonalidade climática, heterogeneidade ambiental) ou aos hospedeiros (estrutura demográfica, dieta, comportamento) (Aho, 1990). Padrões de infecção podem ser influenciados por características abióticas locais e atributos físicos da paisagem (Pope *et al.*, 2005; Borer *et al.*, 2010), porém, em alguns sistemas, esses fatores podem ter menos influência que o contexto local de riqueza e composição da comunidade de hospedeiros (Moorer; Borer, 2012).

Apesar do aumento do número de trabalhos sobre helmintos parasitas de lagartos brasileiros (Ávila; Silva, 2010; Barreto-Lima *et al.*, 2011), o conhecimento acerca dos aspectos ecológicos da relação parasita-hospedeiro permanece escasso, pois a maioria desses trabalhos traz apenas listas das espécies que parasitam seus hospedeiros.

Os parasitos são tradicionalmente vistos como causadores de efeitos negativos na aptidão dos seus hospedeiros (Thomas *et al.*, 2010), pois utilizam seus nutrientes, o que pode ocasionar uma diminuição nos estoques de energia (Hawlena *et al.*, 2006) que seriam usados para diversos fins, tais como

crescimento e reprodução. Dessa forma, investigar a influência dos parasitas no sucesso reprodutivo de seus hospedeiros pode nos mostrar de que forma e em que intensidade os parasitos estão influenciando a dinâmica demográfica e a aptidão de seus hospedeiros.

Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnés, 1818) (Squamata, Gekkonidae) é uma espécie de lagarto com ampla distribuição na África (Carranza; Arnold, 2006), provável local de origem, e nas Américas (Vanzolini, 1978; Baldo *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2011), onde é exótico. No Brasil é bem estabelecido em ambientes antrópicos, mas também é encontrado em ambiente natural (Vanzolini *et al.*, 1980; Rocha *et al.*, 2011). Aspectos de sua ecologia têm sido elucidados (Vitt, 1995; Rocha; Anjos, 2007; Anjos; Rocha, 2008a, 2008b), assim como estudos sobre seus parasitas (Rodrigues, 1970; Martínez-Rivera *et al.*, 2003; Anjos *et al.*, 2005; Anjos *et al.*, 2008; Ávila; Silva, 2010). No entanto os estudos parasitários sobre essa espécie de lagarto enfocam principalmente a descrição da composição de espécies parasitas para populações isoladas. Estudos sobre a ecologia desta espécie descrevem *H. mabouia* como generalista e oportunista quanto a dieta, não diferindo entre machos e fêmeas (Bonfiglio *et al.*, 2006; Rocha; Anjos, 2007), o que pode ser reflexo da ausência de dimorfismo sexual com relação ao tamanho corporal (Anjos; Rocha, 2008b). *Hemidactylus mabouia*, por apresentar ampla distribuição geográfica, relativa abundância onde é registrado e ter vários aspectos ecológicos conhecidos, caracteriza-se como bom organismo modelo para estudos ecológicos.

Nosso objetivo foi investigar como os padrões de infecção variam quanto à ontogenia, entre os sexos e entre as diferentes populações do hospedeiro *H. mabouia*, bem como se o parasitismo afeta o investimento reprodutivo nas fêmeas dessa espécie.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

Realizamos as coletas dos animais em campo entre março e junho de 2013, nas áreas urbanas de sete cidades do litoral do nordeste brasileiro (figura 1.1). As cidades das coletas foram Icapuí, Aracati, São Gonçalo do Amarante, Fortaleza e Acaraú no estado do Ceará; Parnaíba no estado do Piauí e Paulino Neves no estado do Maranhão. Essas cidades fazem parte da unidade conhecida como Litoral Setentrional do Nordeste, abrangendo o litoral nordestino entre o Maranhão e a “curva do continente sul americano”, no Rio Grande do Norte, e possui um complexo vegetacional com registros de espécies de ampla distribuição ou restritas, que ocorrem na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Amazônica, em restingas e climas variando de sub-úmidos a semiáridos (Ab’Saber, 2001, 2006; Castro *et al.*, 2012). A pluviosidade anual média varia entre 986 a 1222 mm/ano e a temperatura média entre 26 a 27,5°C entre as cidades amostrados (Santos-Filho, 2009; Oliveira; Frota, 2011; Castro *et al.*, 2012), mostrando que os locais possuem condições climáticas semelhantes e que provavelmente tem pouca influência sobre a composição e abundância das comunidades de parasitas. Como forma de minimizar também o efeito das variações estacionais, realizamos todas as coletas na mesma estação climática, durante o período chuvoso, que é compreendido de janeiro a julho.

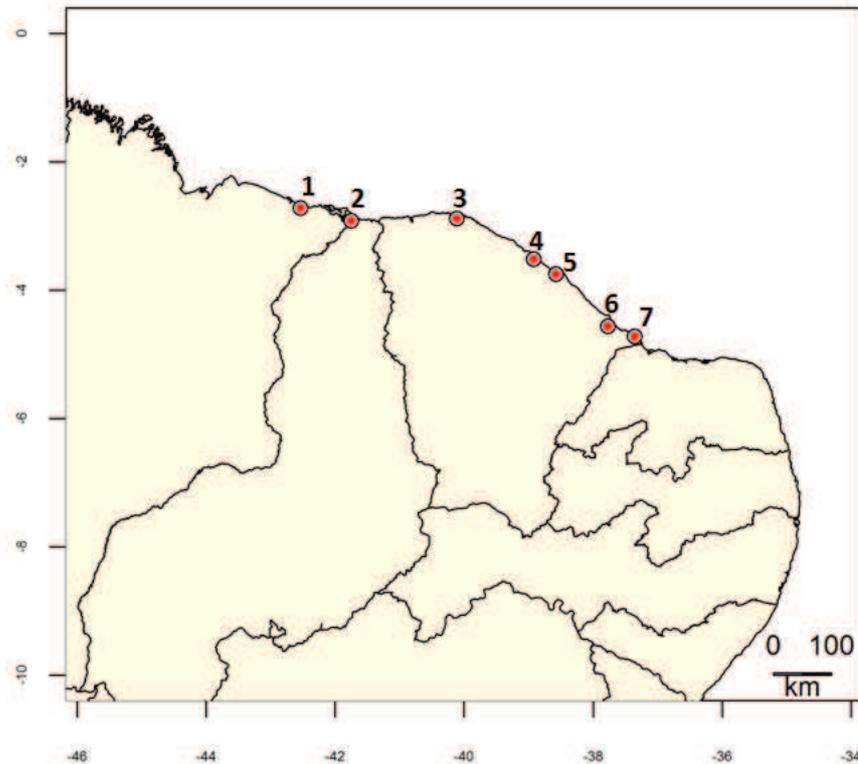


Figura 1.1. Mapa do nordeste brasileiro com os pontos marcando os locais de coletas dos lagartos. Locais: 1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí. A margem inferior da figura mostra a longitude e a margem esquerda a latitude (Fonte: Programa R).

2.2. Coletas e Procedimentos Laboratoriais

Realizamos as coletas sob licença nº 36614-3, concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Por se tratar de uma espécie que vive em ambientes urbanos (Vanzolini *et al.*, 1980; Rocha *et al.*, 2011), capturamos os lagartos nas edificações antrópicas das cidades, tanto em áreas mais centrais como em áreas mais na borda das cidades, entre o período de 18:00 às 05:00 horas, com auxílio de um elástico de silicone (garrote) ou manualmente. Após a coleta anestesiámos os animais com ketamina e eutanasiámos com cloreto de potássio (CFMV, 2002). Fixamos os lagartos com formaldeído seguindo os procedimentos segundo Auricchio; Salomão (2002) e depositamos na Coleção de Herpetologia do Núcleo Regional de Ofiologia da Universidade Federal do Ceará (CHUFC).

No laboratório, medimos os lagartos capturados em seu comprimento rostro-cloacal (CRC), que corresponde à distância entre a ponta do rostro e a borda anterior da cloaca, utilizando um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). Avaliamos os sexos dos indivíduos através da inspeção das gônadas e a separação entre jovens e adultos foi feita seguindo o trabalho de Anjos e Rocha (2008b), que define o menor tamanho de fêmea e macho maduros sexualmente para a espécie. Nós medimos a largura e o comprimento dos ovos completamente formados nas fêmeas que os possuíam em seus ovissacos, e a partir dessas medidas estimamos o volume de cada ovo com a fórmula $V = 4/3\pi \times (\text{comprimento}/2) \times (\text{largura}/2)^2$. O volume da ninhada foi determinado pela soma dos volumes dos ovos.

Para obtenção dos parasitas, dissecamos os animais, removemos os tratos gastrointestinais e analisamos seu conteúdo quanto à presença de helmintos. Inspeccionando também os órgãos (pulmões, fígado, vesícula biliar, gônadas) e a cavidade celomática. Removemos cuidadosamente os parasitas encontrados e condicionamos em etanol 70%. Identificamos os helmintos e pentastomídeos seguindo chaves de identificação e artigos (Yamaguti, 1961, 1971; Travassos *et al.* 1969; Vicente *et al.* 1993; Anderson *et al.* 2009) e posteriormente depositamos na Coleção Helmintológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu.

2.3. Análise dos Dados

A nomenclatura sobre ecologia parasitária (p. e. prevalência, intensidade, comunidade componente) seguiu Bush *et al.* (1997). Usamos a técnica de rarefação para testar se o esforço de amostragem em cada local poderia distorcer os resultados.

Calculamos o índice de discrepância (D) como sugerido por Poulin (1993), para os dois taxa mais prevalentes e abundantes em todas as localidades. Esse índice varia de zero ($D=0$), quando todos os hospedeiros abrigam o mesmo número de parasitas, a um ($D=1$), quando todos os parasitas são

encontrados em um único hospedeiro. Os índices foram calculados com o programa Quantitative Parasitology 3.0 (Rózsa *et al.*, 2000).

Analizamos as diferenças ontogenéticas nas intensidades de infecção de duas formas: através de uma correlação de Spearman entre o CRC dos lagartos e a intensidade de infecção dos dois parasitas mais abundantes nas populações estudadas e através do teste de Mann-Whitney, comparando as intensidades de infecção desses dois parasitas entre os indivíduos jovens e adultos. Diferenças ontogenéticas na prevalência geral de infecção foram testadas usando o Teste de Proporção entre os jovens e adultos infectados por pelo menos uma espécie de parasita. Fizemos também uma correlação de Spearman para testar o efeito do tamanho (CRC) do lagarto sobre o número de espécies de parasitas abrigados.

Diferenças sexuais nas intensidades de infecção foram analisadas através do teste de Mann-Whitney, comparando as intensidades de infecção dos dois taxa mais abundantes nas populações entre machos e fêmeas. Diferenças sexuais na prevalência de infecção foram analisadas usando o Teste de Proporção entre os machos e as fêmeas infectados por pelo menos uma espécie de parasita. Os machos e fêmeas usados aqui foram todos os indivíduos os quais conseguimos identificar o sexo, independente de considerados reprodutivos sexualmente.

Realizamos todas essas análises para cada população individual e para todas juntas, observando se os padrões encontrados para todos os indivíduos no geral se repetiam entre as populações individuais, podendo assim, afirmamos serem padrões de infecção parasitária gerais para a espécie.

Fizemos um teste de Kruskal-Wallis com a intensidade de infecção dos dois taxa mais abundantes e com a intensidade total entre os locais para avaliar se diferiam quanto aos padrões de intensidade parasitária.

Realizamos um teste t de Student para analisar diferenças quanto o volume dos ovos da mesma fêmea. Para testar o efeito da intensidade parasitária no volume da ninhada das fêmeas fizemos uma análise de modelo linear generalizado (GLM - *Generalized Linear Model*) com o volume da

ninhada como variável resposta e a intensidade de infecção e o tamanho (CRC) como variáveis preditoras, visto que tanto o volume da ninhada como a intensidade de infecção são correlacionadas com o tamanho do lagarto. A técnica de escolha do melhor modelo para explicação dos dados seguiu Crawley (2007). Fizemos essa análise testando a intensidade de infecção dos dois taxa mais prevalentes e com a intensidade total. Como o número de fêmeas com ovos formados foi baixo em todas as populações, fizemos essa análise juntando as fêmeas das diferentes localidades.

Para todas as análises estatísticas usamos o pressuposto de normalidade e intervalo de confiança de 95%. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2012).

3. Resultados

Coletamos 227 indivíduos de *H. mabouia*, e desse total, registramos uma espécie de pentastomídeo e nove espécies de helmintos, incluindo um acantocéfalo, dois trematódeos digenéticos, três cestódeos e três nematódeos (Tabela 1.1). Apesar de conseguirmos identificar duas espécies de trematódeos digenéticos, por causa de problemas metodológicos não foi possível a identificação da maioria dos espécimes, e por isso chamaremos o grupo apenas de Digenea. A espécie mais prevalente foi o nematódeo *Parapharyngodon alvarengai*, presente em 32,15% dos indivíduos, e o táxon mais abundante foi o grupo de trematódeos Digenea, com uma intensidade média de 9,3 parasitas por hospedeiro infectado, representando 63,9% de todos os espécimes de helmintos encontrados (Tabela 1.1). Esses dois taxa foram os únicos encontrados em todas as localidades, e por isso, usamos ambos para testar a influência das características dos hospedeiros nos padrões de infecção (Tabela 1.2).

O teste de rarefação para cada local amostrado estimou uma riqueza esperada menor que a riqueza encontrada (Tabela 1.3) o que nos indica que o esforço amostral não distorceu os resultados. Isso pode ser visualizado também no gráfico da curva de rarefação (Figura 1.2).

Jovens e adultos diferem quanto às intensidades de infecção, tanto de *P. alvarengai* ($W=9402$; $p<0,001$) quanto de *Digenea* ($W=9444$; $p<0,001$). Esses resultados se repetem em todas as populações (Tabela 1.4). Além disso, há uma correlação positiva entre o tamanho dos indivíduos (CRC) e a intensidade de infecção, tanto do nematódeo *P. alvarengai* ($r=0,503$; $p<0,001$) quanto do trematódeo *Digenea* ($r=0,593$; $p<0,001$) (Figura 1.3). Essa correlação foi encontrada em praticamente todas as populações estudadas (Tabela 1.5). A prevalência foi maior em adultos que em jovens ($X^2=71,02$; $p<0,001$), em todas as populações estudadas (Tabela 1.6). O número de espécies de parasitas também aumenta com o tamanho do lagarto ($r=0,67$; $p<0,001$) (Figura 1.4), em todas as populações (Tabela 1.7).

Machos e fêmeas não diferiram quanto às intensidades de infecção, tanto de *P. alvarengai* ($W=3220$; $p=0,58$) quanto de *Digenea* ($W=3024$; $p=0,21$), em nenhuma população avaliada (Tabela 1.8). Machos e fêmeas também não diferiram quanto à prevalência ($X^2=0,057$; $p=0,81$), em nenhuma população (Tabela 1.9).

A intensidade parasitária não diferiu entre as populações dos diferentes locais (Tabela 1.2), tanto quando testamos com os taxa mais abundantes (*P. alvarengai* ($X^2=6,41$; $p=0,37$) e *Digenea* ($X^2=11,07$; $p=0,08$)) quanto quando testamos com a intensidade total ($X^2=7,54$; $p=0,27$).

Os índices de discrepância (*D*) foram relativamente altos, para ambos os taxa, indicando agregação relativamente alta, e não tiveram grande variação entre as localidades, mostrando uma relação parasita-hospedeiro que se repete ao longo da distribuição geográfica (Tabela 1.10).

A ninhada de *H. mabouia* é fixa e composta de dois ovos (Vanzolini *et al.*, 1980). Dos animais que coletamos, sete das 23 fêmeas que possuíam ovos no ovisaco já haviam feito a postura de um deles (indicado pela cicatriz no ovisaco). Como não há diferença entre o volume dos ovos da mesma fêmea ($t=-0,1267$; $p=0,9$), atribuímos o volume do ovo já posto como sendo o mesmo do ovo que permaneceu na fêmea, para não distorcer os resultados. A análise de modelos mostrou que a intensidade de infecção não teve relação com o volume da ninhada quando testamos com a intensidade de *Digenea* ($t= -0,63$;

p=0,63) e intensidade total (t=-1,91; p=0,08), mas teve uma relação negativa quanto a intensidade de *Parapharyngodon alvarengai* (t=-2,87; p=0,009).

Tabela 1.1. Prevalência (P), intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro *Hemidactylus mabouia*. E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado, VB=vesícula biliar. Tipo de transmissão: direta (D), indireta (I). Locais de procedência: Locais: 1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí.

Espécie	Transmissão	Local	P (%)	IM \pm DP (amplitude)	SI
<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	D	Todos	32,15	2,43 \pm 2,15 (1-11)	IG,ID
Digenea (<i>Platynosomum sp.</i> e <i>Paradistomum sp.</i>)	I	Todos	31,71	9,4 \pm 11,78 (1-59)	VB,DB,IG,CC
<i>Physaloptera retusa</i>	I	1,3,4,5,7	6,16	3,21 \pm 4,21 (1-10)	E,ID,IG
<i>Skrjabinodon sp.</i>	D	5	1,32	11,33 \pm 1,19 (1-30)	IG
<i>Oochoristica sp.</i>	I	1,2,3,4,5,7	6,16	1,28 \pm 2,75 (1-5)	ID
Cestoda (larva)	I	3,5,6,7	2,2	6,4 \pm 8,53 (1-21)	CC,FI
Proteocephalidae	I	3	0,88	1 \pm 0 (1)	ID
Centrorhynchidae (larva)	I	1,2	1,76	3,75 \pm 1,7 (2-6)	CC
<i>Raillietiella frenatus</i>	I	1,3,5	3,96	3,33 \pm 3,5 (1-11)	PUL

Tabela 1.2. Prevalência (P), intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro *Hemidactylus mabouia*, em cada local. E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado, VB=vesícula biliar, DB=ducto biliar.

Local (n)	Espécie	P(%)	IM \pm DP (amplitude)	SI
Paulino Neves- MA (30)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	23,3	1,5 \pm 0,7 (1-3)	IG
	<i>Physaloptera retusa</i>	6,6	2 \pm 0 (2)	E, IG
	Digenea	46,6	12,5 \pm 14,1 (1-53)	VB, DB
	<i>Oochoristica sp.</i>	10	1 \pm 0 (1)	ID
	<i>Raillietiella frenatus</i>	20	4,5 \pm 3,8 (1-11)	PUL
	Centrorhynchidae (larva)	3,3	6	CC
Parnaíba-PI (30)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	30	1,6 \pm 1,1 (1-4)	IG, ID
	Digenea	26,6	7,3 \pm 11 (1-34)	VB, DB
	<i>Oochoristica sp.</i>	3,3	1	ID
	Centrorhynchidae (larva)	10	3 \pm 1 (2-4)	CC
Acaraú-CE (31)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	35,4	2,9 \pm 2,2 (1-8)	IG, ID
	<i>Physaloptera retusa</i>	6,4	2 \pm 1,4 (1-3)	E, IG
	Digenea	32,2	11,6 \pm 14 (1-50)	VB, DB, IG
	<i>Oochoristica sp.</i>	3,2	1 (1)	ID
	Proteocephalidae	6,4	1 \pm 0 (1)	ID
	<i>Raillietiella frenatus</i>	12,9	1,5 \pm 0,57 (1-2)	PUL
	Cestoda (larva plerocercóide)	3,2	21 (21)	CC
São Gonçalo do Amarante-CE (34)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	32,3	3,36 \pm 3,2 (1-11)	IG
	<i>Physaloptera retusa</i>	5,8	1 \pm 0 (1)	E, IG
	Digenea	29,4	5,2 \pm 2,78 (2-12)	VB, ID, CC
	<i>Oochoristica sp.</i>	11,7	2 \pm 2 (1-5)	ID
Fortaleza-CE (39)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	46,1	2,72 \pm 2,24 (1-10)	IG, ID
	<i>Skrjabinodon sp.</i>	7,6	11,33 \pm 16,19 (1-30)	IG
	<i>Physaloptera retusa</i>	5,1	2,5 \pm 0,7 (2-3)	IG
	Digenea	41	4,8 \pm 3,98 (1-12)	VB, DB
	<i>Oochoristica sp.</i>	7,6	1 \pm 0 (1)	ID
	Cestoda (larva plerocercóide)	2,5	7 (7)	FI
	<i>Raillietiella frenatus</i>	2,5	1 (1)	PUL

Local (n)	Espécie	P(%)	IM±DP (amplitude)	SI
Aracati-CE (31)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	29	1,7 ± 1,09 (1-4)	IG
	Digenea	35,4	16 ± 17,4 (1-59)	DB, VB
	Cestoda (larva plerocercóide)	6,4	1,5 ± 0,7 (1-2)	FI, CC
Icapuí-CE (32)	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	25	2,1 ± 2,4 (1-8)	IG
	<i>Physaloptera retusa</i>	21,8	4 ± 3,7 (1-10)	ID, E
	Digenea	15,6	3 ± 2 (1-6)	VB, DB
	<i>Oochoristica sp.</i>	6,2	1 ± 0 (1)	ID
	Cestoda (larva plerocercóide)	3,1	26	CC

Tabela 1.3. Resultados esperados (E) e encontrados (S) da riqueza obtidos a partir dos testes de rarefação para cada local amostrado.

	Riqueza Esperada (E)	Riqueza Encontrada (S)
P. Neves	3,9	6
Parnaíba	3,34	4
Acaraú	4,6	7
S. Gonçalo	3,77	4
Fortaleza	5,31	7
Aracati	2,35	3
Icapuí	4,59	5

Tabela 1.4. Resultados para cada população do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* dos testes de Mann-Whitney entre os jovens e adultos quanto às intensidades de infecção dos dois taxa de helmintos mais prevalentes, *Parapharyngodon alvarengai* e Digenea.

	<i>P. alvarengai</i>	Digenea
P. Neves	W=144, p=0,042	W=179, p=0,001
Parnaíba	W=176, p<0,001	W=152, p=0,009
Acaraú	W=148, p=0,035	W=155, p=0,011
S. Gonçalo	W=232, p<0,001	W=216, p=0,001
Fortaleza	W=190, p=0,044	W=207, p=0,007
Aracati	W=163, p=0,028	W=188, p=0,001
Icapuí	W=181, p=0,008	W=170, p=0,012

Tabela 1.5. Resultados para cada população do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* das correlações entre o CRC e a intensidade de infecção dos dois taxa de helmintos mais prevalentes, *Parapharyngodon alvarengai* e Digenea.

	<i>P. alvarengai</i>	Digenea
P. Neves	r=0,396, p=0,029	r=0,784, p<0,001
Parnaíba	r=0,701, p<0,001	r=0,582, p<0,001
Acaraú	r=0,283, p=0,120	r=0,470, p=0,007
S. Gonçalo	r=0,710, p<0,001	r=0,581, p<0,001
Fortaleza	r=0,514, p<0,001	r=0,659, p<0,001
Aracati	r=0,399, p=0,026	r=0,619, p<0,001
Icapuí	r=0,416, p=0,017	r=0,521, p=0,002

Tabela 1.6. Resultados para cada população do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* dos Testes de Proporção entre jovens e adultos quanto à prevalência geral de infecção.

	Resultado do Teste de Proporção
P. Neves	$X^2=5.36$, p=0.020
Parnaíba	$X^2=8.14$, p=0.004
Acaraú	$X^2=9,46$, p=0,002
S. Gonçalo	$X^2=11,9$, p<0,001
Fortaleza	$X^2=7,96$, p=0,004
Aracati	$X^2=7,24$, p=0,007
Icapuí	$X^2=6,03$, p=0,014

Tabela 1.7. Resultado dos testes de correlação de Spearman entre o tamanho corporal (CRC) e o número de espécies de parasitas, em cada população do hospedeiro *Hemidactylus mabouia*.

	Resultado do Teste de Correlação
P. Neves	r=0,729, p<0.001
Parnaíba	r=0,799, p<0.001
Acaraú	r=0,634, p<0.001
S. Gonçalo	r=0,726, p<0.001
Fortaleza	r=0,618, p<0.001
Aracati	r=0,599, p<0.001
Icapuí	r=0,499, p=0.004

Tabela 1.8. Resultados para cada população do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* dos testes de Mann-Whitney entre machos e fêmeas quanto às intensidades de infecção dos dois taxa de helmintos mais prevalentes, *Parapharyngodon alvarengai* e *Digenea*.

	<i>P. alvarengai</i>	<i>Digenea</i>
P. Neves	W=54,5, p=0,672	W=36,5, p=0,335
Parnaíba	W=46, p=0,501	W=45, p=0,443
Acaraú	W=46,5, p=0,482	W=52,5, p=0,773
S. Gonçalo	W=65,5, p=0,50	W=61,5, p=0,330
Fortaleza	W=140, p=0,496	W=133, p=0,711
Aracati	W=45, p=0,10	W=42, p=0,803
Icapuí	W=67,5, p=0,575	W=65, p=0,686

Tabela 1.9. Resultados para cada população dos Testes de Proporção entre machos e fêmeas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* quanto à prevalência geral de infecção.

Resultado do Teste de Proporção	
P. Neves	$X^2=0,06$, p=0,79
Parnaíba	$X^2=0$, p=1
Acaraú	$X^2=0,17$, p=0,67
S. Gonçalo	$X^2=0$, p=1
Fortaleza	$X^2=1,07$, p=0,29
Aracati	$X^2=0,37$, p=0,53
Icapuí	$X^2=0$, p=1

Tabela 1.10. Índices de discrepância (*D*) para os dois taxa de parasitas mais prevalentes e abundantes (*Parapharyngodon alvarengai* e Digenea) nas populações do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* em cada local.

Local	<i>P. alvarengai</i>	Digenea
P. Neves	0,795	0,752
Parnaíba	0,763	0,863
Acaraú	0,756	0,810
S. Gonçalo	0,799	0,774
Fortaleza	0,713	0,748
Aracati	0,770	0,801
Icapuí	0,829	0,867

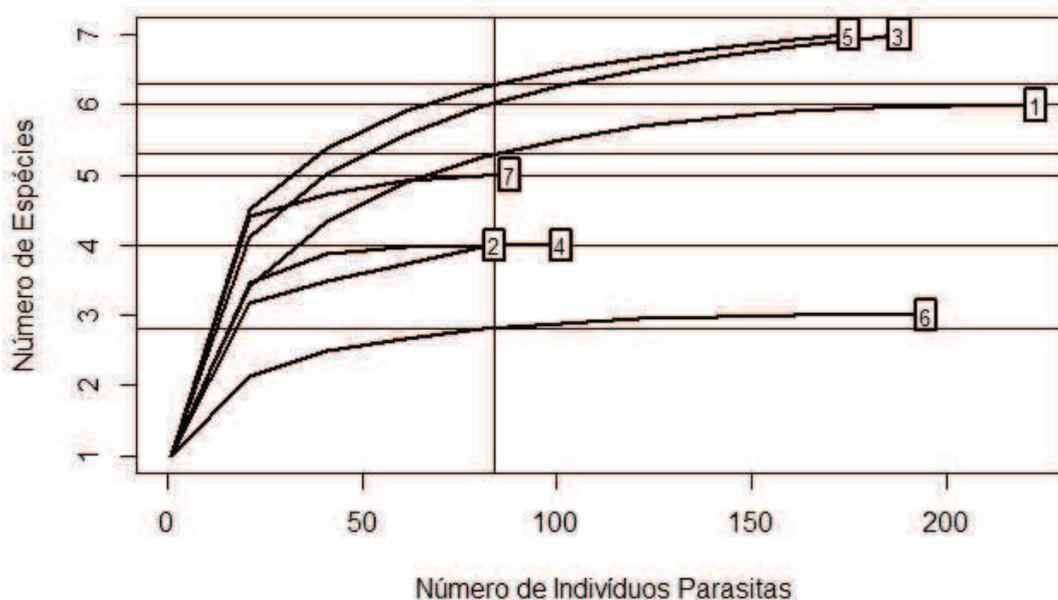


Figura 1.2. Curva de rarefação para as comunidades de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* dos locais amostrados (1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí).

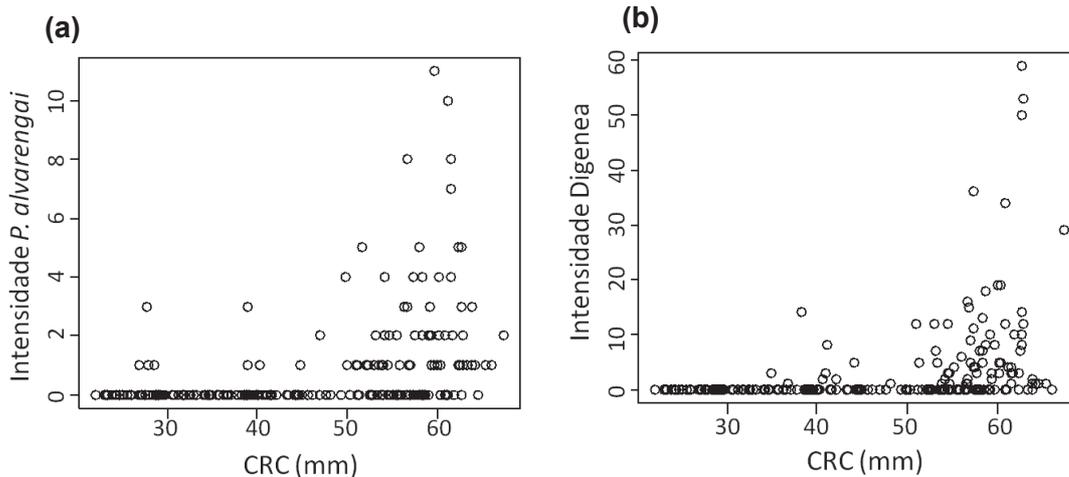


Figura 1.3. Gráficos de correlação entre as intensidades parasitárias dos dois taxa mais prevalentes (*Parapharyngodon alvarengai* e Digenea) e o tamanho dos indivíduos hospedeiros de todas as populações juntas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia*. (a) Correlação entre a intensidade de *Parapharyngodon alvarengai* e o CRC (comprimento rostro-cloacal), (b) Correlação entre a intensidade de Digenea e o CRC (comprimento rostro-cloacal).

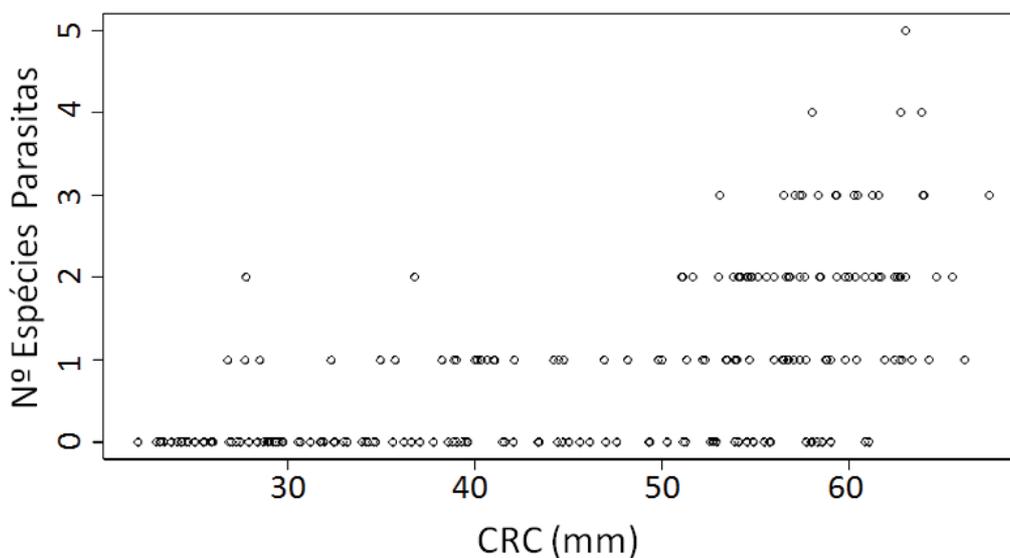


Figura 1.4. Efeito do tamanho (CRC, comprimento rostro-cloacal) sobre o número de espécies de parasitas abrigados no hospedeiro *H. mabouia*.

4. Discussão

Lagartos são hospedeiros de diversas espécies de parasitas (Ávila; Silva, 2010). As populações de *H. mabouia* investigadas aqui têm comunidades de parasitas que possuem de três a sete espécies. Gibb; Hochuli (2002) sugerem que predadores e parasitas são afetados mais fortemente com a fragmentação do habitat e ação humana que outros grupos tróficos (tais como produtores), o que pode explicar, por exemplo, a baixa riqueza da fauna de parasitas em animais que vivem em ambientes que sofrem implicações com as atividades humanas (Barreto-Lima *et al.*, 2011). Neste trabalho, algumas comunidades podem ser consideradas com baixa riqueza (como a comunidade de parasitas da população de Aracati, com apenas três espécies), porém outras tiveram uma riqueza relativamente alta (como Fortaleza, com sete espécies), o que pode indicar que o impacto das atividades humanas na diversidade das comunidades de parasitas pode variar em hospedeiros que são característicos por viverem em regiões antrópicas, como *H. mabouia*.

Igualmente em outras populações de *H. mabouia* e outras espécies de lagartos hospedeiros (Anjos *et al.*, 2005; Barreto-Lima *et al.* 2011), indivíduos maiores de *H. mabouia* apresentam uma maior intensidade de infecção. Diferenças de tamanho podem refletir diferenças ontogenéticas em dieta, habitat ou comportamento, gerando assim diferenças na exposição e infecção por parasitas (Aho, 1990). Indivíduos maiores, e conseqüentemente mais velhos, provavelmente tiveram maior contato com parasitas ao longo da vida, o que aumenta suas chances de ser parasitado (Poulin, 1997).

MacArthur; Wilson (1967), com a teoria de biogeografia de ilhas, propõem que ilhas maiores abrigam uma maior riqueza de espécies que ilhas menores. De forma semelhante, assumindo que um hospedeiro pode ser considerado uma 'ilha' para parasitas (Kuris *et al.*, 1980), hospedeiros maiores abrigam maior riqueza de espécies de parasitas que hospedeiros menores, como encontrado para *H. mabouia*, pois 'ilhas' (hospedeiros) maiores proporcionam maior espaço para parasitas, abrigando maior número de espécies e em maior intensidade como encontramos neste trabalho.

Diferenças sexuais quanto a infecções por parasitas podem ser reflexo das diferenças fisiológicas ou de história de vida entre machos e fêmeas (Vogel; Bundy, 1987; Zuk; McKean, 1996). Visto que muitos helmintos são transmitidos aos seus hospedeiros por meio da dieta, pode ser esperado então encontrar variação na composição da comunidade de helmintos bem como nos padrões de infecção entre os sexos em espécies que apresentem marcadas diferenças intraespecíficas no consumo de recursos, principalmente quando a maioria das espécies de parasitas tem modo de transmissão indireta, como é o caso de *H. mabouia*. Porém, as populações de *H. mabouia* investigadas aqui não apresentam diferenças sexuais relacionadas à dieta (Zanchi *et al.*, in prep.), nem relacionadas ao uso do habitat (Bezerra *et al.*, in prep.) e essa pode ser uma das explicações para a ausência de diferenças sexuais nos padrões de infecção.

Tais como outras interações entre espécies em sistemas ecológicos, as interações parasita-hospedeiro e os padrões espaciais de infecção são influenciadas pelo contexto da comunidade, por características da paisagem e por variáveis climáticas, tais como precipitação e temperatura (Borer *et al.*, 2010; Seabloom *et al.*, 2010). Dessa forma, a similaridade ambiental entre os locais de coleta das populações do hospedeiro *H. mabouia* pode explicar a ausência de diferenças nas intensidades de infecção e a relativa semelhança quanto aos índices de discrepância dos dois taxa de parasitas mais abundantes entre as populações do hospedeiro.

O parasitismo pode afetar negativamente a aptidão de seus hospedeiros de diversas maneiras, podendo, por exemplo, diminuir o investimento e sucesso reprodutivo dos mesmos (Møller, 1990; Bosch *et al.*, 2000). Nesse estudo a influência do parasitismo por Digenea pela intensidade total não influenciaram o volume da ninhada das fêmeas de *H. mabouia*, porém o parasitismo por *P. alvarengai* teve influência negativa. Dessa forma, em alguns casos, o parasitismo pode não levar necessariamente a uma significativa redução de energia neste hospedeiro, ou essa redução pode existir, de forma que não afeta o investimento reprodutivo nas fêmeas de *H. mabouia*. Sorci *et al.* (1996) também não encontrou um efeito negativo na reprodução e sobrevivência do lagarto *Lacerta vivipara* parasitado por hematozoa.

Igualmente a *H. mabouia*, *P. alvarengai* também negativamente associado ao investimento reprodutivo de fêmeas de *Tropidurus hispidus* em uma população no nordeste brasileiro (Galdino *et al.*, in prep.). Esses resultados indicam que provavelmente algumas espécies de parasitas não causem danos significativos em seus hospedeiros.

A diversidade de parasitas varia entre as populações de *H. mabouia*, mas os padrões de infecção das espécies comuns a todas elas e a relação com as características do hospedeiro não variam. O aumento do número de espécies, a intensidade e prevalência deles aumentam com o tamanho do hospedeiro, o que pode simplesmente ser resultado do acúmulo de eventos de infecção ao longo da vida. Machos e fêmeas não diferiram quanto à intensidade e prevalência de infecção e isso deve ser reflexo da semelhança intersexual na dieta. O nematódeo *P. alvarengai* teve uma influencia negativa no volume da ninhada das fêmeas de *H. mabouia*, contudo os trematódeos digenéticos não parecem influenciar no investimento reprodutivo das fêmeas dessa espécie. Com isso podemos supor que nem todas as espécies de parasitas causam reduções significativas de energia nos seus hospedeiros.

Referências

- Aho, J.M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes, pp.157-195. In: Parasite communities: patterns and processes (Esch, G.W.; Busch, A.O.; Aho, J.M. eds.). New York: Chapman & Hall.
- Ab'Sáber, A.N. 2001. Litoral do Brasil. São Paulo, Metalivros.
- Ab'Sáber, A.N. 2006. Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o pantanal mato-grossense: patrimônios básicos. Cotia, Ateliê Editorial.
- Anderson, R.C.; Chabaud, A.G.; Willmott, S. 2009. *Keys to the nematode parasites of vertebrates*. [Archival volume.] Wallingford (U.K.): CAB International, 463 p.

- Anjos, L.A.; Almeida, W.O.; Vasconcelos, A.; Freire, E.M.X.; Rocha, C.F.D. 2008. Pentastomids infecting an invader lizard, *Hemidactylus mabouia* (Gekkonidae) in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68:611-615.
- Anjos, L.A.; Rocha, C.F.D.; Vrcibradic, D.; Vicente, J.J. 2005. Helminths of the exotic lizard *Hemidactylus mabouia* from a rock outcrop area in southeastern Brazil. *Journal of Helminthology*, 79:307-313.
- Anjos, L.A.; Rocha, C.F.D. 2008(a). The *Hemidactylus mabouia* Moreau De Jonnès, 1818 (Gekkonidae) lizard: an invasive alien species broadly distributed in Brazil. *Natureza & Conservação*, 6:196-207.
- Anjos, L.A.; Rocha, C.F.D. 2008(b). Reproductive ecology of the invader species gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* in an area of southeastern Brazil. *Iheringia*, 98:205-209.
- Auricchio, P.; Salomão, M.G. 2002. Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos. São Paulo: Arujá: Instituto Pau Brasil de História Natural. 348p.
- Ávila, R.W.; Silva, R.J. 2010. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 16:543-572.
- Baldo, D.; Borteiro, C.; Brusquetti, F.; García, J.E.; Prigioni, C. 2008. Reptilia, Gekkonidae, *Hemidactylus mabouia*, *Tarentola mauritanica*: distribution extension and anthropogenic dispersal. *Check List*, 4:434-438.
- Barreto-Lima, A.F.; Toledo, G.M.; Anjos, L.A. 2011. The nematode community in the Atlantic rain Forest lizard *Enyalius perditus* Jackson, 1978 from south-eastern Brazil. *Journal of Helminthology*, 86:395-400.
- Bezerra, C.H.; Pinheiro, L.T.; Zanchi, D.; Melo, G.C.; Borges-Nojosa, D.M. Ontogenetic spatial differentiation in habitat use in lizard *Hemidactylus mabouia*. (in prep.).

- Bonfiglio, F.; Balestrin, R.L.; Cappellari, L.H. 2006. Diet of *Hemidactylus mabouia* (Sauria, Gekkonidae) in urban area of Southern Brazil. *Biociências*, 14:107-111.
- Borer, E.T.; Seabloom, E.W.; Mitchell, C.E.; Power, A.G. 2010. Local context drives infection of grasses by vectorborne generalist viruses. *Ecology Letters*, 13:810-818.
- Bosch, M.; Torres, J.; Figuerola, J. 2000. A helminth community in breeding Yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*): pattern of association and its effects on host fitness. *Canadian Journal of Zoology*, 78:777-786.
- 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*, 83:575-583.
- Carranza, S.; Arnold, A.N. 2006. Systematics, biogeography and evolution of *Hemidactylus* geckos (Reptilia, Gekkonidae) elucidated using mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38:531-545.
- Castro, A.S.F.; Moro, M.F.; Menezes, M.O.T. 2012. O complexo vegetacional da zona litorânea do Ceará. *Acta Botanica Brasilica*, 26:108-124.
- CFMV. 2002. Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução Nº 714, de 20 de junho de 2002. Dispõe sobre os procedimentos e métodos de eutanásia em animais e dá outras providências. Brasília.
- Crawley, M.J. 2007. *The R Book*. England: Wiley Publishing. 950p.
- Galdino, C.A.B.; Ávila, R.W.; Bezerra, C.H.; Passos, D.C.; Melo, G.C.; Zanchi, D. Helminths infection patterns in a lizard (*Tropidurus hispidus*) population from a semi-arid neotropical area: relationships between female reproductive allocation and parasite loads. *The Journal of Parasitology*.
- Gibb, H.; Hochuli, D.F. 2002. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation*, 106:91-100.

- Gregory, R.D.; Keymer, A.E. 1989. The ecology of host-parasite interactions. *Science Progress*, 73:67-80.
- Hawlena, H.; Khokhlova, I. S.; Abramsky, Z.; Krasnov, B. R. 2006. Age, intensity of infestation by flea parasites and body mass loss in a rodent host. *Parasitology*, 133:187-193.
- Kuris, A.M.; Blaustein, A.R.; Alió, J.J. 1980. Hosts as islands. *The American Naturalist*, 116:570-586.
- MacArthur, R.H.; Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Ed. Princeton.
- Martínez-Rivera, C.C.; Negrón, A.G.; Bertrand, M.; Acosta, J. 2003. *Hemidactylus mabouia* (Sauria: Gekkonidae), host of *Geckobia hemidactyli* (Actinedida: Pterygosomatidae), throughout the Caribbean and South America. *Caribbean Journal of Science*, 39:321-326.
- Møller, A.P. 1990. Effects of parasitism by a haematophagus mite on reproduction in the barn swallow. *Ecology*, 71:2345-2357.
- Moore, S.M.; Borer, E.T. 2012. The influence of host diversity and composition on epidemiological patterns at multiple spatial scales. *Ecology*, 93:1095-1105.
- Oliveira, W.R.; Frota, P.V. 2011. Caracterização sócioambiental do município de Tutóia – Maranhão. *Revista Geográfica de América Central*, 2:1-15.
- Pope, K.; Masuoka, P.; Rejmankova, E.; Grieco, J.; Johnson, S.; Roberts, D. 2005. Mosquito habitats, land use and malaria risk in Belize from satellite imagery. *Ecological Applications*, 15:1223-1232.
- Poulin, R. 1993. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, 23:937-944.

- Poulin, R. 1997. Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28:341-358.
- R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rocha, C.F.D.; Anjos, L.A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau De Jonnès, 1818 (Gekkonidae), living in a outcrop rocky area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67:485-491.
- Rocha, C.F.D.; Anjos, L.A.; Bergallo, H.G. 2011. Conquering Brazil: the invasion by the exotic gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* (Squamata) in Brazilian natural environments. *Zoologia*, 28:747-754.
- Rodrigues, H.O. 1970. Estudo da fauna helmintológica de *Hemidactylus mabouia* (Moreau De Jonnès) no Estado da Guanabara. *Atas da Sociedade Biologica do Rio de Janeiro*, 12:15-23.
- Rózsa, L.; Reiczigel, J.; Majoros, G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86:228-232.
- Santos-Filho, F.S. 2009. Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do estado do Piauí. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Seabloom, E. W.; Borer, E.T; Mitchell, C.E.; Power, A.G. 2010. Viral diversity and prevalence gradients in North American Pacific Coast grasslands. *Ecology*, 91:721-732.
- Sorci, G.; Clobert, J.; Michalakis, Y. 1996. Cost of reproduction and cost of parasitism in the common lizard *Lacerta vivipara*. *Oikos*, 76:121-130.
- Thomas, F.; Poulin, R.; Brodeur, J. 2010. Host manipulation by parasites: a multidimensional phenomenon. *Oikos*, 119: 1217-1223.

- Travassos, L.; Freitas, J.F.T.; Kohn, A. 1969. Trematodeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 67: 886 p.
- Vanzolini, P.E. 1978. On South American *Hemidactylus*. *Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo*, 31:307-343.
- Vanzolini, P.E.; Ramos-Costa, A.M.M. ; Vitt, L.J. 1980. *Répteis das caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- 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: 19-168.
- Vitt, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of Northeast of Brazil. *Occasional Papers of Oklahoma Museum of Natural History*, 1:1-29.
- Vogel, P.; Bundy, D.A.P. 1987. Helminth parasites of Jamaican anoles (Reptilia: Iguanidae): variation in prevalence and intensity with host age and sex in a population of *Anolis lineatopus*. *Parasitology*, 94:399-404.
- Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum - Nematodes. Vol. III. - Part I e II*. London: Interscience Publishers.1261p.
- Yamaguti, S. 1971. *Systema Helminthum - Trematodes. Vol. I*. London: Interscience Publishers. 1074p.
- Zanchi, D.; Bezerra, C.H.; Pinheiro, L.T.; Melo, G.C.; Borges-Nojosa, D.M. Spatial diet variation in lizard *Hemidactylus mabouia*. (in prep.)
- Zuk, M.; McKean, K. A. 1996. Sex differences in parasite infeccions: patterns and process. *International Journal of Parasitology*, 26: 1009-1024.

CAPÍTULO 2

Qual a influência da distância geográfica na similaridade das comunidades de parasitas do lagarto exótico *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata, Gekkonidae)?

1. Introdução

Entender os padrões de distribuição de indivíduos e espécies em múltiplas escalas espaciais é importante, pois fornece informações cruciais para descrever as forças que estruturam e mantêm a diversidade biológica (Harte *et al.*, 2005). Um padrão bem estabelecido em ecologia é a diminuição da similaridade entre as comunidades biológicas com o aumento da distância geográfica (Ricklefs, 1987; Nekola; White, 1999; Soininen *et al.*, 2007). Comunidades de parasitas constituem bons modelos para tais estudos, pois sua riqueza moderada de espécies em um habitat bem delimitado (os hospedeiros) permite que seja possível amostrar todas as espécies (Poulin, 2003).

Diversos trabalhos já foram realizados sobre a relação da distância na similaridade de comunidades de parasitas de diversos táxons de hospedeiros, tais como mamíferos (Poulin, 2003; Krasnov *et al.*, 2005; Brouat; Duplantier, 2007; Vinrski *et al.*, 2007), peixes (Poulin; Morand, 1999; Poulin, 2003; Karvonen; Valtonen, 2004, 2009; Fellis; Esch, 2005; Oliva; González, 2005), moluscos (Thieltges *et al.*, 2010) e aves (Locke *et al.*, 2011). Porém, para generalizações mais amplas, ainda permanece a necessidade de testar essa relação em muitos outros táxons, como por exemplo, em répteis.

Muitos fatores podem influenciar a relação de diminuição da similaridade com a distância, tais como tipo de habitat e habilidade de dispersão do hospedeiro (Poulin, 2003; Soininen *et al.*, 2007), ou pode ser apenas simples consequência de eventos acumulados ao longo do tempo e do espaço (Hubbell, 2001).

Ao contrário do que acontece em espécies de vida livre, a similaridade ambiental para parasitas envolve não somente o ambiente físico, mas também o ambiente resultante da composição de espécies da comunidade de hospedeiros (Vinarski *et al.*, 2007), ou ainda a variação geográfica intraespecífica nas respostas dos hospedeiros ao ataque dos parasitas (Ardia, 2005). Como regra geral, o potencial de dispersão dos parasitas é muito menor que o potencial de seus hospedeiros (Poulin, 2003), pois os parasitas são comumente dependentes de seus hospedeiros para dispersão. A similaridade das comunidades parasitárias entre as populações do hospedeiro também são influenciadas, entre outras coisas, pela habilidade de colonização dos parasitas e pela vagilidade e grau de conectividade entre as populações de hospedeiros, no presente ou como reflexo do passado (Brouat; Duplantier, 2007; Karvonen; Valtonen, 2009).

De forma geral, a similaridade da composição das comunidades de parasitas parece decair exponencialmente com o aumento da distância geográfica entre as populações dos hospedeiros. Porém, essa não é uma regra para todas as espécies, já que existe significativa variação temporal e espacial, bem como efeitos de curto prazo e processos locais que estão associados com a estrutura de comunidades de parasitas e que barram a generalidade de conclusões obtidas para sistemas individuais (Poulin, 2003; Karvonen; Valtonen, 2009).

Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnés, 1818) (Squamata, Gekkonidae) é uma espécie de lagarto com ampla distribuição na África (Carranza; Arnold, 2006), provável local de origem, e nas Américas (Vanzolini, 1978; Baldo *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2011), onde é exótico. No Brasil é bem estabelecido em ambientes antrópicos, mas também é encontrado em ambiente natural (Vanzolini *et al.*, 1980; Rocha *et al.*, 2011). Aspectos de sua ecologia têm sido bem elucidados (Vitt, 1995; Rocha; Anjos, 2007; Anjos; Rocha, 2008), assim como estudos sobre seus parasitas (Rodrigues, 1970; Martínez-Rivera *et al.*, 2003; Anjos *et al.*, 2005; Anjos *et al.*, 2008; Ávila; Silva, 2010). No entanto, os estudos parasitários sobre essa espécie de lagarto enfocam somente a descrição da composição de espécies parasitas para populações isoladas. Uma exceção é apresentada por Anjos *et al.* (2005), que

fazem uma comparação da comunidade de helmintos em uma população no estado de São Paulo, Brasil, com os parasitas dessa espécie no continente africano, a fim de investigar suas relações filogeográficas. *Hemidactylus mabouia*, por apresentar ampla distribuição geográfica, abundância relativa onde é registrado e ter vários aspectos ecológicos conhecidos (Rocha *et al.*, 2011), caracteriza-se como bom organismo modelo para estudos ecológicos.

Comunidades biológicas são mais semelhantes quanto menor for a distância entre elas e, por isso, esperamos encontrar uma relação negativa entre a similaridade das comunidades componentes de parasitas (helmintos e pentastomídeos) das populações do hospedeiro *H. mabouia* com a distância geográfica entre elas. O objetivo deste trabalho foi investigar como a distância geográfica influencia a similaridade das comunidades de parasitas (helmintos e pentastomídeos) do lagarto exótico *H. mabouia*.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

Realizamos as coletas dos animais em campo entre março e junho de 2013, nas áreas urbanas de sete cidades do litoral do nordeste brasileiro (Figura 2.1). As distâncias lineares entre os locais variam de 48 a 619 km (Tabela 2.5) e foram medidas com o programa Google Earth. As cidades de coleta foram Icapuí, Aracati, São Gonçalo do Amarante, Fortaleza e Acaraú no estado do Ceará; Parnaíba no estado do Piauí e Paulino Neves no estado do Maranhão. Essas cidades fazem parte da unidade conhecida como Litoral Setentrional do Nordeste Brasileiro, abrangendo o litoral nordestino entre o Maranhão e a “curva do continente sul americano”, no Rio Grande do Norte, que possui um complexo vegetacional com registros de espécies de ampla distribuição ou restritas, que ocorrem na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Amazônica, em restingas e climas variando de sub-úmidos a semiáridos (Ab’Saber, 2001, 2006; Castro *et al.*, 2012). A pluviosidade anual média varia entre 986 a 1222 mm/ano e a temperatura média entre 26 a 27,5°C entre todos os locais de coletas (Santos-Filho, 2009; Oliveira; Frota, 2011; Castro *et al.*

2012), mostrando que estes possuem condições climáticas semelhantes e que provavelmente não representam influencia para diferenciação na composição das comunidades de parasitas. Como forma de minimizar também o efeito das variações estacionais, realizamos todas as coletas na mesma estação climática, durante o período chuvoso, que é compreendido de janeiro a julho.

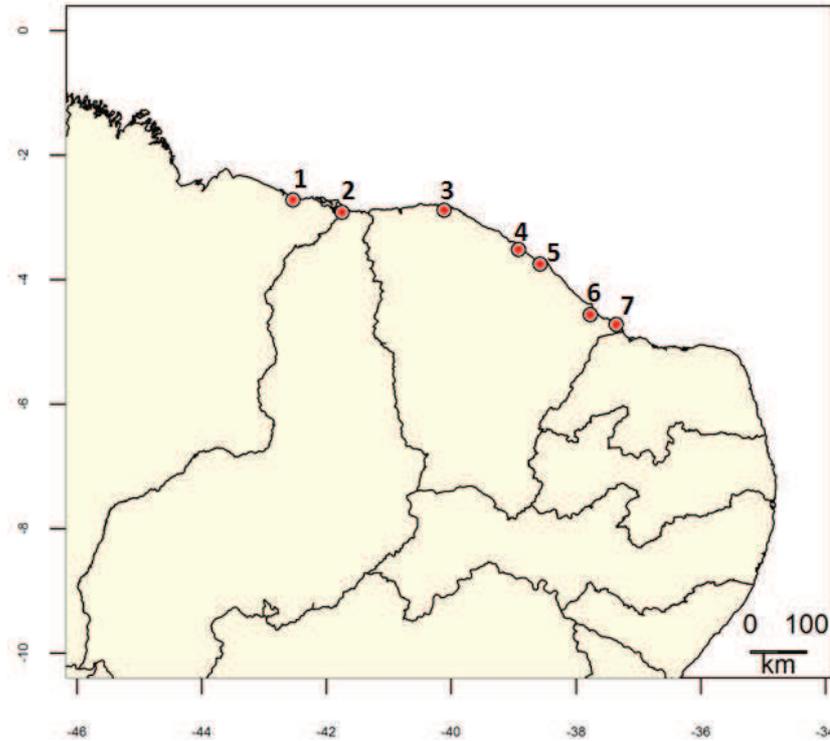


Figura 2.1. Mapa do nordeste brasileiro com os pontos marcando os locais de coletas dos lagartos. Locais: 1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí. A margem inferior da figura mostra a longitude e a margem esquerda a latitude (Fonte: Programa R).

2.2. Coletas e Procedimentos Laboratoriais

Realizamos as coletas sob licença nº 36614-3, concedida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Por se tratar de uma espécie que vive em ambientes urbanos (Vanzolini *et al.*, 1980; Rocha *et al.*, 2011), capturamos os lagartos nas edificações antrópicas das cidades, tanto em áreas mais centrais como em áreas mais na borda das cidades, entre o período de 18:00 às 05:00 horas, com auxílio de um elástico de silicone (garrote) ou manualmente. Após a coleta anestesiámos os animais com

ketamina e eutanasiámos com cloreto de potássio (CFMV, 2002). Fixámos os lagartos com formaldeído seguindo os procedimentos segundo Auricchio; Salomão (2002) e depositámos na Coleção de Herpetologia do Núcleo Regional de Ofiologia da Universidade Federal do Ceará (CHUFC).

Para obtenção dos parasitas, dissecámos os animais, removemos os tratos gastrointestinais e analisámos seu conteúdo quanto à presença de helmintos. Inspeccionámos também os órgãos (pulmões, fígado, vesícula biliar, gônadas) e a cavidade celomática. Removemos cuidadosamente os parasitas encontrados e condicionámos em etanol 70%. Identificámos os helmintos e pentastomídeos seguindo chaves de identificação e artigos (Yamaguti, 1961, 1971; Travassos *et al.* 1969; Vicente *et al.* 1993; Anderson *et al.* 2009) e posteriormente depositámos na Coleção Helmintológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, *campus* de Botucatu.

2.3. Análise dos Dados

A nomenclatura sobre ecologia parasitária (p. e. prevalência, intensidade, comunidade componente) seguiu Bush *et al.* (1997). Usámos a técnica de rarefação para testar se o esforço de amostragem em cada local poderia distorcer os resultados.

Calculámos a prevalência e a intensidade média de infecção para cada espécie de parasita com os hospedeiros de todas as localidades juntas. Calculámos também a prevalência geral, intensidade média total, riqueza total, diversidade total (índice de Shannon) e diversidade média (índice de Brillouin) por cada local. Os dois índices de diversidade foram calculados usando o programa Past3.

Determinámos a similaridade das comunidades de parasitas entre as populações do lagarto hospedeiro usando dois índices. O índice qualitativo de Sørensen foi usado para medir a similaridade na composição de espécies de parasitas, calculado da seguinte forma: $C_s = 2j / (a + b)$, onde 'j' é o número de espécies de parasitas comuns entre duas populações, e 'a' e 'b' são os números de espécies encontradas na primeira e na segunda população,

respectivamente (Magurran, 1988; 2011). Já o índice quantitativo de Sørensen foi usado para descrever a similaridade da abundância das espécies de parasitas entre as populações e é calculado da seguinte forma: $C_N = 2j_N / (a_N + b_N)$, onde a_N é a soma das médias das abundâncias de espécies de parasitas na primeira população, b_N a soma das médias das abundâncias na segunda população, e j_N é a soma da mais baixa das duas abundâncias de espécies das duas populações (Magurran, 1988; 2011). Esses índices variam de zero a um, onde zero representa a total falta de similaridade e um o máximo de similaridade. Ambos os índices foram calculados para todos os pares possíveis de locais no programa EstimateS 9.

Para analisar o efeito da distância geográfica na similaridade das comunidades fizemos análises de regressão linear entre a distância entre cada par de localidades e suas similaridades (quantitativa e qualitativa) da comunidade de parasitas desses locais. Adicionalmente, realizamos uma análise de agrupamento (*cluster*) entre as comunidades de parasitas de cada local com base nas suas similaridades qualitativa (índice qualitativo de Sørensen) para uma análise visual da relação de proximidade de composição entre as comunidades de parasitas das diferentes populações do hospedeiro. Estas análises foram realizadas usando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2012).

3. Resultados

Do total de 227 indivíduos de *H. mabouia* examinados, registramos uma espécie de pentastomídeo e nove de helmintos, incluindo um acantocéfalo, dois trematódeos digenéticos, três cestódeos e três nematódeos (Tabela 2.1). Apesar de conseguirmos identificar duas espécies de trematódeos digenéticos, por causa de problemas metodológicos de fixação a identificação da maioria dos espécimes do grupo não foi possível e por isso chamamos o grupo apenas de Digenea. A espécie mais prevalente foi o nematódeo *Parapharyngodon alvarengai*, presente em 32,15% dos indivíduos, e o táxon mais abundante foi o grupo de trematódeos Digenea, com uma intensidade média de 9,3 parasitas

por hospedeiro infectado e representando 63,9% de todos os espécimes de helmintos encontrados.

A comunidade de parasitas com maiores índices de diversidade total e média foi a da população de *H. mabouia* do município de Icapuí, porém esta apresentou a terceira menor riqueza e a menor prevalência geral. Isso nos indica que uma maior diversidade pode estar mais associada a maior equitabilidade do que a riqueza, e que uma maior quantidade de indivíduos infectados não necessariamente representa maior diversidade de parasitas.

As comunidades de parasitas mais similares são as encontradas nas populações de hospedeiros de Icapuí e São Gonçalo, que distam mais de 200 km entre si (Tabelas 2.3 e 2.4, Figura 2.4). A comunidade de Aracati foi a mais distante em termos de similaridade de todas as demais (Figura 2.4), possivelmente devido ter sido a que apresenta menores riqueza, diversidades total e média (Tabela 2.2). De modo geral, ao ver a Tabela 2.4 e a Figura 2.4 podemos ver que não há relação entre proximidade geográfica e similaridade de comunidade de parasitas.

O teste de rarefação para cada local amostrado estimou uma riqueza esperada menor que a riqueza encontrada (Tabela 2.5) o que nos indica que o esforço amostral não distorceu os resultados. Isso pode ser visualizado também no gráfico da curva de rarefação (Figura 2.2). Não encontramos relação entre a distância geográfica e a similaridade das comunidades, tanto com relação à similaridade qualitativa ($R^2=0,025$; $F_{1,19}=1,52$; $p=0,23$) quanto à similaridade quantitativa ($R^2=-0,052$; $F_{1,19}=0,003$; $p=0,95$) (Figura 2.3). Como Karvonen; Valtonen (2009) sugerem que padrões de organização da comunidade podem ser mascarados pelas espécies mais abundantes, fizemos os testes de regressão excluindo, primeiramente o táxon mais abundante (Digenea) e depois os dois mais abundantes (Digenea e *Parapharyngodon alvarengai*) dos dados. Porém, isso não mudou nossos resultados.

Tabela 2.1. Tipo de transmissão: direta (D), indireta (I); Locais de procedência: Locais: 1-Paulino Neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí.; prevalência (P); intensidade média \pm desvio padrão (IM \pm DP) e sítios de infecção (SI) das espécies de parasitas encontradas no hospedeiro *Hemidactylus mabouia*: E=estômago, ID=intestino delgado, IG=intestino grosso, CC=cavidade celomática, PUL=pulmão, FI=fígado, VB=vesícula biliar, DB=ducto biliar.

Espécie	Transmissão	Procedência	P (%)	IM \pm DP (amplitude)	SI
<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	D	Todos	32,15	2,43 \pm 2,15 (1-11)	IG,ID
Digenea (<i>Platynosmum sp.e</i> <i>Paradistomum sp.</i>)	I	Todos	31,71	9,4 \pm 11,78 (1-59)	VB,DB,IG,CC
<i>Physaloptera retusa</i>	I	1,3,4,5,7	6,16	3,21 \pm 4,21 (1-10)	E,ID,IG
<i>Skrjabinodon sp.</i>	D	5	1,32	11,33 \pm 1,19 (1-30)	IG
<i>Oochoristica sp.</i>	I	1,2,3,4,5,7	6,16	1,28 \pm 2,75 (1-5)	ID
Cestoda (larva)	I	3,5,6,7	2,2	6,4 \pm 8,53 (1-21)	CC,FI
Proteocephalidae	I	3	0,88	1 \pm 0 (1)	ID
Centrorhynchidae (larva)	I	1,2	1,76	3,75 \pm 1,7 (2-6)	CC
<i>Raillietiella frenatus</i>	I	1,3,5	3,96	3,33 \pm 3,5 (1-11)	PUL

Tabela 2.2. Padrões de infecção e índices de diversidade das comunidades de parasitas entre as localidades. Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA).

Local	Prevalência total (%)	Intensidade média total	Riqueza total	Diversidade total (Shannon)	Diversidade média (Brillouin)
PLN	53,3	14,1 \pm 15,5	6	0,821	0,779
PAR	43,3	6,4 \pm 9,3	4	0,847	0,786
ACR	54,8	11 \pm 11,9	7	1,095	1,038
SGO	47,0	6,3 \pm 4,1	4	1,038	0,979
FOR	66,6	6,7 \pm 6,7	7	1,363	1,299
ARA	45,1	13,9 \pm 17,0	3	0,368	0,342
ICA	37,5	7,3 \pm 10,2	5	1,436	1,348

Tabela 2.3. Índices de Similaridade Qualitativo (sem sobreamento) e Quantitativo (com sobreamento) de Sørensen entre as localidades (comunidades de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia*). Locais: Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA).

	PLN	PAR	ACR	SGO	FOR	ARA	ICA
PLN		0,49	0,69	0,42	0,47	0,88	0,21
PAR	0,80		0,55	0,73	0,57	0,53	0,37
ACR	0,76	0,54		0,61	0,67	0,73	0,43
SGO	0,80	0,75	0,72		0,69	0,45	0,41
FOR	0,76	0,54	0,85	0,72		0,51	0,36
ARA	0,44	0,57	0,60	0,57	0,60		0,25
ICA	0,72	0,66	0,83	0,88	0,83	0,75	

Tabela 2.4. Distância linear (em km) entre cada localidade (comunidade de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia*) amostrada. Locais: Paulino Neves (PLN), Parnaíba (PAR), Acaraú (ACR), São Gonçalo do Amarante (SGO), Fortaleza (FOR), Aracati (ARA), Icapuí (ICA).

	PLN	PAR	ACR	SGO	FOR	ARA	ICA
PLN							
PAR	88,3						
ACR	266,4	182,8					
SGO	413,4	324,5	153,1				
FOR	459,2	370,5	201,4	49,8			
ARA	571,7	481,7	323,0	174,3	125,1		
ICA	619,6	528,3	368,2	218,5	170,3	48,3	

Tabela 2.5. Resultados esperados (*E*) e encontrados (*S*) da riqueza obtidos a partir dos testes de rarefação para cada local amostrado.

	Riqueza Esperada (<i>E</i>)	Riqueza Encontrada (<i>S</i>)
P. Neves	3,9	6
Parnaíba	3,34	4
Acaraú	4,6	7
S. Gonçalo	3,77	4
Fortaleza	5,31	7
Aracati	2,35	3
Icapuí	4,59	5

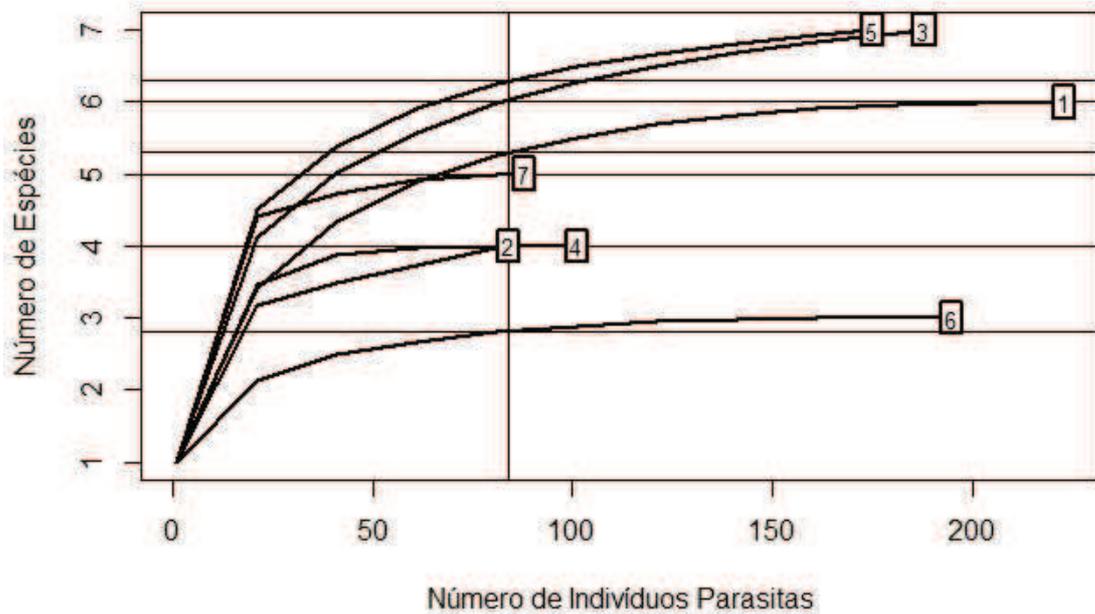


Figura 2.2. Curva de rarefação para as comunidades de parasitas do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* dos locais amostrados (1-Paulino neves, 2-Parnaíba, 3-Acaraú, 4-São Gonçalo, 5-Fortaleza, 6-Aracati, 7-Icapuí).

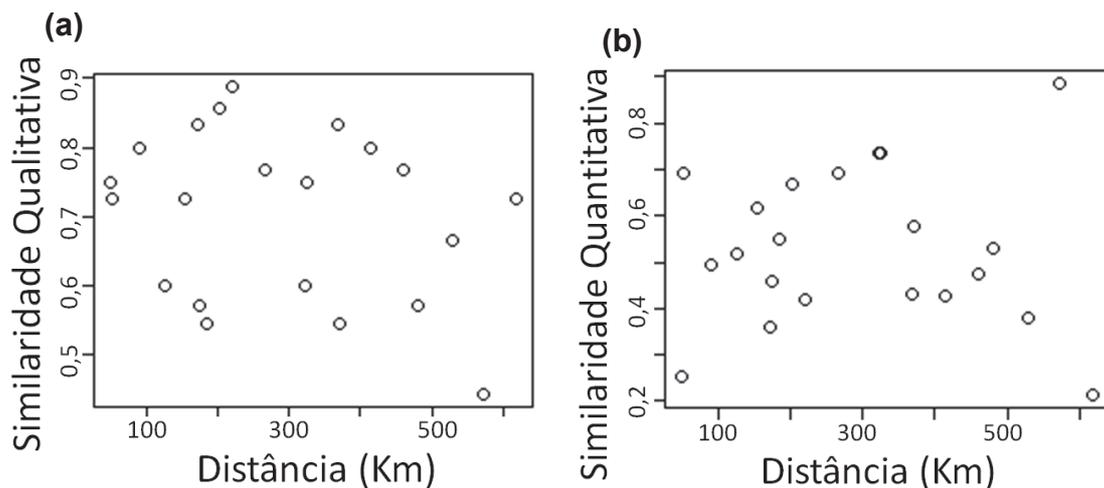


Figura 2.3. Relação entre os Índices de Similaridade Qualitativa (a) e Quantitativa (b) de Sørensen e as distâncias lineares (em km) entre cada par de localidades.

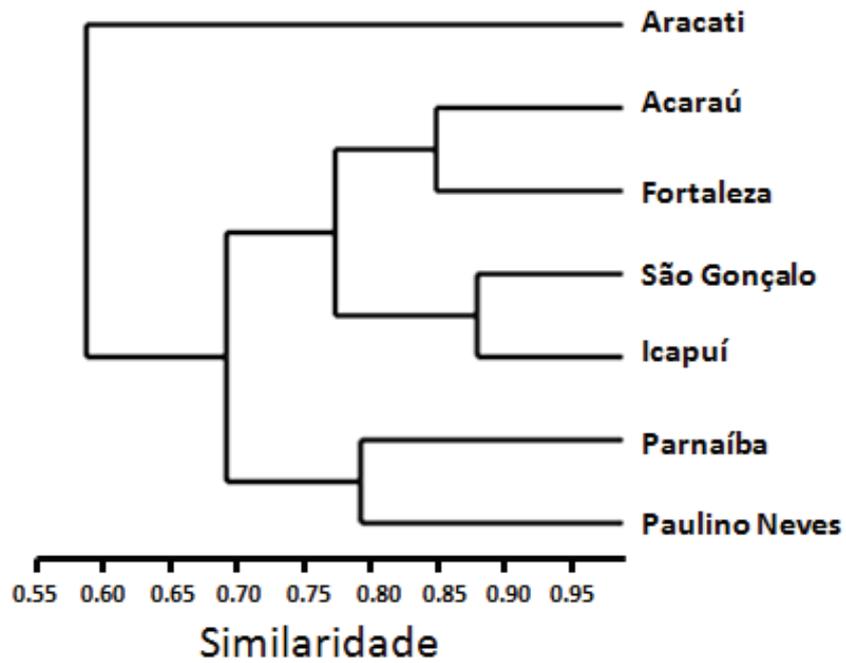


Figura 2.4. Agrupamento entre as comunidades de parasitas das populações do hospedeiro *Hemidactylus mabouia* de acordo com sua similaridade qualitativa (índice de Sørensen).

4. Discussão

Populações de espécies exóticas costumam ter um número bem menor de espécies de parasitas que populações nativas, o que representa uma das explicações para o seu sucesso de colonização (Torchin *et al.*, 2003). Ao contrário do esperado para uma espécie exótica, *Hemidactylus mabouia* tem aproximadamente o mesmo número de espécies parasitas quando comparado a populações de outras espécies de lagartos nativos do Brasil (Menezes *et al.*, 2004; Anjos *et al.*, 2011; Barreto-Lima *et al.*, 2011; Anjos *et al.*, 2012).

A similaridade na composição das comunidades de parasitas apresenta uma diminuição exponencial com o aumento da distância na maioria das espécies de hospedeiros (Poulin, 2003). Apesar do decaimento da similaridade com a distância parecer ser uma regra geral nos sistemas biológicos, alguns estudos além desse também reportam a não existência dessa relação (Felis; Esch, 2005; Olivia; González, 2005).

Algumas espécies de hospedeiros possuem características que são capazes de neutralizar o efeito da distância na similaridade das comunidades de parasitas (Poulin, 2003). *Hemidactylus mabouia* é uma espécie exótica com grande poder de dispersão e colonização (Baldo *et al.*, 2008; Rödder *et al.*, 2008; Rocha *et al.*, 2011) e já possui cerca de 20 espécies de endoparasitas metazoários (helmintos e pentastomídeos) registrados apenas na América do Sul (Anjos *et al.*, 2005; Anjos *et al.*, 2008; Ávila; Silva, 2010; Ávila *et al.*, 2012), dos quais o presente estudo registra pelo menos seis. A maioria dessas espécies de parasitas é generalista, não tendo *H. mabouia* como único hospedeiro (Ávila; Silva, 2010). Sabendo que *H. mabouia* possui uma fauna parasitária composta principalmente por espécies generalistas, característico de espécies de hospedeiro exótica, esta deve sofrer influência das comunidades parasitárias das outras espécies de hospedeiros de cada local, e isso possivelmente pode encobrir o efeito da distância na similaridade das comunidades de parasitas nessa espécie de hospedeiro. Assim, a composição de espécies de hospedeiros pode ter maior influência na composição das comunidades de parasitas em *H. mabouia* que a distância geográfica e o contato das populações desse hospedeiro.

Comunidades de parasitas dominadas por espécies de ciclo de vida direto fornecem informações importantes acerca da dinâmica espacial do contato entre os hospedeiros (Biek *et al.*, 2006), onde a dispersão do hospedeiro pode ser o principal determinante da variação espacial da composição da comunidade de parasitas, características que levam a uma relação de diminuição da similaridade com o aumento da distância. Porém, neste trabalho a maioria das espécies parasitas encontrada nas populações do hospedeiro possui tipo de transmissão indireta, que envolve mais de uma espécie de hospedeiro (Tabela 2.1). Nesse caso, a composição da comunidade de parasitas pode ser mais influenciada por outros fatores (que tenha maior influencia em outras etapas do ciclo de vida dos parasitas) do que pelo contato entre as populações de *H. mabouia*, o que pode ter influenciado na relação de diminuição de similaridade com a distância.

Brouat; Duplantier (2007) propuseram duas explicações para a ausência do efeito da distância na similaridade das comunidades de parasitas em uma espécie de mamífero (*Mastomys natalensis*) que vive associada a ambiente antrópico: uma é que a fragmentação do habitat para esta espécie dificulta ou impede a movimentação de indivíduos entre as populações; a outra é que aqueles indivíduos que dispersam possuem poucos ou nenhum parasita, evitando a transmissão de parasitas entre as populações e ofuscando o efeito da distância. *Hemidactylus mabouia*, assim como *M. natalensis*, vive associada a áreas antrópicas e a comunicação entre as populações desse lagarto pode ser mais dependente do fluxo pessoas (através de transporte de materiais onde esses lagartos podem ser esconder) do que da dispersão ativa dos próprios animais através do espaço.

De outra forma, os jovens dentro da população podem ter maiores tendências para dispersar, induzidos principalmente por interações agressivas com os indivíduos maiores. Interações agressivas entre adultos e jovens podem existir em *H. mabouia*, pois foi registrado para as populações desse estudo segregação espacial ontogenética no uso do habitat (Bezerra *et al.*, in prep.), assim como o comportamento de canibalismo de jovens por adultos já foi reportado para a espécie (Bonfiglio *et al.*, 2006). Como os jovens apresentam menores índices de infecção pelos parasitas (ver Capítulo 1), a

maior dispersão destes em detrimento dos adultos pode resultar em uma quase ausência de transmissão de parasitas entre as populações, o que por sua vez pode levar a ausência de relação da similaridade entre as comunidades de parasitas e a distância entre elas. Dessa forma, o contato entre as populações deste hospedeiro pode acontecer principalmente por indivíduos pouco parasitados, o que resulta em baixo fluxo de parasitas entre as populações do hospedeiro.

Diferenças ambientais entre dois locais podem afetar a similaridade nas suas comunidades de parasitas independentemente da distância geográfica (Poulin *et al.* 2011a; 2011b). Apesar de não avaliarmos as condições ambientais em cada localidade amostrada, todas estão localizadas em uma mesma faixa latitudinal, ao longo do litoral norte do nordeste brasileiro e possuem condições climáticas similares, o que pode ter minimizado os efeitos ambientais sobre as comunidades de parasitas de *H. mabouia* e concluir que provavelmente outros fatores tiveram maior influência na composição das comunidades que as variações ambientais.

De forma geral, a ausência de uma relação espécie-distância nas comunidades de parasitas de *H. mabouia* pode ser explicada por uma série de fatores, como as características do contato entre suas populações ou ainda as formas de transmissão da maioria das espécies parasitas, mas estudos futuros poderão responder melhor quais fatores de fato são responsáveis pela ausência desta relação. No entanto, nosso estudo mostra que a diminuição exponencial da similaridade entre as comunidades com a distância pode não ser uma propriedade geral nas comunidades de parasitas.

5. Referências

Ab'Sáber, A.N. 2001. Litoral do Brasil. São Paulo, Metalivros.

Ab'Sáber, A.N. 2006. Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o pantanal mato-grossense: patrimônios básicos. Cotia, Ateliê Editorial.

- Anderson, R.C.; Chabaud, A.G.; Willmott, S. 2009. *Keys to the nematode parasites of vertebrates*. [Archival volume.] Wallingford (U.K.): CAB International, 463 p.
- Anjos, L.A.; Almeida, W.O.; Vasconcelos, A.; Freire, E.M.X.; Rocha, C.F.D. 2008. Pentastomids infecting an invader lizard, *Hemidactylus mabouia* (Gekkonidae) in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68:611-615.
- Anjos, L.A.; Rocha, C.F.D.; Vrcibradic, D.; Vicente, J.J. 2005. Helminths of the exotic lizard *Hemidactylus mabouia* from a rock outcrop area in southeastern Brazil. *Journal of Helminthology*, 79:307-313.
- Anjos, L.A.; Rocha, C.F.D. 2008. The *Hemidactylus mabouia* Moreau De Jonnès, 1818 (Gekkonidae) lizard: an invasive alien species broadly distributed in Brazil. *Natureza & Conservação*, 6:196-207.
- Anjos, L.A.; Bezerra, C.H.; Passos, D.C.; Zanchi, D.; Galdino, C.A.B. 2011. Helminth fauna of two gekko lizards, *Hemidactylus agrius* and *Lygodactylus klugei* (Gekkonidae), from caatinga biome, northeastern Brazil. *Neotropical Helminthology*, 5:285-290.
- 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*, 87:443-449.
- Ardia, D.R. 2005. Tree swallows trade off immune function and reproductive effort differently across their range. *Ecology*, 86:2040-2046.
- Auricchio, P.; Salomão, M.G. 2002. Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos. São Paulo: Arujá: Instituto Pau Brasil de História Natural. 348p.
- Ávila, R.W.; Anjos, L.A.; Ribeiro, S.C.; Morais, D.H.; Silva, R.J.; Almeida, W.O. 2012. Nematodes of lizards (Reptilia: Squamata) from caatinga biome, northeastern Brazil. *Comparative Parasitology*, 79:56-63.

- Ávila, R.W.; Silva, R.J. 2010. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 16:543-572.
- Baldo, D.; Borteiro, C.; Brusquetti, F.; García, J.E.; Prigioni, C. 2008. Reptilia, Gekkonidae, *Hemidactylus mabouia*, *Tarentola mauritanica*: distribution extension and anthropogenic dispersal. *Check List*, 4:434-438.
- Barreto-Lima, A.F.; Toledo, G.M.; Anjos, L.A. 2011. The nematode community in the Atlantic rain Forest lizard *Enyalius perditus* Jackson, 1978 from south-eastern Brazil. *Journal of Helminthology*, 86:395-400.
- Bezerra, C.H.; Pinheiro, L.T.; Zanchi, D.; Melo, G.C.; Borges-Nojosa, D.M. Ontogenetic spatial differentiation in habitat use in lizard *Hemidactylus mabouia*. (in prep.).
- Biek, R.; Drummond, A.J.; Poss, M. 2006. A virus reveals population structure and recent demographic history of its carnivore host. *Science*, 311:538-541.
- Bonfiglio, F.; Balestrin, R.L.; Cappellari, L.H. 2006. Diet of *Hemidactylus mabouia* (Sauria, Gekkonidae) in urban area of Southern Brazil. *Biociências*, 14:107-111.
- Brouat, C.; Duplantier, J.M. 2007. Host habitat patchiness and the distance decay of similarity among gastro-intestinal nematode communities in two species of *Mastomys* (southeastern Senegal). *Oecologia*, 152:715-720.
- 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*, 83:575-583.
- Carranza, S.; Arnold, A.N. 2006. Systematics, biogeography and evolution of *Hemidactylus* geckos (Reptilia, Gekkonidae) elucidated using mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38:531-545.
- Castro, A.S.F.; Moro, M.F.; Menezes, M.O.T. 2012. O complexo vegetacional da zona litorânea do Ceará. *Acta Botanica Brasilica*, 26:108-124.

- CFMV. 2002. Conselho Federal de Medicina Veterinária. Resolução Nº 714, de 20 de junho de 2002. Dispõe sobre os procedimentos e métodos de eutanásia em animais e dá outras providências. Brasília.
- Fellis, J.K.; Esch, G.W. 2005. Autogenic-allogenic status affects interpond community similarity and species area relationship of macroparasites in the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*, from a series of freshwater ponds in the Piedmont area of North Carolina. *The Journal of Parasitology*, 91:1484-1496.
- Harte, J.; Conlisk, E.; Ostling, A.; Green, J. L.; Smith, A. B. 2005. A theory of spatial structure in ecological communities at multiple spatial scales. *Ecological Monographs*, 75:179-197.
- Hubbell, S.P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. New Jersey: Princeton University Press, 396p.
- Karnoven, A.; Valtonen, E.T. 2004. Helminth assemblages of whitefish (*Coregonus lavaretus*) in interconnected lakes: similarity as a function of species specific parasites and geographical separation. *The Journal of Parasitology*, 90:471-476.
- Karnoven, A.; Valtonen, E.T. 2009. Between-population similarity in intestinal parasite community structure of pike (*Esox lucius*) - effects of distances and historical connections. *The Journal of Parasitology*, 95:505-511.
- Krasnov, B.R.; Shenbrot, G.I.; Mouillot, D.; Khokhlova, I.S.; Poulin, R. 2005. Spatial variation in species diversity and composition of flea assemblages in small mammalian hosts: geographical distance or faunal similarity? *Journal of Biogeography*, 32:633-644.
- Locke, S.A.; Levy, M.S.; Marcogliese, D.J.; Ackerman, S.; McLaughlin, J.D. 2011. The decay of parasite community similarity in ring-billed gulls *Larus delawarensis* and other hosts. *Ecography*, 34:001-009.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 179p.

- Magurran, A.E. 2011. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: Editora da UFPR. 261p.
- Martínez-Rivera, C.C.; Negrón, A.G.; Bertrand, M.; Acosta, J. 2003. *Hemidactylus mabouia* (Sauria: Gekkonidae), host of *Geckobia hemidactyli* (Actinedida: Pterygosomatidae), throughout the Caribbean and South America. *Caribbean Journal of Science*, 39:321-326.
- Menezes, V.A.; Vrcibradic, D.; Vicente, J.J.; Dutra, G.F.; Rocha, C.F.D. 2004. Helminths infecting the parthenogenetic whiptail lizard *Cnemidophorus natio* in a restinga habitat of Bahia state, Brazil. *Journal of Helminthology*, 78:323-328.
- Nekola, J.C.; White, P.S. 1999. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, 26:867-878.
- Oliva, M.E.; González, M.T. 2005. The decay of similarity over geographical distance in parasite communities of marine fishes. *Journal of Biogeography*, 32:1327-1332.
- Oliveira, W.R.; Frota, P.V. 2011. Caracterização sócioambiental do município de Tutóia – Maranhão. *Revista Geográfica de América Central*, 2:1-15.
- Poulin, R. 2003. The decay of similarity with geographic distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, 30:1609-1615.
- Poulin, R.; Blamar, C.A.; Thieltges, D.W.; Marcogliese, D.J. 2011(a). The biogeography of parasitism in sticklebacks: distance, habitat differences and the similarity in parasite occurrence and abundance. *Ecography*, 34:540-551.
- Poulin, R.; Krasnov, B.R.; Mouillot, D.; Thieltges, D.W. 2011(b). The comparative ecology and biogeography of parasites. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 366:2379-2390.
- R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

- Ricklefs, R.E. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional process. *Science*, 235:167-171.
- Rocha, C.F.D.; Anjos, L.A. 2007. Feeding ecology of a nocturnal invasive alien lizard species, *Hemidactylus mabouia* Moreau De Jonnès, 1818 (Gekkonidae), living in a outcrop rocky area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67:485-491.
- Rocha, C.F.D.; Anjos, L.A.; Bergallo, H.G. 2011. Conquering Brazil: the invasion by the exotic gekkonid lizard *Hemidactylus mabouia* (Squamata) in Brazilian natural environments. *Zoologia*, 28:747-754.
- Rödger, D.; Solé, M.; Böhme, W. 2008. Predicting the potential distributions of two alien invasive housegeckos (Gekkonidae: *Hemidactylus frenatus*, *Hemidactylus mabouia*). *North-Western Journal of Zoology*, 2:236-246.
- Rodrigues, H.O. 1970. Estudo da fauna helmintológica de *Hemidactylus mabouia* (Moreau De Jonnès) no Estado da Guanabara. *Atas da Sociedade Biologica do Rio de Janeiro*, 12:15-23.
- Santos-Filho, F.S. 2009. Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do estado do Piauí. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Soininen, J.; McDonald, R.; Hillebrand, H. 2007. The distance decay of similarity in ecological communities. *Ecography*, 30:3-12.
- Thieltges, E.W.; Ferguson, M.A.D.; Jones, C.S.; Krakau, M.; Montaudouin, X.; Noble, L.R.; Reise, K.; Poulin, R. 2009. Distance decay of similarity among parasite communities of three marine invertebrate hosts. *Oecologia*, 160:163-173.
- Torchin, M.E.; Lafferty, K.D.; Dobson, A.P.; McKenzie, V.J.; Kuris, A.M. 2003. Introduced species and their missing parasites. *Nature*, 421:628-630.
- Travassos, L.; Freitas, J.F.T.; Kohn, A. 1969. Trematodeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 67: 886 p.

- Vanzolini, P.E. 1978. On South American *Hemidactylus*. *Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo*, 31:307-343.
- Vanzolini, P.E.; Ramos-Costa, A.M.M. ; Vitt, L.J. 1980. *Répteis das caatingas*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- 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: 19-168.
- Vinarski, M.V.; Korallo, N.P.; Krasnov, B.R.; Shenbrot, G.I.; Poulin, R. 2007. Decay of similarity of gamasid mite assemblages parasitic on Palearctic small mammals: geographic distance, host-species composition or environment . *Journal of Biogeography*, 34:1691-1700.
- Vitt, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of Northeast of Brazil. *Occasional Papers of Oklahoma Museum of Natural History*, 1:1-29.
- Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum - Nematodes. Vol. III. - Part I e II*. London: Interscience Publishers.1261p.
- Yamaguti, S. 1971. *Systema Helminthum - Trematodes. Vol. I*. London: Interscience Publishers. 1074p.

Considerações Finais

A diversidade de parasitas varia entre as populações de *H. mabouia*, mas os padrões de infecção das espécies comuns a todas elas e a relação com as características do hospedeiro não variam. O aumento do número de espécies, a intensidade e prevalência deles aumentam com o tamanho do hospedeiro, o que pode simplesmente ser resultado do acúmulo de eventos de infecção ao longo da vida. Machos e fêmeas não diferiram quanto à intensidade e prevalência de infecção e isso deve ser reflexo da semelhança intersexual na dieta. O nematódeo *P. alvarengai* teve uma influência negativa no volume da ninhada das fêmeas de *H. mabouia*, contudo os trematódeos digenéticos não parecem influenciar no investimento reprodutivo das fêmeas dessa espécie. Com isso podemos supor que nem todas as espécies de parasitas causam reduções significativas de energia nos seus hospedeiros.

Nosso trabalho mostra que, diferente do esperado, a distância geográfica não influencia na similaridade das comunidades parasitárias de *H. mabouia*. A ausência de uma relação espécie-distância nas comunidades de parasitas de *H. mabouia* pode ser explicada por uma série de fatores, como as características do contato entre suas populações ou ainda as formas de transmissão da maioria das espécies parasitas, mas estudos futuros poderão responder melhor essa questão. No entanto, nosso estudo mostra que a diminuição exponencial da similaridade entre as comunidades com a distância pode não ser uma propriedade geral nas comunidades de parasitas.

Perspectivas Futuras

Estudos com base em outros atributos fisiológicos e comportamentais também podem nos indicar se o parasitismo afeta outras características que levam a uma redução do *fitness* do hospedeiro *H. mabouia* e quais espécies dentre toda a comunidade de parasitas de fato afeta negativamente o hospedeiro.

Estudos posteriores podem nos indicar que fatores dentre os propostos neste trabalho podem ser os responsáveis pela ausência da relação espécie-distância nas comunidades de parasitas de *H. mabouia*.