



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

ELVIS FRANKLIN FERNANDES DE CARVALHO

**O GRADIENTE LATITUDINAL INFLUENCIA OS PADRÕES DE REDES DE
INTERAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO?**

FORTALEZA

2019

ELVIS FRANKLIN FERNANDES DE CARVALHO

O GRADIENTE LATITUDINAL INFLUENCIA OS PADRÕES DE REDES DE
INTERAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO?

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

Orientador: Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila
Coorientadora: Profa. Dra. Karla Magalhães Campião

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C322g Carvalho, Elvis Franklin Fernandes de.
O gradiente latitudinal influencia os padrões de redes de interação parasito-hospedeiro? /
Elvis Franklin Fernandes de Carvalho. – 2019.
47 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila.
Coorientação: Profa. Dra. Karla Magalhães Campião.
1. Macroecologia. 2. Helmintos. 3. Especialização. 4. Répteis. 5. Região Neotropical. I.
Título.

CDD 577

ELVIS FRANKLIN FERNANDES DE CARVALHO

O GRADIENTE LATITUDINAL INFLUENCIA OS PADRÕES DE REDES DE
INTERAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO?

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

Aprovada em 28/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila (Orientador)
Universidade Regional do Cariri (URCA)

Profa. Dra. Sabrina Borges Lino Araújo
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Dr. Paulo Cascon
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram e torceram por meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Uma vez, um senhor me falou sorrindo: “a pior coisa que existe é a ingratidão”, e isso me fez refletir que ser grato, além de outras coisas é dar valor. Portanto os agradecimentos que aqui registro são uma forma de registrar também os esforços das pessoas que me ajudaram a concluir este trabalho que vai além da obtenção de um título, é uma realização pessoal e um romper de barreiras para alguém com minha história de vida. Aqui fica registrada minha gratidão por estar vivo, saudável e ter sido capaz de realizar este trabalho junto com todos que agradecerei a seguir.

Sou grato à minha mãe **Maria Eliane** e meu pai **Francisco Franciné** que me conceberam e me criaram me ensinando valores, se esforçando para me dar educação contribuindo para eu me tornar o homem que sou hoje, muito obrigado, todas as minhas conquistas devo a vocês. Aos meus irmãos **Ana Vitória, Lauanda** e **Raul** que me apoiaram e dividiram comigo os pesos e as conquistas da minha caminhada. Sou grato também aos meus demais familiares que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Robson Ávila**, que me abriu portas sem me conhecer e confiou em mim. Desenvolvi respeito, confiança e afeto e graças a isso quando as tensões chegavam e ele pedia para acalmar o coração, eu acalmava. MUITÍSSIMO obrigado, estar sob sua orientação me proporcionou momentos e oportunidades incríveis.

Sou muito grato ao **Prof. Dr. Daniel Passos**, que foi responsável por me dar uma injeção de motivação me resgatando para a academia em um momento de inércia, no qual eu não conseguia enxergar muitas possibilidades. Suas palavras de estímulo, disposição para me ajudar e preocupação foram muito importantes eu seguir em frente.

À minha coorientadora **Profa. Dra. Karla Campião** agradeço muito pela paciência e atenção ao me orientar e me tratar com tanto carinho e amizade, o período sob sua orientação foi engrandecedor. Agradeço também à **Msc. Elvira de Bastiani** que pacientemente me ajudou compartilhando seus conhecimentos e dando suporte. À **Profa. Dra. Sabrina Araújo** que ajudou a visualizar as possibilidades do meu trabalho.

Dizem que os amigos são os irmãos que nós escolhemos, mas eu tenho uma amizade que foi conquistada e cuja união é tão firme que nós a tratamos como um casamento (sem “obrigações conjugais”), que foi e continua sendo fundamental para minhas escaladas na vida, **Dauana Mesquita**, muito obrigado por caminhar na vida comigo, por vezes à frente me puxando. Minha perpétua amiga **Kilciane Muniz**, dona das minhas gargalhadas e que nesse período estava sempre pronta para me dar a mão. Ao meu compadre **Fred** que teve e tem muita importância sendo a muito tempo parceiro de aventuras científicas e projetos pessoais. A vocês meus muito obrigado.

Sou grato também aos amigos que conquistei nessa jornada em cada lugar que visitei. Aos amigos da UFC que dividiram as angústias e as alegrias desse tempo corrido e gratificante de mestrado: **Margarida, Xavier, Lucas, James, Luana, Gabi, Sabrina, Sérgio, Mônica, Hélio, Andro, Livânio e Márcia**. Os amigos do Crato que me acolheram, me ajudaram e com os quais me diverti muito: **Rosinha, Darcy, Aldenir, Silvilene, Samantha, Cristiana, Edna Alcântara, Fernanda, Charles, Ricardo, Kassio, Heitor, Yane, Herivelto, Dalilange, Lucineide, Erika, Júnior Rangel, Diego, Vicente, Bruno, Cibele, Dênis, Dionísio, Denise, Rafael** e os demais que passaram rapidamente pelo meu caminho, mas que deixaram um pouco da sua energia comigo, muito obrigado. Os amigos de Mossoró, **Marina, Eduarda, Eva, Pamela, David, Nilton, Marcelo e Gabi**. Os amigos de Curitiba **Amanda Dudzac, Jessica Cocco, Claudia Almeida, Cauê, Lorena e Hanna**. Meus mais sinceros agradecimentos por fazerem parte disso tudo, e aos que se tornaram, mais próximos, vamos levar essa parceria por muito tempo!

Sou imensamente grato a todos que abriram as portas de suas casas para me receber, a “picareta’s house” minha primeira moradia na nova jornada em uma nova cidade, mas com rostos conhecidos, **Ana Lúcia Madeira, Anacláudia Primo, Juscilânia Furtado** e a fundadora **Dauana Mesquita**. Na segunda morada **Aldenir Ferreira** me acolheu no “Cratinho de açúcar” junto com seus parceiros de apartamento **Rarity e Cassiano** com os quais cultivei grande amizade. Logo depois **Damares** e sua irmã **Marina** se arriscaram a dividir apartamento comigo mesmo sem me conhecerem, obrigado pelo companheirismo pelas deliciosas noites de sábado com vinho e pipoca. Em Mossoró, onde fiz uma parte das minhas pesquisas fui muito bem recebido por **Daniel Passos e Milena Wachlevski, Alcéster Diego, Rafael e João Paulo**. Na viagem mais longa, as amáveis **Amanda Dudzac, Jessica**

Cocco, Claudia Almeida e dos queridos **Everton Lopes** e **Daniel** me acolheram na “casa lar” em Curitiba. Meu muitíssimo obrigado a todos.

Meus agradecimentos às pessoas que compõem os Laboratórios de **Herpetologia-URCA**, de **Zoologia-URCA**, **Ecologia e comportamento Animal-LECA-UFERSA**, **Ecologia e Interações Antagonísticas-LEIA-UFPR** e a **Coleção Herpetológica do Semi-Árido-CHSAR** por terem me recebido e me permitido realizar pesquisas. A **José Guilherme Sousa**, **Tatiana Feitosa**, **Reinaldo José Silva**, por possibilitarem a obtenção de dados para compor este estudo. Aos professores da UFC, aos membros da banca de qualificação que me ajudaram a melhorar o projeto e a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho. Agradeço também à **Funcap** pela concessão da bolsa de mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“We were born to be free”

RESUMO

Estudos macroecológicos incluindo uso de padrões de redes de interações auxiliam na compreensão dos padrões ecológicos, tais como especialização e distribuição de espécies ao longo de grandes faixas geográficas. Investigar a influência da latitude sobre interações entre seres vivos tais como parasito-hospedeiro nos mostram como os organismos interagem ao longo de sua distribuição e podem revelar os mecanismos subjacentes a estas associações como, por exemplo, amplitude de nicho das espécies. Construimos nove redes de interações utilizando relações entre parasitos helmintos de lagartos com o objetivo de investigar se a latitude exerce influência sobre: a topologia das redes de interação, especialização e a distribuição de interações ao longo da área de ocorrência. Observamos que regionalmente, a rede de interações foi modular, devido à natureza antagonista e especialista das interações. A distribuição de hospedeiros nos locais de coleta diferiu com relação aos parasitos estando estes muito mais dispersos. Com isto, os parasitos mostraram grande capacidade de dispersão podendo infectar hospedeiros de diferentes famílias dada a proximidade filogenética dentro da ordem biológica (Squamata). As interações específicas foram, em sua maioria, restritas ao local de coleta. Isto devido à ocorrência restrita de parasitos e principalmente de hospedeiros cujos mostraram baixa amplitude de dispersão em relação aos seus parasitos. A dissimilaridade destas interações entre as localidades de coleta não seguiu padrão, e para isto atribuímos influências abióticas características de cada local, tais como o clima, que podem interferir na distribuição de espécies hospedeiras. Das redes locais apenas duas apresentaram padrão modular, estas estavam localizadas nas menores latitudes deste estudo e associamos a isto este resultado, uma vez que a especialização, fator fortemente ligado a modularidade, ser mais forte próximo aos trópicos.

Palavras-chave: Macroecologia. Helmintos. Especialização. Repteis. Região Neotropical.

ABSTRACT

Macroecological studies including the use of networks, help in understanding ecological patterns such as specialization and distribution of species across large geographic ranges. Investigating the influence of latitude on interactions between organisms such as parasite-host demonstrate how they interact throughout their distribution and may reveal the mechanisms underlying these associations, such as niche amplitude of the species. We constructed nine networks using interactions data between helminth parasites of lizards in order to investigate whether latitude exerts influence on the topology of networks, specialization and the distribution of interactions along the area of occurrence. We observed that regionally network was modular due to the antagonistic and specialist nature of the interactions. The distribution of hosts at the collection sites differed with respect to the parasites being more dispersed. With this, the parasites showed great capacity of dispersion, being able to infect hosts of different families given the phylogenetic closeness within the biological order (Squamata). The specific interactions were, for the most part, restricted to the collection site. This is due to the restricted occurrence of parasites and mainly of hosts whose showed low amplitude of dispersion in relation to their parasites. The dissimilarity of these interactions between the collection sites did not follow a standard, and for this we attribute abiotic influences characteristic of each site, such as the climate, that may interfere in the distribution of host species. Only two of the local networks presented a modular pattern, these were located in the lower latitudes of this study and we associate this result, since the specialization, strongly related to modularity, is stronger near the tropics.

Keywords: Macroecology. Helminths. Specialization. Reptiles. Neotropical Region.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1	Conjunto de dados	13
2.2	Áreas de estudo	14
2.3	Procedimentos em laboratório	15
2.4	Análise de dados	16
2.4.1	<i>Redes de interações</i>	16
3	RESULTADOS	18
3.1	Redes regionais	18
3.1.1	<i>Rede regional</i>	18
3.1.2	<i>Compartilhamento por localidade</i>	21
3.1.3	<i>Pares de interação</i>	21
3.2	Dissimilaridade de interações	24
3.3	Redes locais	25
4	DISCUSSÃO	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	30
	APÊNDICE A – LISTA DE VOUCHERS	34
	APÊNDICE B – MATRIZES PARA REDES DE INTERAÇÕES	36

1 INTRODUÇÃO

O estudo de interações biológicas em larga escala ou macroecologia incluindo padrões de redes ecológicas, vem sendo uma importante ferramenta para a compreensão da estrutura de relações entre seres vivos em amplos espaços geográficos, sendo a variação de latitude foco de diversos estudos (BLÜTHGEN; MENZEL; BLÜTHGEN, 2006; GASTON, 2000; GUILHAUMON et al., 2012; SCHEMSKE et al., 2009; VÁZQUEZ et al., 2013).

Dentre os estudos envolvendo a latitude, destacam-se os que mostram o aumento da diversidade de espécies em direção aos trópicos (FISCHER, 1960). Para entender o efeito da latitude existem diversas teorias, as principais envolvem fatores históricos, ecológicos, conservação de nicho, produtividade e a dinâmica das espécies (*i.e.*, abundância, relações ecológicas de mutualismo, antagonismo etc.). Estes fatores favorecem a coevolução, de modo que as interações entre pares de espécies são mais resistentes a perturbações abióticas, tendo condições ideais para evoluírem em conjunto (BROWN, 2014; WILLIG; KAUFMAN; STEVENS, 2003). É importante, entretanto, compreender melhor os processos ecológicos que moldam a diversidade ao longo de grandes intervalos geográficos, como amplitude de nicho, por exemplo, uma vez que estes influenciam no modo como acontecem as interações entre as espécies (GASTON, 2000; SCHLEUNING et al., 2012; VÁZQUEZ et al., 2013).

Favorecida por fatores históricos e ambientais tais como estabilidade geológica e climática e gradiente de produção primária que decaem em direção aos polos, a especialização das espécies nos trópicos é um padrão esperado, conseqüentemente em latitudes mais altas, espera-se maior amplitude de nicho (HANLY; MITTELBACH; SCHEMSKE, 2017; JOCQUE et al., 2010). Este padrão por vezes é corroborado (SCHEMSKE et al., 2009) outras vezes não encontra reforços (SCHLEUNING et al., 2012), portanto, permanece o desafio de entender os motivos deste fenômeno e como ele pode influenciar nas interações ecológicas.

Para compreender os padrões de interações por trás das associações bióticas e o efeito da latitude sobre estes, análises de redes de interações vem sendo utilizadas, uma vez que sua topologia representa a dinâmica de interações (ver POULIN, 2010; TYLIANAKIS; MORRIS, 2017). As investigações nos padrões de redes em sua grande maioria abordam interações mutualísticas (BASCOMPTE et

al., 2003; GUIMARÃES et al., 2017; SCHLEUNING et al., 2012) e antagônicas, em especial do sistema parasito-hospedeiro (CANARD et al., 2014; DALLAS; CORNELIUS, 2015; PILOSOF et al., 2013). As interações parasito-hospedeiro (IPH) são um exemplo de relação ecológica íntima, principalmente em endoparasitos cuja forte associação possui interação a nível fisiológico (BELLAY et al., 2011, 2015; FONTAINE et al., 2011). Esta relação (IPH) sofre forte interferência da filogenia dos envolvidos, principalmente a do hospedeiro, a qual influencia as espécies de parasitos associadas (BRITO et al., 2014).

Análises de meta-redes são uma abordagem interessante para os padrões de interações ao longo de gradiente latitudinal (EMER et al., 2018; HAGEN et al., 2012), onde duas ou mais redes de nível local compartilham frações de interações em um nível regional. Esta observação de interações específicas que conectam “fragmentos” da paisagem aplicada nas interações IPH revela a distribuição de interações ao longo da faixa amostrada, demonstrando se espécies de parasitos e hospedeiros interagem sempre que ocorrem no mesmo local ou se há troca de hospedeiros, reforçando as análises de especialização.

Neste trabalho buscamos compreender a estruturação de uma rede regional (metanetwork) de interações entre helmintos parasitos e reptis hospedeiros ao longo de um gradiente latitudinal. Especificamente objetivamos (1) caracterizar a topologia das redes de interações em latitudes distintas observando se estas sofrem variações de acordo com o gradiente, (2) observar o padrão de distribuição de interações específicas a nível regional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Conjunto de dados

Conduzimos este estudo utilizando lagartos (Squamata, Lacertilia) pertencentes às coleções zoológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA (Mossoró-RN), da Universidade Regional do Cariri-URCA (Crato-CE), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-UFMS e da Universidade Federal do Mato Grosso-UFMT. Os *vouchers* estão listados no apêndice A.

Considerando que a filogenia do hospedeiro desempenha um importante papel na determinação dos padrões de interações (BRITO et al., 2014; LIMA et al., 2012), utilizamos lagartos pertencentes a três famílias: Tropiduridae, Teiidae e

Gekkonidae distribuídos em nove espécies: *Tropidurus hispidus* Spix, 1825, *Tropidurus torquatus* Wied, 1820, *Tropidurus oreadicus* Rodrigues, 1987, *Tropidurus etheridgei* Cei, 1982, *Ameivula ocellifera* Spix, 1825, *Ameivula pyrrhogularis* Silva e Avila-Pires, 2013, *Hemidactylus agrius* Vanzolini, 1978, *Hemidactylus brasilianus* Amaral, 1935 e *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnès, 1818 (Tabela 1). As espécies de cada gênero foram selecionadas de acordo sua ocorrência e disponibilidade de dados para cada área de coleta.

2.2 Áreas de estudo

Os espécimes são procedentes das cidades Corumbá-MS (19°00'33" S, 57°39'12" W) Cuiabá-MT (15° 35' 56" S, 56° 5' 42"W), Ouricuri-PE (7° 52' 41" S, 40° 4' 42"W), Aiuaba-CE (6° 34' 25"S, 40° 07' 25"W) e Assú- RN (5 ° 34' 38" S, 36° 54' 30" O). A distância linear entre as áreas de coleta variou entre 144 km a 2.695, 57 km (Figura 1) tendo no mínimo 1° de latitude entre si. Duas cidades estão localizadas na região Centro-Oeste do Brasil: Corumbá-MS fazendo parte do pantanal brasileiro, é caracterizado por clima quente e úmido (Climate data 2019a) com vegetação lenhosa mista de decíduas e semidecíduas (REBELLATO; CUNHA, 2005). Cuiabá-MT está incluído no bioma Cerrado, possui clima tropical savânico (Climate data 2019b) com vegetação característica de savana possuindo estrato lenhoso (arbustos e árvores) e camada de solo (subarbustos e ervas) (OLIVEIRA; MARQUIS, 2002). Assú-RN, Aiuaba-CE e Ouricuri-PE fazem parte da ecorregião do sertão setentrional localizadas na região Nordeste. Estas possuem clima semiárido e a vegetação predominante é a caatinga arbórea e arbustiva (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

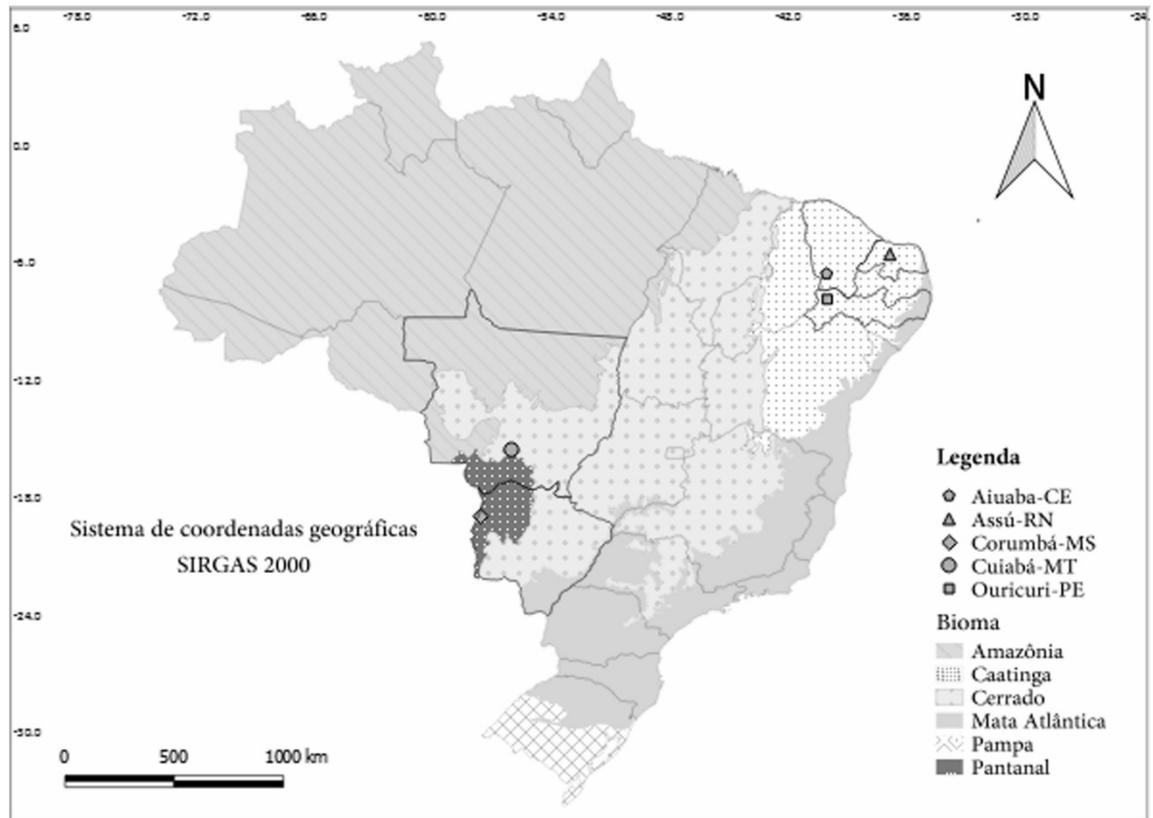


Figura 1. Municípios onde os espécimes de lagartos hospedeiros foram coletados. Fonte: Dados da pesquisa.

2.3 Procedimentos em laboratório

Os indivíduos selecionados foram necropsiados com incisão ventral no eixo anteroposterior e foram inspecionados e analisados os pulmões, esôfagos, estômagos, intestinos delgado e grosso, laringes e cavidades celomáticas sob microscópio estereoscópio em busca de parasitos. Os helmintos e Pentastomida encontrados foram separados e conservados em etanol 70% para análises posteriores.

Tabela 1. Abundância de espécies de hospedeiros analisados nas localidades estudadas: AS= Assú-RN; AI= Aiuaba-CE; OU= Ouricuri-PE; CU= Cuiabá-MT; CO= Corumbá-MS, seguidas da soma total.

Espécie de Hospedeiro	As	Ai	Ou	Cu	Co	Total
Tropiduridae						
<i>Tropidurus hispidus</i>	30	30	30	--	--	90
<i>Tropidurus torquatus</i>	--	--	--	12	--	12
<i>Tropidurus etheridgei</i>	--	--	--	--	17	17
<i>Tropidurus oreadicus</i>	--	--	--	--	12	12
Teiidae						
<i>Ameivula ocellifera</i>	30	--	--	13	23	66
<i>Ameivula pyrrhogularis</i>	--	30	30	--	--	60
Gekkonidae						
<i>Hemidactylus agrius</i>	30	5	--	--	--	35
<i>Hemidactylus brasilianus</i>	--	6	30	--	--	36
<i>Hemidactylus mabouia</i>		--	--	4	21	25
Total Por Localidade	90	71	90	29	73	
Total Geral						353

Fonte: Dados da pesquisa

Para a identificação taxonômica dos parasitos, foram utilizados diferentes métodos de preparo, sempre de acordo com o grupo taxonômico (ver: AMATO & AMATO, 2010): Cestodas e acantocéfalos foram corados com carmim clorídrico diafanizados com eugenol, Nematoides foram montados clarificados com ácido láctico, Pentastomidas foram clarificados utilizando-se solução de Hoyer. Após montagem as lâminas foram examinadas ao microscópio óptico e os espécimes foram identificados utilizando bibliografia especializada, como Vicente et al. (1993), Gibbons (2010) e Rego (1983). Os espécimes foram depositados na Coleção Helminológica do Laboratório de Zoologia da Universidade Regional do Cariri, URCA no Estado do Ceará e na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, Estado de São Paulo, Brasil.

2.4 Análise de dados

2.4.1 Redes de interações

A partir dos dados coletados foram construídas matrizes de abundância e ocorrência, contendo as informações sobre local de coleta, espécies de parasitose e espécies de hospedeiro (ver apêndice - B). Para as análises de interações por pares

construímos uma matriz na qual as linhas são as localidades e as colunas são as interações parasito-hospedeiro (IPH). Cada interação observada é composta por uma espécie de parasito infectando uma espécie de hospedeiro. Com o intuito de observar o compartilhamento de hospedeiros por local e parasitos por local, foram construídas matrizes contendo estas informações separadamente para cada localidade. No total, foram construídas nove redes de interações diferentes para os testes.

Utilizamos as matrizes de ocorrência para calcular o aninhamento, conectância e modularidade e as matrizes de abundância para calcular os índices de especialização.

2.4.1.2 Definição das redes

- Rede regional: interações parasitos-lagartos de todas as localidades (Matriz 1, apêndice - B).
- Redes locais: redes com interações parasito-lagarto de cada localidade estudada (Matrizes 2 a 6 apêndice - B).
- Rede par-a-par: Utilizada para observar as interações entre espécies, a matriz contém informações da localidade onde uma determinada espécie de parasito infectou uma determinada espécie de hospedeiro. (Matriz 7- apêndice - B).
- Rede hospedeiro por local: matriz das espécies de hospedeiros e as localidades de coleta. (Matriz 8- apêndice - B).
- Rede parasito por local: matriz das espécies de parasitos e as localidades de coleta (Matriz 9- apêndice - B).

2.4.1.3 Análises de rede

Para descrever os padrões de topologia das redes, utilizamos as métricas de aninhamento, conectância, modularidade e H_2' . Calculamos o aninhamento utilizando a métrica proposta por Almeida-Neto et al. 2008, para avaliar a presença de interações que pertencem a subconjuntos de outras interações. O alto valor de aninhamento indica uma hierarquia de interações, no qual espécies que interagem com menos parceiros (têm um grau mais baixo) interagem com um subconjunto de espécies que têm mais parceiros (grau mais alto) (BASCOMPTE et al., 2003).

A conectância é a proporção de interações realizadas para todas as possíveis interações entre espécies de uma comunidade (DUNNE; WILLIAMS;

MARTINEZ, 2002). A modularidade foi calculada de acordo com Dormann; Strauss (2014), para descrever a presença dos agrupamentos na rede, no qual as espécies interagem mais com os outros indivíduos dentro do grupo do que com os demais pertencentes a outros grupos (OLESEN et al., 2007). Esses grupos são comumente chamados de módulos da rede. Para calcular essas métricas de rede, utilizamos as funções disponíveis no pacote "*bipartite*" e para plotar as redes utilizamos "*igraph*". Todas as análises foram realizadas no Software RStudio versão 1.1.456 (Equipe RStudio 2016).

Para entender a seletividade das espécies presentes nas interações (matrizes 1 a 6, apêndice - B) utilizamos o índice de especialização (H_2') proposto por Blüthgen (2006). Este índice descreve a especialização das interações reais em relação às interações esperadas dados os totais marginais das espécies (*links* ou conexão), quanto maior o H_2' da rede, menor será a amplitude de nicho das espécies. A métrica de H_2' não é fortemente afetada pelo tamanho da rede ou intensidade de amostragem (BLÜTHGEN; MENZEL; BLÜTHGEN, 2006), isso permite a comparação direta entre as redes locais. Utilizamos estas métricas para todas as redes, exceto as redes de compartilhamento de parasitos e hospedeiro por local.

Utilizamos o índice de dissimilaridade de Jaccard para investigar a diferença na composição de interações IPH (matriz 7, apêndice - B) nas redes locais.

Para testar a significância das métricas e avaliar se as características das redes observadas são esperadas ao acaso ou não, empregamos modelos nulos com 1.000 aleatorizações. Utilizamos métodos que mantêm a conectância e tamanho das redes fixos, mantendo assim distribuição de *links* por espécies como observado na rede real evitando, assim links irreais. Para calcular as medidas estatísticas utilizamos os comandos disponíveis no pacote o "*Vegan*", todos no Software RStudio versão 1.1.456 (RStudio 2016).

3 RESULTADOS

3.1 Redes regionais

3.1.1 Rede regional

Utilizamos 353 hospedeiros, destes 198 estavam infectados, sendo registrados 2.204 espécimes de parasitos, distribuídos em 27 taxa. Entretanto, apenas foram utilizados nas análises os parasitos com identificação ao nível de espécie, resultando em 17 espécies de parasitos (Tabela 2). A rede regional foi composta por 52 pares de interações parasito-hospedeiro, possuindo características modulares ($M= 0,44$, $p =0,001$), pouco conectada ($c=0,20$) e com alto índice de especialização $H2'= 0,77$ ($p=0,001$). A formação dos módulos na rede regional sugere que a estrutura é mais condicionada pela relação entre espécies de parasitos e espécies de hospedeiros do que pelo local de coleta ou latitude (Figura. 2).

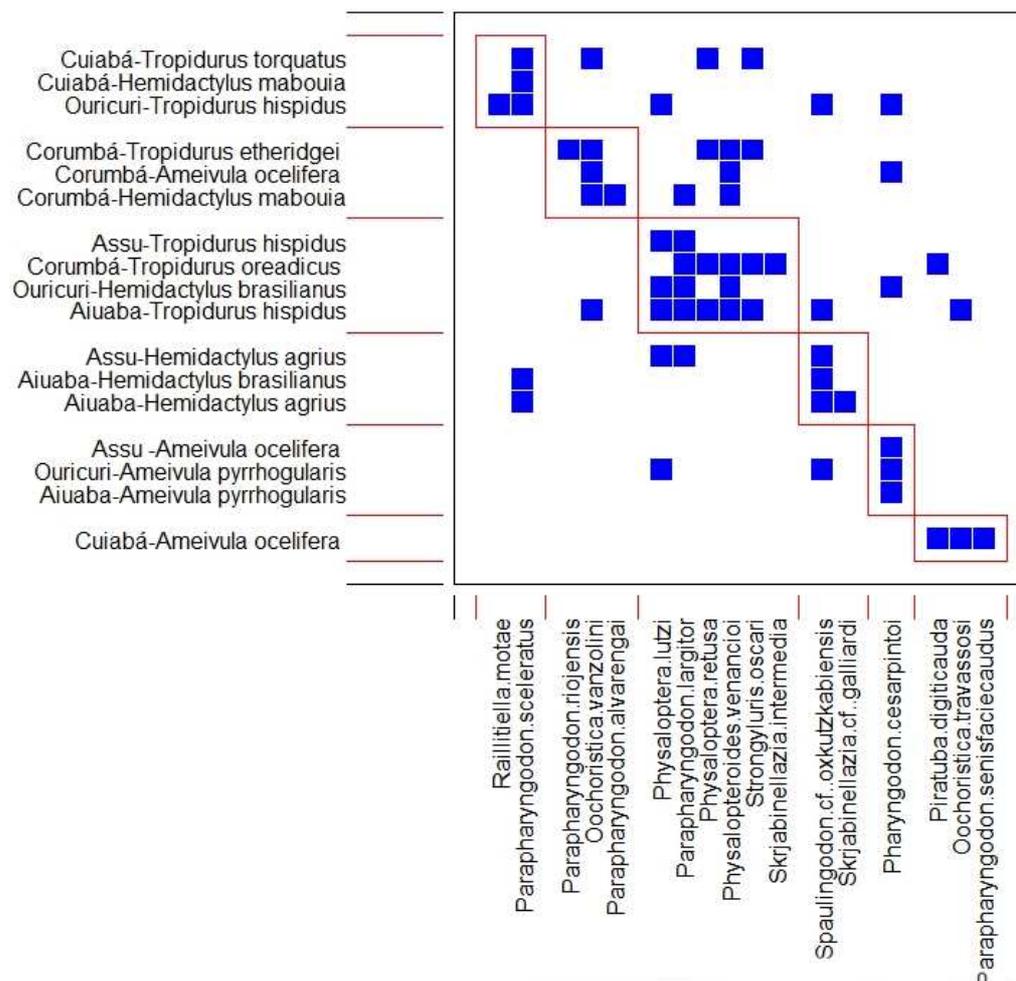


Figura 2. Formação de módulos na rede de interação Parasita-Hospedeiro em lagartos. Legenda: Eixo x espécies de parasito; Eixo y, locais de coleta seguida da espécie de hospedeiro. Linhas

vermelhas enquadrando as interações representam os módulos de interações. Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2. Diversidade de parasitos nas localidades estudadas, seguidos da amplitude da intensidade da infecção (All) (mínimo-máximo), sítios de infecção (SI): C= cavidade; P= pulmão; E= estômago; ID= intestino delgado; IG= intestino grosso e cidade onde foi registrado (CID): AS= Assú-RN; AI= Aiuaba-CE; OU= Ouricuri-PE; CU= Cuiabá-MT; CO= Corumbá-MS e hospedeiros.

	All	SI	CID	HOSPEDEIRO
Cestoda				
<i>Oochoristica vanzolini</i>	1-8	ID	CU-AI	<i>Tropidurus torquatus</i> ; <i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Tropidurus etheridgei</i> ; <i>Ameivula ocellifera</i> ; <i>Hemidactylus mabouia</i> .
<i>Oochoristica travassosi</i>	1-10	ID	CU-AI	<i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Ameivula ocellifera</i> .
Nematoda				
<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	3	IG	CO	<i>Hemidactylus mabouia</i> .
<i>Parapharyngodon largitor</i>	1-12	ID;IG	CO-AI-AS-OU	<i>Tropidurus hispidus</i> .; <i>Hemidactylus agrius</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Hemidactylus mabouia</i> .
<i>Parapharyngodon riojensis</i>	1-2	IG	CO	<i>Tropidurus etheridgei</i> .
<i>Parapharyngodon sceleratus</i>	1-8	ID;IG	OU-CU-AI	<i>Tropidurus torquatus</i> ; <i>Hemidactylus mabouia</i> ; <i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Hemidactylus agrius</i> .
<i>Parapharyngodon senisfaciecaudus</i>	2	IG	CU	<i>Ameivula ocellifera</i> .
<i>Pharyngodon cesarpintoii</i>	1-126	ID;IG	AS-OU-CO-AI	<i>Ameivula ocellifera</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Hemidactylus agrius</i> ; <i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Ameivula pyrrhogularis</i> .
<i>Physaloptera lutzi</i>	1-35	E	AS-OU-AI-	<i>Tropidurus hispidus</i> .; <i>Hemidactylus agrius</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Ameivula pyrrhogularis</i> .
<i>Physaloptera retusa</i>	1-9	E	CO-CU-AI	<i>Tropidurus oreadicus</i> ; <i>Tropidurus etheridgei</i> ; <i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Tropidurus torquatus</i> .
<i>Physalopteroides venancioi</i>	1-9	E	OU-CO-AI	<i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Tropidurus etheridgei</i> ; <i>Tropidurus oreadicus</i> .
<i>Piratuba digiticauda</i>	1	CAV	CO-CU	<i>Tropidurus oreadicus</i>
<i>Skrjabinellazia cf. galliardi</i>	1	E	AI	<i>Hemidactylus agrius</i>
<i>Skrjabinellazia intermedia</i>	1	ID	CO	<i>Tropidurus oreadicus</i>
<i>Spaulingodon cf. ockutzkabiensis</i>	1-53	ID;IG	AS-OU-AI	<i>Hemidactylus agrius</i> ; <i>Tropidurus hispidus</i> ; <i>Hemidactylus brasiliensis</i> ; <i>Ameivula pyrrhogularis</i>
<i>Strongyluris oscaris</i>	1-40	ID;IG	CO-CU-AI	<i>Tropidurus oreadicus</i> ; <i>Tropidurus etheridgei</i> ; <i>Tropidurus torquatus</i>
Pentastomida				
<i>Raillitiella motae</i>	1	P	AS	<i>Tropidurus hispidus</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

3.1.2 Compartilhamento por localidade

O compartilhamento de espécies de parasitos e espécies de hospedeiros por local diferiu em quantidades de *links*. As espécies de parasitos estão mais dispersas nos ambientes, os hospedeiros, por sua vez, estão mais intimamente ligados ao ambiente (Figura 3). Entre as cidades das regiões estudadas (Nordeste e Centro-Oeste) o compartilhamento de parasitos representou 11% (um em nove). Para os parasitos, entretanto, observamos 47% de compartilhamento (sete de 17).

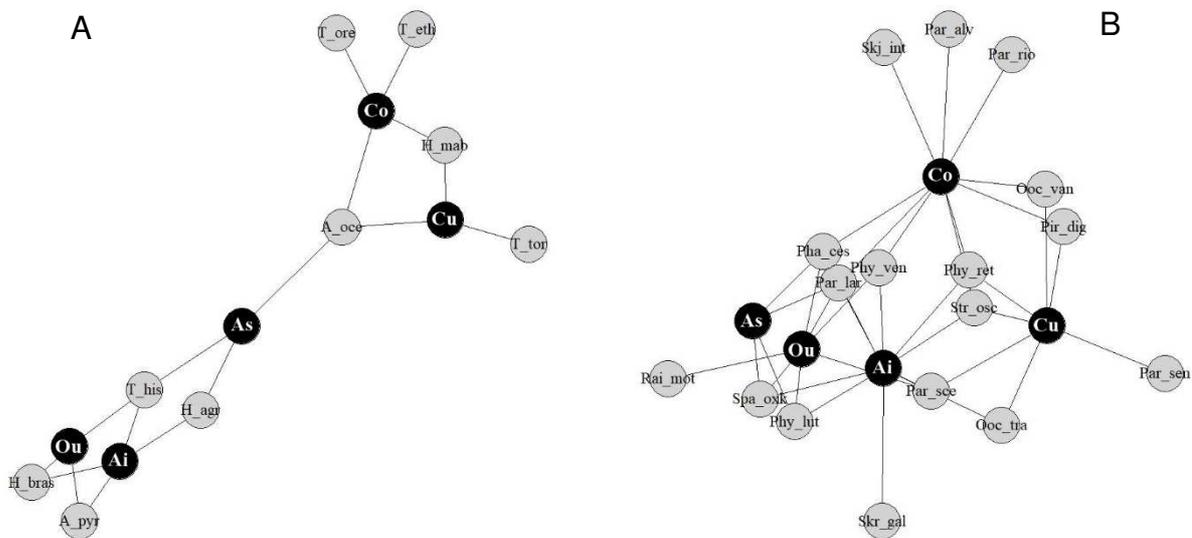


Figura 3. A, compartilhamento de hospedeiros (A_oce= *Ameivula ocellifera*; A_pyr= *Ameivula pyrrhogularis*; H_Agr= *Hemidactylus agrarius*; H_bra= *Hemidactylus brasilianus*; H_mab= *Hemidactylus mabouia*; T_ethe= *Tropidurus etheridgei*; T_his= *Tropidurus hispidus*; T_ore= *Tropidurus oreadicus*; T_tor= *Tropidurus torquatus*); representados nos círculos mais claros, por localidade (Ass= Assú-RN; Aiu= Aiuaba-CE; Our= Ouricuri-PE; Cui= Cuiabá-MT; Cor= Corumbá-MS), representados nos círculos mais escuros. B, compartilhamento de parasitos (Ooc_tra= *Oochoristica travasosi*, Ooc_van= *Oochoristica Vanzolini*, Par_alv= *Parapharyngodon alvarengai*, Par_lar= *Parapharyngodon largitor*, Par_rio= *Parapharyngodon riojensis*, Par_sce= *Parapharyngodon sceleratus*, Par_sen= *Parapharyngodon senisfaciecaudus*, Pha_ces= *Pharyngodon cesarpinto*, Phy_lut = *Physaloptera lutzi*, Phy_ret= *Physaloptera retusa*, Phy_ven= *Physalopteroides venancioi*, Pir_dig= *Piratuba digiticauda*, Rai_mot= *Raillitiella motae*, Skj_gal= *Skrjabinellazia af. Galliardii*, Skr_int= *Skrjabinellazia intermedia*, Spa_oxk= *Spaulingodon af. Oxkutzkabiensis*, Str_osc= *Strongyluris oscar*) nos círculos mais claros, por local, representados nos círculos pretos. Fonte: Dados da pesquisa.

3.1.3 Pares de interação

Aqui utilizamos a rede de interações par-a-par, a qual mostra a localidade de ocorrência de interações (Matriz 7- apêndice - B). Esta possui baixo índice de conectância ($c=0,23$), foi mais aninhada que o esperado ao acaso (NODF2=8,0; $p=0,001$) e não apresentou modularidade significativa ($M=0,67$ $p=0,1$). Os pares de

interações são mais característicos de cada local de modo que em cada cidade, houveram muitas interações exclusivas, onde uma determinada espécie de parasito infectava uma determinada espécie de hospedeiro. Porém, algumas interações coocorrem e conectam diferentes localidades, assim é possível observar quando determinadas associações acontecem em locais diferentes (Figura 4). Desta forma, ao analisar a distribuição de interações, é possível constatar que locais com menor número associações específicas apresentam coocorrências com os locais com maior número.

Ao observar o clima das regiões estudadas e o número de compartilhamento de interações, verificamos que Assú, Aiuaba e Ouricuri, pertencentes ao domínio morfoclimático das Caatingas estando na região Nordeste, compartilham o maior número de interações entre si (cinco). Por outro lado, Corumbá e Cuiabá, pertencentes à região Centro-oeste não compartilharam interações, porém, possuem com climas diferentes. Entre as regiões, houve compartilhamento de uma interação, entretanto, houve grande compartilhamento de parasitos como relatado anteriormente (47%).

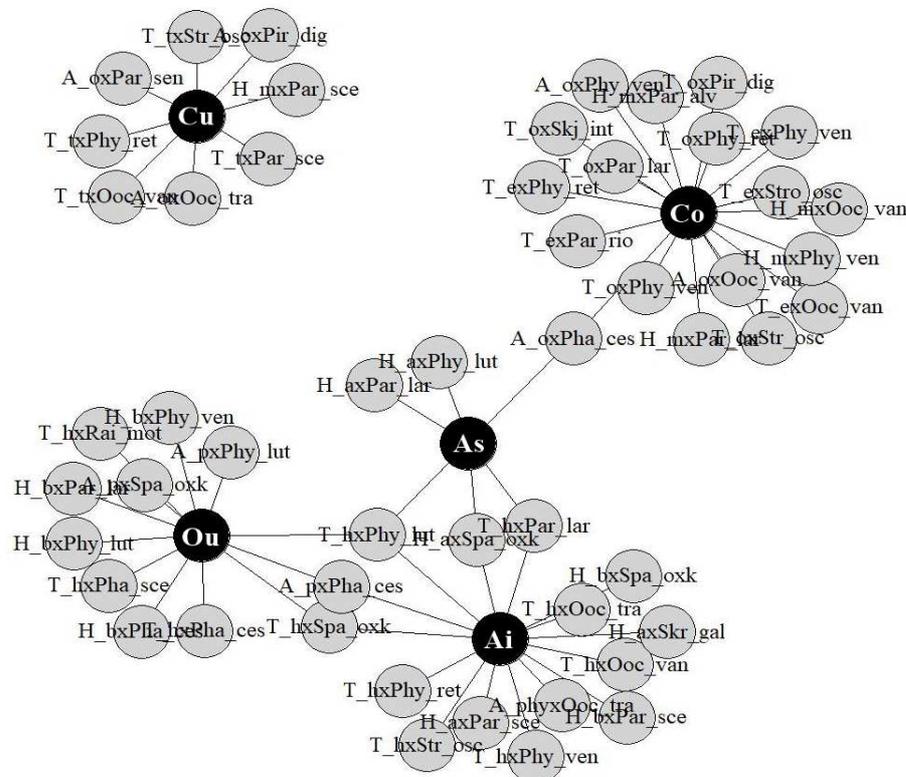


Figura 4. Rede pares de interações T_hxStr_osc= *Tropidurus hispidus* x *Strongyluris oscari*; T_hxPhy_ven= *Tropidurus hispidus* x *Physalopteroides venancioi*; T_hxOoc_tra= *Tropidurus hispidus* x *Oochoristica travasosi*; T_hxOoc_van= *Tropidurus hispidus* x *Oochoristica vanzolini*; T_hxPhy_ret=

Tropidurus hispidus x *Physaloptera retusa*; T_hxPhy_lut= *Tropidurus hispidus* x *Physaloptera lutzi*; T_hxPar_lar= *Tropidurus hispidus* x *Parapharyngodon largitor*; T_hxSpa_oxk= *Tropidurus hispidus* x *Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis*; T_hxPha_ces= *Tropidurus hispidus* x *Pharyngodon cesarpintoi*; T_hxRai_mot= *Tropidurus hispidus* x *Raillitiella motae*; T_hxPha_sce= *Tropidurus hispidus* x *Parapharyngodon sceleratus*; T_exPhy_ret= *Tropidurus etheridgei* x *Physaloptera retusa*; T_exPar_rio= *Tropidurus etheridgei* x *Parapharyngodon riojensis*; T_exPhy_ven= *Tropidurus etheridgei* x *Physalopteroides venancioi*; T_exOoc_van= *Tropidurus etheridgei* x *Oochoristica vanzolini*; T_exStro_osc= *Tropidurus etheridgei* x *Strongyluris oscari*; T_orexPar_lar= *Tropidurus oreadicus* x *Parapharyngodon largitor*; T_orexPhy_ret= *Tropidurus oreadicus* x *Physaloptera retusa*; T_orexPhy_ven= *Tropidurus oreadicus* x *Physalopteroides venancioi*; T_orexStr_osc= *Tropidurus oreadicus* x *Strongyluris oscari*; T_orexPir_dig= *Tropidurus oreadicus* x *Piratuba digiticauda*; T_orexSkj_int= *Tropidurus oreadicus* x *Skrjabinellazia intermedia*; T_txPhy_ret= *Tropidurus torquatus* x *Physaloptera retusa*; T_txOoc_van= *Tropidurus torquatus* x *Oochoristica vanzolini*; T_txStr_osc= *Tropidurus torquatus* x *Strongyluris oscari*; T_txPar_sce= *Tropidurus torquatus* x *Parapharyngodon sceleratus*; H_axPhy_lut= *Hemidactylus agrius* x *Physaloptera lutzi*; H_axSkr_gal= *Hemidactylus agrius* x *Skrjabinellazia af. galliardi*; H_axPar_sce= *Hemidactylus agrius* x *Parapharyngodon sceleratus*; H_axPar_lar= *Hemidactylus agrius* x *Parapharyngodon largitor*; H_axSpa_oxk= *Hemidactylus agrius* x *Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis*; H_mxPar_lar= *Hemidactylus mabouia* x *Parapharyngodon largitor*; H_mxPhy_ven= *Hemidactylus mabouia* x *Physalopteroides venancioi*; H_mxOoc_van= *Hemidactylus mabouia* x *Oochoristica vanzolini*; H_mxPar_alv= *Hemidactylus mabouia* x *Parapharyngodon alvarengai*; H_bxPar_sce= *Hemidactylus brasiliensis* x *Parapharyngodon sceleratus*; H_bxSpa_oxk= *Hemidactylus brasiliensis* x *Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis*; H_mxPar_sce= *Hemidactylus mabouia* x *Parapharyngodon sceleratus*; H_bxPhy_lut= *Hemidactylus brasiliensis* x *Physaloptera lutzi*; H_bxPar_lar= *Hemidactylus brasiliensis* x *Parapharyngodon largitor*; H_bxPha_ces= *Hemidactylus brasiliensis* x *Pharyngodon cesarpintoi*; H_bxPhy_ven= *Hemidactylus brasiliensis* x *Physalopteroides venancioi*; A_oxPha_ces= *Ameivula ocellifera* x *Pharyngodon cesarpintoi*; A_oxPhy_ven= *Ameivula ocellifera* x *Physalopteroides venancioi*; A_oxOoc_van= *Ameivula ocellifera* x *Oochoristica vanzolini*; A_oxPir_dig= *Ameivula ocellifera* x *Piratuba digiticauda*; A_oxOoc_tra= *Ameivula ocellifera* x *Oochoristica travasosi*; A_oxPar_sen= *Ameivula ocellifera* x *Parapharyngodon senisfaciecaudus*; A_pxPhy_lut= *Ameivula pyrrhogularis* x *Physaloptera lutzi*; A_pxSpa_oxk= *Ameivula pyrrhogularis* x *Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis*; A_pxPha_ces= *Ameivula pyrrhogularis* x *Pharyngodon cesarpintoi*; A_pxOoc_trav= *Ameivula pyrrhogularis* x *Oochoristica travasosi* (em círculos mais claros) observadas em todas as localidades estudadas: Ass= Assú-RN; Aiu= Aiuaba-CE; Our= Ouricuri-PE; Cui= Cuiabá-MT; Cor= Corumbá-MS, representadas nos círculos pretos. Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 Dissimilaridade de interações

Para esta análise, continuamos a utilizar a matriz par a par, a qual nos permite observar as interações. As localidades com menor índice de dissimilaridade entre si foram Assú-RN e Aiuaba-CE (0.83, coeficiente de correlação cofenética = 0,9) estando a 1º de latitude de distância e possuindo clima semelhante. Cuiabá-MT e Corumbá-MS possuem uma distância latitudinal de aproximadamente 3,5º entre si, entretanto, obtiveram completa dissimilaridade (1.00), contudo possuem climas distintos (Figura 5).

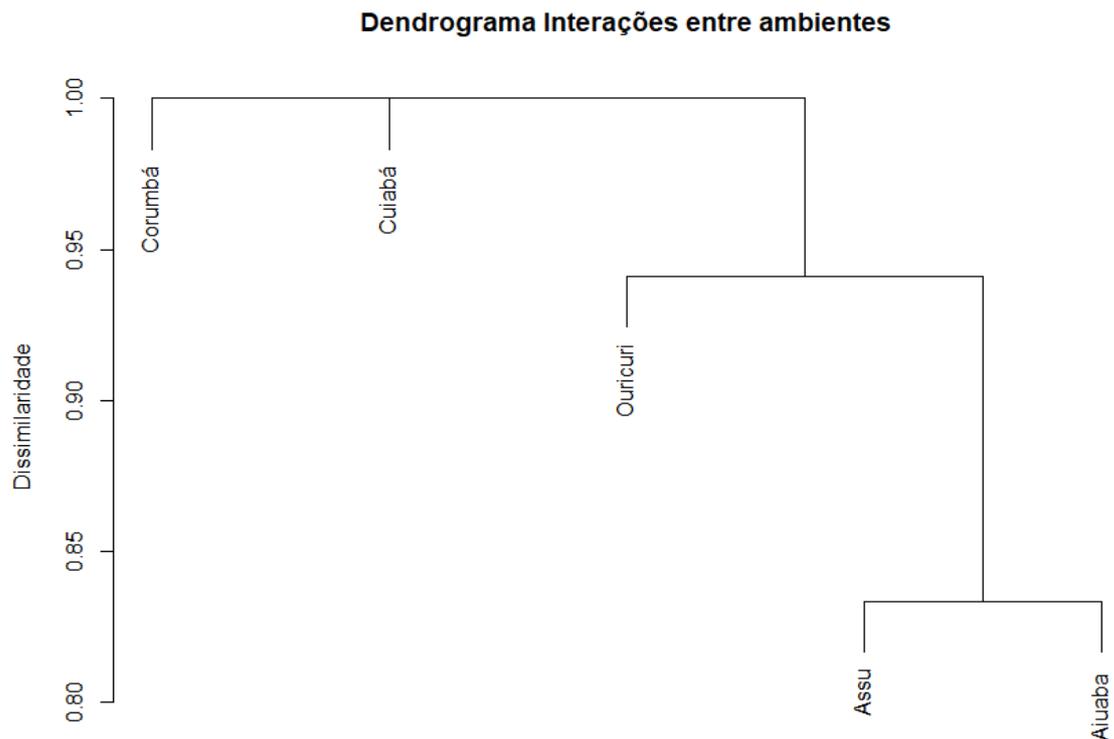


Figura 5. Dendrograma formado pelo índice de dissimilaridade para pares de interações nas localidades de coleta. Coeficiente de correlação cofenética =0,9. Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Redes locais

Dentre as cinco localidades estudadas, apenas duas possuíam redes mais modulares que esperado ao acaso (Assú e Aiuaba, latitudes 5° e 6° respectivamente). Nas redes de Assú, Ouricuri e Corumbá observamos aninhamento significativo. Identificamos em todas as redes, altos índices de especialização (Tabela 3).

Tabela 3. Métricas para redes de interações por localidade estudada: Modularidade (M), Aninhamento (NODF2) e índice de especialização (H2') seguidas do p-value (p). Conectância (C) e latitude da localidade.

	M	p	NODF2	p	H2'	p	C	Latitude
Assú	0,54	0,001	17,52	0,001	0,95	0,001	0,31	5° 34' 38"S
Aiuaba	0,60	0,001	10,96	0,30	0,86	0,001	0,13	6° 34' 25"S
Ouricuri	0,50	0,126	24,54	0,002	0,81	0,001	0,20	7° 52' 41"S
Corumbá	0,66	0,27	9,39	0,001	0,81	0,001	0,13	19° 00'33"S
Cuiabá	0,51	0,10	27,38	0,03	0,73	0,001	0,19	15° 35' 56"S
Rede Regional	0,44	0,001	27,3	0,4	0,77	0,001	0,20	--

Fonte: Dados da pesquisa.

4 DISCUSSÃO

Para a rede regional observamos padrão modular e alta especialização, esta pode explicar o padrão, pois a modularidade é característica de redes de interações mais especialistas (OLESEN et al., 2007, KRASNOV et al., 2012; PILOSOF et al., 2013). Ao se observar a formação dos módulos na rede, observamos que o compartilhamento de parasitos foi mais significativo para os agrupamentos de interações (*i.e.*, módulos) do que o local de coleta ou latitude (Figura 2). Os módulos formados com os dados da rede regional, em sua maioria, agruparam diferentes locais de coleta contendo mais de uma espécie hospedeira congênere compartilhando espécies de parasitos. O compartilhamento de espécies de parasitos pela mesma espécie em locais diferentes ou por espécies do mesmo gênero é comum, uma vez que a filogenia do hospedeiro influencia na fauna parasitária, de modo que há certa especialização de grupos de parasitos por grupos de hospedeiros com proximidade filogenética (LIMA et al., 2012). Com isso, acreditamos que a estreita ligação entre as espécies condicionada pela filogenia do hospedeiro e especificidade do parasito é altamente influente para estruturação da rede de interações.

O compartilhamento de parasitos nos locais de coleta foi maior que o de espécies hospedeiras. A distribuição das espécies hospedeiras não abrangia toda a área estudada (COSTA; BÉRNILS, 2018). Porém, certas espécies de parasitos estiveram amplamente distribuídas como *P. largitor* e *P. cesarpinto*, registrados em 4 das 5 localidades infectando espécies do gênero *Hemidactylus* (Figura 3). Também registramos espécies de parasitos em um único local de coleta (*S. intermedia*, *P. alvarengai* e *P. riojensis* em Corumbá, *P. senisfaciecaudus* em Cuiabá, *S. cf. galliardi* em Aiuaba e *R. motae* em Ouricuri). Estes compartilhamentos de parasitos se mostraram importantes para a conectividade da rede e revelam que a distribuição dos parasitos se tornou mais ampla que a dos hospedeiros.

Estudos sobre a distribuição de parasitos mostram que estes podem se dispersar junto com espécies ancestrais (RAUSCH, 1994) e colonizar novos ambientes. Com isso, parasitos podem trocar de hospedeiros sem sofrer especiação e mantendo as condições ideais de habitat infectando novas espécies filogeneticamente próximas (WEAVER et al. 2016). Nossos resultados corroboram esta ideia dada a presença de espécies parasitas em hospedeiros tanto de gêneros

semelhantes quanto em gêneros diferentes em uma ampla faixa geográfica. Entretanto, a proximidade filogenética, neste caso é levada ao nível de subordem, uma vez que os três gêneros presentes neste estudo, pertencem a famílias diferentes (Gekkonidae, Teiidae e Tropiduridae) (PYRON; BURBRINK; WIENS, 2013). Mesmo pertencendo a diferentes famílias, ainda há proximidade por pertencerem à mesma ordem. A partir deste embasamento, não seria incomum encontrar espécies de parasitos infectando espécies de gêneros diferentes dada a proximidade filogenética dentro da ordem biológica. Corroborando esta ideia, há registros de espécies parasitas infectando diversas espécies de hospedeiros pertencentes à mesma subordem (e.g. Lacertilia) assim como entre subordens de Squamata (e.g. Lacertilia, Serpentes e Amphisbaenia) (AL-BARWARI; SAEED, 2007; ÁVILA; SILVA, 2010). Devido a esta capacidade de infectar diferentes espécies sem sofrer especiação, os parasitos foram capazes de se dispersar mais que as espécies de hospedeiros. Este fato, explicaria também a presença de espécies hospedeiras de gêneros diferentes na formação dos módulos da rede regional discutido anteriormente.

Observamos as interações por pares ocorrendo, em sua maioria, de forma restrita em determinados locais de coleta. Brooks e colaboradores (1992) ao investigarem a radiação adaptativa de helmintos, atribuíram a distribuição restrita de parasitos em hospedeiros relictuais à especialização ecológica, podendo esta restringir a distribuição de espécies parasitas. Reafirmando esta ideia, observamos em nosso conjunto de dados parasitos e hospedeiros, ambos com distribuições restritas (e.g. *S. intermedia* infectando *T. oreadicus* em Corumbá-MT), ocasionando pares de interações características de cada localidade. Contudo, a amplitude de dispersão de hospedeiros, não impediu a dispersão da maioria de espécies parasitas (Figura 3 B). Observamos que entre as regiões apenas uma interação foi compartilhada, mas em contraste, 47% dos parasitos foram registrados em ambas. Portanto, nossa hipótese é que caso houvesse maior distribuição de espécies hospedeiras, seria esperado maior coocorrência de interações devido a capacidade de dispersão dos parasitos.

O padrão esperado para a rede composta pelos pares de interação era aninhado (ver EMER et al., 2018), de modo que locais com menos interações seriam subconjuntos de locais com mais interações. No presente trabalho, confirmamos

este padrão, embora com baixo valor de aninhamento ($NODF2=8,0$; $p=0,001$). Deste modo, a distribuição foi aninhada com espécies de parasitos trocando de hospedeiros ao longo dos ambientes tomando características um pouco mais dispersas. Atribuímos estes resultados a aspectos da história de vida de parasitos e hospedeiros tais como, mobilidade do hospedeiro, complexidade do ciclo de vida do parasito e especificidade do hospedeiro. Estes fatores exercem influência sobre a estrutura das populações de ambos (HUYSE; POULIN; THÉRON, 2005) e possivelmente, em sua capacidade de dispersão, como anteriormente discutido. Além disso, fatores ambientais parecem ser outro fator de grande importância para a estruturação das interações. Características como faixa de temperatura, sazonalidade e radiação solar, podem influenciar a ecologia e distribuição de espécies hospedeiras (NOVOSOLOV et al., 2017), explicando a amplitude de distribuição dos lagartos. Todavia, a proximidade filogenética entre estes permitiu a dispersão de parasitos encontrada em nosso trabalho, explicando o padrão de distribuição de interações.

Complementando as ideias anteriores, verificamos que a dissimilaridade das interações não seguiu padrão de distribuição, tendo localidades próximas com poucos graus de latitude de distância obtendo completa dissimilaridade (Figura 5). Estas cidades, entretanto, possuíam climas distintos, fator este que pode influenciar a ocorrência das espécies hospedeiras (NOVOSOLOV et al., 2017). Portanto, acreditamos que a especialização e o tipo de ambiente, podem ser mais significativas nestas interações em relação à latitude (BEZERRA et al., 2016; POULIN, 2003; VINARSKI et al., 2007).

Das redes locais, apenas duas obtiveram valores significativos de modularidade (Assu-RN, Aiuaba-CE). Estas redes estavam localizadas em cidades nas latitudes mais baixas deste estudo (4° e 5° respectivamente) e obtiveram os maiores valores de índice de especialização (Tabela 3). As redes das demais cidades não foram mais modulares que esperado mesmo tendo valores significativos de $H2'$, embora estes decaíssem com o aumento da latitude. A especialização tende a ser maior em direção aos trópicos (HANLY; MITTELBACH; SCHEMSKE, 2017; JOCQUE et al., 2010), o que poderia ocasionar este padrão de maiores valores de $H2'$ e modularidade significativa apenas nas localidades mais próximas ao equador.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o conjunto de dados testados, as influências abióticas exerceram importante papel na estruturação de redes ecológicas parasito-hospedeiro influenciando fatores bióticos da história de vida de ambos. Verificamos a topologia das redes variando ao longo do gradiente, no qual as redes mais próximas ao equador obtiveram padrão modular e maiores índices de especialização. As interações entre parasitos e hospedeiros são menos distintas em locais com menor distância latitudinal, porém a distância por si só parece ser menos influente na estruturação das redes. Assim, fatores abióticos têm mais influência na distribuição de espécies hospedeiras resultando no padrão encontrado. Concluimos ainda que parasitos e hospedeiros tem oportunidades distintas de se dispersarem, tendo os parasitos maiores amplitudes de dispersão visto que podem infectar espécies congêneres e não congêneres dentro de um grupo próximo filogeneticamente em ambientes distintos. Por fim, concluimos que a latitude não influencia nos padrões das redes parasito-hospedeiro. A especialização e as características do ambiente mostraram ser os principais fatores subjacentes na estruturação destas interações.

REFERÊNCIAS

- AL-BARWARI, S. E.; SAEED, I. On the helminth fauna of some Iraqi reptiles. **Turkiye parazitolojii dergisi**, v. 31, n. 4, p. 330–6, 2007.
- AMATO, J. F. R.; AMATO, S. B. Técnicas gerais para coleta e preparação de helmintos endoparasitos de aves. In: MATTER, S. VON et al. (Eds.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 369–393.
- ÁVILA, R. W.; SILVA, R. J. Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 16, n. 4, p. 543–572, 2010.
- BASCOMPTE, J. et al. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 16, p. 9383–9387, 2003.
- BELLAY, S. et al. A host-endoparasite network of Neotropical marine fish: are there organizational patterns? **Parasitology**, v. 138, n. 14, p. 1945–1952, 15 dez. 2011.
- BELLAY, S. et al. Ectoparasites and endoparasites of fish form networks with different structures. **Parasitology**, v. 142, n. 07, p. 901–909, 2015.
- BEZERRA, C. H. et al. Assessing the influence of geographic distance in parasite communities of an exotic lizard. **Acta Parasitologica**, v. 61, n. 1, p. 136–143, 2016.
- BLÜTHGEN, N.; MENZEL, F.; BLÜTHGEN, N. Measuring specialization in species interaction networks. **BMC Ecology**, v. 6, 2006.
- BRITO, S. V et al. Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of Northeast Brazil. **Parasitology Research**, v. 113, n. 11, p. 3963–3972, 2014.
- BROOKS, D. R. Origins, Diversification, and Historical Structure of the Helminth Fauna Inhabiting Neotropical Freshwater Stingrays (Potamotrygonidae). **The Journal of Parasitology**, v. 78, n. 4, p. 588, 1992.
- CANARD, E. F. et al. Empirical Evaluation of Neutral Interactions in Host-Parasite Networks. **The American Naturalist**, v. 183, n. 4, p. 468–479, 2014.
- Climate-data.org **Clima de Corumbá**. 2019a. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/mato-grosso-do-sul/corumba-31513/>. Acesso em: 25 Jan. 2019
- Climate-data.org. **Clima de Cuiabá**. 2019b. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/mato-grosso/cuiaba-714809/>. Acesso em: 25 Jan.2019

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 11–57, 2018.

DALLAS, T.; CORNELIUS, E. Co-extinction in a host-parasite network: identifying key hosts for network stability. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 13185, 17 out. 2015.

DORMANN, C. F.; STRAUSS, R. A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 90–98, 2014.

DUNNE, J. A.; WILLIAMS, R. J.; MARTINEZ, N. D. Food-web structure and network theory: The role of connectance and size. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2002.

EMER, C. et al. Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes – a metanetwork approach. **Ecology Letters**, v. 21, n. 4, p. 484–493, 2018.

FONTAINE, C. et al. The ecological and evolutionary implications of merging different types of networks. **Ecology Letters**, v. 14, n. 11, p. 1170–1181, 2011.

GASTON, Kevin J. Global patterns in biodiversity. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 220, 2000.

GIBBONS, L. 2010 Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Supplementary Volume. **CAB International**, Wallingford,U.K, 416 pp.

GUILHAUMON, F. et al. Latitudinal mismatches between the components of mammal – flea interaction. p. 725–731, 2012.

GUIMARÃES, P. R. et al. Indirect effects drive coevolution in mutualistic networks. **Nature**, v. 550, n. 7677, 2017.

HAGEN, M. et al. **Biodiversity, Species Interactions and Ecological Networks in a Fragmented World**. 1. ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2012. v. 46

HANLY, P. J.; MITTELBACH, G. G.; SCHEMSKE, D. W. Speciation and the Latitudinal Diversity Gradient: Insights from the Global Distribution of Endemic Fish. **The American Naturalist**, v. 189, n. 6, p. 604–615, 2017.

HUYSE, T.; POULIN, R.; THÉRON, A. **Speciation in parasites: A population genetics approach****Trends in Parasitology**, 2005.

JOCQUE, M. et al. Climatic control of dispersal-ecological specialization trade-offs: A metacommunity process at the heart of the latitudinal diversity gradient? **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 2, p. 244–252, 2010.

KRASNOV, B. R. et al. Phylogenetic Signal in Module Composition and Species Connectivity in Compartmentalized Host-Parasite Networks. **The American Naturalist**, v. 179, n. 4, p. 501–511, 2012.

LIMA, D. P. et al. Patterns of interactions of a large fish-parasite network in a tropical floodplain. **Journal of Animal Ecology**, v. 81, n. 4, p. 905–913, 2012.

NOVOSOLOV, M. et al. Population density–range size relationship revisited. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 10, p. 1088–1097, 2017.

OLESEN, J. M. et al. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 50, p. 19891–19896, 2007.

OLIVEIRA, P.; MARQUIS, R. The Cerrados Of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. New York: **Columbia University Press**, 2002.

PILOSOF, S. et al. Temporal dynamics of direct reciprocal and indirect effects in a host-parasite network. **Journal of Animal Ecology**, v. 82, n. 5, p. 987–996, 2013.

POULIN, R. Network analysis shining light on parasite ecology and diversity. **Trends in Parasitology**, v. 26, n. 10, p. 492–498, 2010.

POULIN, R. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. **Journal of Biogeography**, v. 30, n. 10, p. 1609–1615, out. 2003.

POULIN, R.; MOUILLOT, D. Parasite specialization from a phylogenetic perspective: A new index of host specificity. **Parasitology**, v. 126, n. 5, p. 473–480, maio 2003.

PYRON, R.; BURBRINK, F. T.; WIENS, J. J. A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. **BMC Evolutionary Biology**, v. 13, n. 1, p. 93, 2013.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2016.

RAUSCH, R. L. Transberingian dispersal of cestodes in mammals. **International Journal for Parasitology**, v. 24, n. 8, p. 1203–1212, 1994.

REBELLATO, L.; CUNHA, C. N. DA. Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica bras.**, v. 19, n. 4, p. 789–799, 2005.

REGO, A. A. Pentastomídeos de Répteis do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 78, n. 4, p. 399–411, 1983.

SCHEMSKE, D. W. et al. Is There a Latitudinal Gradient in the Importance of Biotic Interactions? **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 40, n. 2009, p. 245–269, 2009.

SCHLEUNING, M. et al. Specialization of mutualistic interaction networks decreases toward tropical latitudes. **Current Biology**, v. 22, n. 20, p. 1925–1931, 2012.

TYLIANAKIS, J. M.; MORRIS, R. J. Ecological Networks Across Environmental

Gradients. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 48, n. 1, p. annurev-ecolsys-110316-022821, 2017.

VÁZQUEZ, D. P.; STEVENS, R. D. The Latitudinal Gradient in Niche Breadth: Concepts and Evidence. **The American Naturalist**, v. 164, n. 1, p. E1–E19, 2004.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental**. 1. ed. Recife , PE , Brazil: The Nature Conservancy do Brasil, 2002.

VICENTE, J. J. et al. NEMATOIDES DO BRASIL. PARTE III: NEMATOIDES DE RÉPTEIS. **Revta bras. Zool.**, v. 10, n. 1, p. 19–168, 1993.

VINARSKI, M. V. et al. Decay of similarity of gamasid mite assemblages parasitic on Palaearctic small mammals: geographic distance, host-species composition or environment. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 10, p. 1691–1700, out. 2007.

WEAVER, H. J.; MONKS, S.; GARDNER, S. L. Phylogeny and biogeography of species of *Syphacia* Seurat, 1916 (Nemata:Oxyurida:Oxyuridae) from the Australian Bioregion. **Australian Journal of Zoology**, v. 64, n. 2, p. 81–90, 2016.

APÊNDICE A – LISTA DE VOUCHERS**Universidade Federal Rural do Semiárido**

CHSAR 585; CHSAR 738; CHSAR 737; CHSAR 504; CHSAR 803; CHSAR 239; CHSAR 467; CHSAR 801; CHSAR 468; CHSAR 92; CHSAR 447; CHSAR 90; CHSAR 89; CHSAR 522; CHSAR 93; CHSAR 91; CHSAR 244; CHSAR 446; CHSAR 448; CHSAR 615; CHSAR 616; CHSAR 523; CHSAR 333; CHSAR 627; CHSAR 586; CHSAR 587; CHSAR 589; CHSAR 588; CHSAR 617; CHSAR 804; CHSAR 507; CHSAR 107; CHSAR 374; CHSAR 438; CHSAR 506; CHSAR 492; CHSAR 740; CHSAR 739; CHSAR 511; CHSAR 601; CHSAR 512; CHSAR 460; CHSAR 600; CHSAR 316; CHSAR 445; CHSAR 211; CHSAR 598; CHSAR 599; CHSAR 461; CHSAR 444; CHSAR 246; CHSAR 462; CHSAR 593; CHSAR 345; CHSAR 602; CHSAR 223; CHSAR 105; CHSAR 631; CHSAR 573; CHSAR 510; CHSAR 84; CHSAR 500; CHSAR 225; CHSAR 736; CHSAR 735; CHSAR 82; CHSAR 621; CHSAR 443; CHSAR 322; CHSAR 243; CHSAR 525; CHSAR 638; CHSAR 83; CHSAR 459; CHSAR 457; CHSAR 86; CHSAR 318; CHSAR 324; CHSAR 85; CHSAR 499; CHSAR 321; CHSAR 524; CHSAR 637; CHSAR 242; CHSAR 241; CHSAR 311; CHSAR 458; CHSAR 314; CHSAR 498; CHSAR 495;

Universidade Regional do Cariri

URCA 675; URCA 676; URCA 678; URCA 679; URCA 683; URCA 685; URCA 1504; URCA 1508; URCA 010; URCA 2027; URCA 2028; URCA 2029; URCA 2031; URCA 2035; URCA 2037; URCA 2075; URCA 2632; URCA 2637; URCA 2645; URCA 2841; URCA 3031; URCA 3033; URCA 3034; URCA 3040; URCA 3053; URCA 3056; URCA 3057; URCA 3060; URCA 3065; URCA 3207; URCA 1171; URCA 1172; URCA 1174; URCA 1175; URCA 1510; URCA 1514; URCA 2013; URCA 2014; URCA 2016; URCA 2017; URCA 2073; URCA 2074; URCA 2683; URCA 2684; URCA 2685; URCA 2686; URCA 2687; URCA 2688; URCA 2689; URCA 2690; URCA 2847; URCA 2848; URCA 2850; URCA 2851; URCA 3067; URCA 3068; URCA 3213; URCA 3825; URCA 3880; URCA 6704; URCA 1065; URCA 1148; URCA 1150; URCA 1152; URCA 1503; URCA 1520; URCA 1521; URCA 1526; URCA 1982; URCA 1983; URCA 1984; URCA 1985; URCA 1986; URCA 1987; URCA 1988; URCA 2622; URCA 2625; URCA 2697; URCA 2726; URCA 2832; URCA 2833; URCA 2834; URCA 3047; URCA 3811; URCA 3812; URCA 3813; URCA 3814; URCA 3834; URCA 4496; URCA 6693; URCA 7446; URCA

3801; URCA 8800; URCA 4088; URCA 7565; URCA 5613; URCA 5610; URCA 4451; URCA 4396; URCA 5616; URCA 4397; URCA 3765; URCA 3767; URCA 3768; URCA 3771; URCA 3772; URCA 3773; URCA 3775; URCA 3776; URCA 3777; URCA 3779; URCA 3781; URCA 3783; URCA 3788; URCA 4072; URCA 4073; URCA 4074; URCA 4075; URCA 4438; URCA 4439; URCA 4440; URCA 4441; URCA 4442; URCA 4443; URCA 5217; URCA 5218; URCA 7377; URCA 7400; URCA 10.416; URCA 10.418; URCA 10.419; URCA 5219; URCA 5220; URCA 5222; URCA 5223; URCA 5229; URCA 5599; URCA 5601; URCA 5602; URCA 5603; URCA 9521; URCA 9522; URCA 9523; URCA 9525; URCA 9527; URCA 9528; URCA 9529; URCA 9530; URCA 9531; URCA 9532; URCA 9533; URCA 10494; URCA 10497; URCA 10484; URCA 10496; URCA 10491; URCA 10490; URCA 10503; URCA 10512; URCA 10507; URCA 10488.

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

CEUCH 582; CEUCH 320; CEUCH 537; RS 547; RS 548; RS 550; RS 553; RS 569; RS 570; RS 578; AFB 655; AFB 2084; AFB 654; AFB XX1; AFB 650 AFB 648; AFB 656; AFB 658; AFB 660; AFB 662; AFB XX2; NH 446 NH 658; NH 660; NH 665 NH 664; NH 659; NH 662; NH 661; CEUCH 3515; NH 434; NH 446; AFB 1629; AFB 1630; AFB 2284; AFB 2278; AFB 2327

Universidade Federal do Mato Grosso

UFMT 1380; UFMT 1349; UFMT 1353; UFMT 1374; UFMT 6704; UFMT 6706; UFMT 6700; UFMT 1380; UFMT 1349; UFMT 1353; UFMT 1374; UFMT 6704; UFMT 6706; UFMT 6700; UFMT 49; UFMT 5471; UFMT 304; UFMT 1509; UFMT 440; UFMT 1010; UFMT 1015; UFMT 441; UFMT 1014; UFMT 443; UFMT 1025; UFMT 1018; UFMT 1026; UFMT 439; UFMT 1020; UFMT 1024; UFMT 1013.

T_his_11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
T_his_12	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
T_his_13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
T_his_14	0	0	2	0	40	0	0	0	0	0	0
T_his_15	0	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0
T_his_16	0	0	18	0	0	0	8	0	0	0	0
T_his_17	0	0	8	0	0	9	0	0	0	0	0
T_his_18	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0
T_his_19	0	0	5	0	2	0	2	0	0	0	0
T_his_20	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0
T_his_21	0	0	0	0	7	0	1	4	0	0	0
T_his_22	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
T_his_23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
T_his_24	0	0	0	11	1	0	1	0	0	0	0
T_his_25	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
T_his_26	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
T_his_27	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
T_his_28	1	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0
T_his_29	0	0	3	0	0	0	6	1	2	0	0
T_his_30	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0
H_agr_1	0	0	0	0	0	0	0	34	0	1	0
H_agr_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H_agr_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_agr_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_agr_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_bras_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
H_bras_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_bras_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_bras_4	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
H_bras_5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
H_bras_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3 Rede local de Assú-RN

Matriz 3- Interações Entre indivíduos hospedeiros (A_oce = Ameivula ocelífera; T_his = *Tropidurus hispidus*; H_agr = *Hemidactylus agrisus*) e espécies parasitas de Assú-RN.

	<i>Physaloptera lutzi</i>	<i>Parapharyngodon largitor</i>	<i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	<i>Spaulingodon cf. oxutzkabiensis</i>
T_his_1	1	0	0	0
T_his_2	0	0	0	0
T_his_3	1	1	0	0
T_his_4	1 1	0	0	0
T_his_5	1 2	1	0	0
T_his_6	1 8	0	0	0
T_his_7	1 7	0	0	0

T_his_8	2	0	0	0
T_his_9	2	4	0	0
T_his_10	2 0	0	0	0
T_his_11	5	0	0	0
T_his_12	4	1	0	0
T_his_13	6	1	0	0
T_his_14	6	1	0	0
T_his_15	6	4	0	0
T_his_16	1 3	4	0	0
T_his_17	9	0	0	0
T_his_18	2 6	4	0	0
T_his_19	1	1	0	0
T_his_20	0	2	0	0
T_his_21	0	1	0	0
T_his_22	0	0	0	0
T_his_23	0	6	0	0
T_his_24	0	0	0	0
T_his_25	0	0	0	0
T_his_26	0	0	0	0
T_his_27	3 5	0	0	0
T_his_28	0	0	0	0
T_his_29	0	0	0	0
T_his_30	0	0	0	0
A_oce_1	0	0	0	0
A_oce_2	0	0	0	0
A_oce_3	0	0	0	0
A_oce_4	0	0	0	0
A_oce_5	0	0	6	0
A_oce_6	0	0	63	0
A_oce_7	0	0	123	0
A_oce_8	0	0	48	0
A_oce_9	0	0	24	0
A_oce_1 0	0	0	0	0
A_oce_1 1	0	0	29	0
A_oce_1 2	0	0	4	0
A_oce_1 3	0	0	82	0
A_oce_1 4	0	0	95	0
A_oce_1 5	0	0	4	0
A_oce_1 6	0	0	0	0

A_oce_17	0	0	0	0
A_oce_18	0	0	0	0
A_oce_19	0	0	0	0
A_oce_20	0	0	0	0
A_oce_21	0	0	0	0
A_oce_22	0	0	0	0
A_oce_23	0	0	0	0
A_oce_24	0	0	0	0
A_oce_25	0	0	0	0
A_oce_26	0	0	0	0
A_oce_27	0	0	0	0
A_oce_28	0	0	0	0
A_oce_29	0	0	0	0
A_oce_30	0	0	0	0
H_agr_1	0	0	0	0
H_agr_2	0	0	0	53
H_agr_3	0	3	0	0
H_agr_4	0	3	0	0
H_agr_5	0	0	0	0
H_agr_6	0	0	0	0
H_agr_7	0	2	0	0
H_agr_8	0	0	0	4
H_agr_9	0	0	0	12
H_agr_10	0	0	0	10
H_agr_11	0	0	0	0
H_agr_12	0	0	0	3
H_agr_13	0	0	0	1
H_agr_14	0	1	0	0
H_agr_15	1	0	0	1
H_agr_16	0	0	0	1
H_agr_17	0	2	0	0
H_agr_18	0	3	0	0
H_agr_19	0	0	0	43
H_agr_20	0	0	0	9
H_agr_21	0	0	0	0
H_agr_22	0	0	0	0
H_agr_23	0	0	0	0

H_agr_24	0	0	0	0
H_agr_25	0	0	0	0
H_agr_26	0	0	0	0
H_agr_27	0	0	0	0
H_agr_28	0	0	0	0
H_agr_29	0	0	0	0
H_agr_30	0	0	0	0

4 Rede local de Ouricuri-PE

Matriz 4- Interações Entre indivíduos hospedeiros (A_pry = *Ameivula pyrrhogularis*; T_his = *Tropidurus hispidus*; H_bra = *Hemidactylus brasilianus*) e espécies parasitas de Ouricuri-PE.

	<i>Physaloptera lutzi</i>	<i>Parapharyngodon sceleratus</i>	<i>Raillietiella motae</i>	<i>Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis</i>	<i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	<i>Parapharyngodon largitor</i>	<i>Physalopteroides venancioi</i>
T_his_1	0	0	0	0	0	0	0
T_his_2	4	8	1	0	0	0	0
T_his_3	0	0	0	0	0	0	0
T_his_4	0	0	0	0	0	0	0
T_his_5	0	0	0	0	0	0	0
T_his_6	0	0	0	0	0	0	0
T_his_7	0	3	0	0	0	0	0
T_his_8	4	0	0	0	0	0	0
T_his_9	19	2	1	0	0	0	0
T_his_10	0	0	0	0	0	0	0
T_his_11	0	0	0	0	0	0	0
T_his_12	7	0	0	0	0	0	0
T_his_13	0	0	0	2	0	0	0
T_his_14	7	6	0	0	0	0	0
T_his_15	4	8	0	0	0	0	0
T_his_16	8	8	0	0	0	0	0
T_his_17	1	0	0	0	1	0	0
T_his_18	0	0	0	0	0	0	0
T_his_19	0	0	0	0	0	0	0
T_his_20	2	0	0	0	13	0	0
T_his_21	2	2	0	0	0	0	0
T_his_22	1	0	0	0	0	0	0
T_his_23	0	0	0	0	0	0	0
T_his_24	0	0	0	0	0	0	0
T_his_25	0	0	0	0	0	0	0
T_his_26	5	4	0	0	0	0	0
T_his_27	1	0	0	0	0	0	0

T_his_28	0	0	0	0	0	0	0
T_his_29	0	0	0	0	0	0	0
T_his_30	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_1	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_2	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_3	0	0	0	0	0	1	0
H_bra_4	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_5	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_6	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_7	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_8	2	0	0	0	0	0	0
H_bra_9	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_10	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_11	9	0	0	0	0	0	0
H_bra_12	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_13	0	0	0	0	0	0	1
H_bra_14	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_15	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_16	0	0	0	0	0	0	7
H_bra_17	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_18	1	0	0	0	0	0	0
H_bra_19	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_20	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_21	11	1	0	0	0	0	0
H_bra_22	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_23	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_24	8	0	0	0	0	1	0
H_bra_25	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_26	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_27	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_28	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_29	0	0	0	0	0	0	0
H_bra_30	0	0	0	0	0	0	0
A_pyr_1	0	0	0	0	39	0	0
A_pyr_2	0	0	0	0	43	0	0
A_pyr_3	0	0	0	0	8	0	0
A_pyr_4	0	0	0	0	19	0	0
A_pyr_5	0	0	0	0	2	0	0
A_pyr_6	0	0	0	0	0	0	0
A_pyr_7	0	0	0	8	0	0	0
A_pyr_8	0	0	0	0	40	0	0
A_pyr_9	0	0	0	0	0	0	0
A_pyr_10	2	0	0	0	30	0	0
A_pyr_11	0	0	0	0	0	0	0
A_pyr_12	0	0	0	0	0	0	0

T_eth_5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
T_eth_6	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
T_eth_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
T_eth_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_eth_16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
T_eth_17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
H_mab_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
H_mab_4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
H_mab_5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
H_mab_6	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
H_mab_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
H_mab_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_14	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
H_mab_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_19	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
H_mab_20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
A_oce_3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
A_oce_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
A_oce_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_9	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
A_oce_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
A_oce_11	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0

A_oce_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A_oce_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A_oce_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_oce_23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6 Rede local de Cuiabá-MT

Matriz 6- Interações Entre indivíduos hospedeiros (A_oce = Ameivula ocelifera; T_to = TROPIDURUS TORQUATUS; H_mab = Hemidactylus mabouia) e espécies parasitas de Cuiabá-MT.

	<i>Piratuba digiticauda</i>	<i>Oochoristica travassosi</i>	<i>Parapharyngodon senisfaciecaudus</i>	<i>Parapharyngodon sceleratus</i>	<i>Physaloptera retusa</i>	<i>Strongyluris oscar</i>	<i>Oochoristica vanzolini</i>
A_oc_1	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_2	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_3	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_4	1	10	0	0	0	0	0
A_oc_5	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_6	1	0	0	0	0	0	0
A_oc_7	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_8	0	0	2	0	0	0	0
A_oc_9	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_10	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_11	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_12	0	0	0	0	0	0	0
A_oc_13	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_1	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_2	0	0	0	3	0	0	0
H_mab_3	0	0	0	0	0	0	0
H_mab_4	0	0	0	0	0	0	0
T_to_1	0	0	0	1	0	0	0
T_to_2	0	0	0	3	0	0	0
T_to_3	0	0	0	4	0	0	0
T_to_4	0	0	0	1	0	0	0
T_to_5	0	0	0	7	0	0	0

T_to_6	0	0	0	3	0	0	0
T_to_7	0	0	0	2	0	0	0
T_to_8	0	0	0	3	2	0	0
T_to_9	0	0	0	0	0	0	0
T_to_10	0	0	0	5	1	1	0
T_to_11	0	0	0	1	0	0	3
T_to_12	0	0	0	7	0	0	0

7 Rede de pares de interações

Matriz 7- Pares de interações entre hospedeiros e parasitos e locais de coleta.

	Assú	Aiuaba	Ouricuri	Cuiabá	Corumbá
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Strongyluris oscar</i>	0	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Oochoristica travasosi</i>	0	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Oochoristica vanzolini</i>	0	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Physaloptera retusa</i>	0	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Physaloptera lutzi</i>	1	1	1	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Parapharyngodon largitor</i>	1	1	0	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Spaulingodon af. oxkutzkabiensis</i>	0	1	1	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	0	0	1	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Raillitiella motae</i>	0	0	1	0	0
<i>Tropidurus hispidus</i> x <i>Parapharyngodon sceleratus</i>	0	0	1	0	0
<i>Tropidurus etheridgei</i> x <i>Physaloptera retusa</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus etheridgei</i> x <i>Parapharyngodon riojensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus etheridgei</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus etheridgei</i> x <i>Oochoristica vanzolini</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus etheridgei</i> x <i>Strongyluris oscar</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Parapharyngodon largitor</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Physaloptera retusa</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Strongyluris oscar</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Piratuba digiticauda</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> x <i>Skrjabinellazia intermedia</i>	0	0	0	0	1
<i>Tropidurus torquatus</i> x <i>Physaloptera retusa</i>	0	0	0	1	0
<i>Tropidurus torquatus</i> x <i>Oochoristica vanzolini</i>	0	0	0	1	0
<i>Tropidurus torquatus</i> x <i>Strongyluris oscar</i>	0	0	0	1	0
<i>Tropidurus torquatus</i> x <i>Parapharyngodon sceleratus</i>	0	0	0	1	0

<i>Hemidactylus agrius</i> x <i>Physaloptera lutzi</i>	1	0	0	0	0
<i>Hemidactylus agrius</i> x <i>Skrjabinellazia af. galliardi</i>	0	1	0	0	0
<i>Hemidactylus agrius</i> x <i>Parapharyngodon sceleratus</i>	0	1	0	0	0
<i>Hemidactylus agrius</i> x <i>Parapharyngodon largitor</i>	1	0	0	0	0
<i>Hemidactylus agrius</i> x <i>Spaulingodon af. oxkutzkabiensis</i>	1	1	0	0	0
<i>Hemidactylus mabouia</i> x <i>Parapharyngodon largitor</i>	0	0	0	0	1
<i>Hemidactylus mabouia</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	0	0	0	1
<i>Hemidactylus mabouia</i> x <i>Oochoristica vanzolini</i>	0	0	0	0	1
<i>Hemidactylus mabouia</i> x <i>Parapharyngodon alvarengai</i>	0	0	0	0	1
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Parapharyngodon sceleratus</i>	0	1	0	0	0
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Spaulingodon af. oxkutzkabiensis</i>	0	1	0	0	0
<i>Hemidactylus mabouia</i> x <i>Parapharyngodon sceleratus</i>	0	0	0	1	0
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Physaloptera lutzi</i>	0	0	1	0	0
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Parapharyngodon largitor</i>	0	0	1	0	0
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	0	0	1	0	0
<i>Hemidactylus brasiliensis</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	0	1	0	0
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	1	0	0	0	1
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Physalopteroides venancioi</i>	0	0	0	0	1
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Oochoristica vanzolini</i>	0	0	0	0	1
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Piratuba digiticauda</i>	0	0	0	1	0
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Oochoristica travasosi</i>	0	0	0	1	0
<i>Ameivula ocellifera</i> x <i>Parapharyngodon senisfaciecaudus</i>	0	0	0	1	0
<i>Ameivula pyrrhogularis</i> x <i>Physaloptera lutzi</i>	0	0	1	0	0
<i>Ameivula pyrrhogularis</i> x <i>Spaulingodon af. oxkutzkabiensis</i>	0	0	1	0	0
<i>Ameivula pyrrhogularis</i> x <i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	0	1	1	0	0
<i>Ameivula pyrrhogularis</i> x <i>Oochoristica travasosi</i>	0	1	0	0	0

8 Rede de interação hospedeiro por local

Matriz 8- Pares de interações entre espécies de hospedeiros e locais de coleta.

	<i>Tropidurus hispidus</i>	<i>Tropidurus etheridgei</i>	<i>tropidurus oreadicus</i>	<i>Tropidurus torquatus</i>	<i>Ameivula pyrrhogularis</i>	<i>Ameivula ocelifera</i>	<i>Hemidactylus agris</i>	<i>Hemidactylus mabouia</i>	<i>Hemidactylus brasilianus</i>
Assú	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Ouricuri	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Corumbá	0	1	1	0	0	1	0	1	0
Cuiabá	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Aiuaba	1	0	0	0	1	0	1	0	1

9 Rede de interação parasito por local

Matriz 8- Pares de interações entre espécies de parasito e locais de coleta

	<i>Physaloptera lutzi</i>	<i>Parapharyngodon largitor</i>	<i>Spaulingodon cf. oxkutzkabiensis</i>	<i>Pharyngodon cesarpintoi</i>	<i>Physaloptera retusa</i>	<i>Parapharyngodon riojensis</i>	<i>Physalopteroides venancioi</i>	<i>Oochoristica vanzolini</i>	<i>Strongyluris oscar</i>	<i>Piratuba digiticauda</i>	<i>Skrjabinellazia intermedia</i>	<i>Parapharyngodon alvarengai</i>	<i>Oochoristica travassosi</i>	<i>Parapharyngodon senisfaciecaudus</i>	<i>Raillitiella motae</i>	<i>Parapharyngodon sceleratus</i>	<i>Skrjabinellazia cf. galliardi</i>
Assú	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aiuaba	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
Ouricuri	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Corumbá	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Cuiabá	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0