

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Variação temporal da comunidade de helmintos parasitos do morcego *Nyctinomops laticaudatus* em área urbana**

Luisa Rodrigues Baraldi



Campo Grande

Setembro 2015

**Variação temporal da comunidade de helmintos parasitos do morcego *Nyctinomops laticaudatus* em área urbana**

Luisa Rodrigues Baraldi

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Orientador: Luiz Eduardo Roland Tavares

À minha pequena Alice.

Razão de tudo.

## **Agradecimentos**

A minha grande família, principalmente ao pessoal de casa, que sempre apoiou as minhas decisões sem deixar com que os obstáculos e as adversidades do caminho me desanimassem e que me fazem acreditar que as minhas conquistas são dignas de orgulho para eles.

A minha nova família, Rafael Penedo Ferreira e a nossa pequena Alice Baraldi Ferreira, que simplesmente deram sentido a essa conquista e as que virão.

Ao meu orientador Luiz Eduardo R. Tavares, pela sua infinita paciência e compreensão com a minha pessoa e com as minhas novidades. Pela orientação que muitas vezes me fizeram repensar a minha condição de orientada e de pessoa, através dos papos e risadas.

Ao pessoal do laboratório da Parasitologia Veterinária, pela sempre disposição em me ajudar e por muitas vezes ser mais que um ombro amigo.

Aos professores e amigos Danilo Ribeiro e Fábio Roque e a todos do laboratório da Ecologia, pela disposição em ceder espaço e atenção para a minha pequena durante parte do meu trabalho.

As pessoas que de maneira direta ou indireta me ajudaram na conclusão deste trabalho, que muitas vezes me pareceu impossível.

Aqueles que me deram ajudas providenciais, nas coletas (Lucas Azuaga, Thiago Mateus Rocha, Aleny Lopes, Driele Karen, Elice Garcia), nas dicas e discussões (Karla Campião e Eurico Sczesny), na realização das análises (uma enorme gratidão ao professor Rafael Guariento).

Ao PPGEC (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) e ao CNPq, pela compreensão e apoio financeiro cedidos durante esse trabalho e a minha licença maternidade.

E por fim, mas não menos importante, a Mané (Danielle Ajala) pela amizade, pela paciência, pela infinita ajuda, pelo carinho e por tudo mais dedicados a mim e a minha família.

## Índice

Resumo.....	6
Abstract .....	8
Introdução.....	9
Métodos.....	11
<i>Área de estudo</i> .....	11
<i>Coleta dos hospedeiros e processamento dos parasitos</i> .....	12
<i>Análise de dados</i> .....	13
Resultados .....	15
Discussão.....	22
<i>Conclusões</i> .....	25
Literatura citada.....	26

**Resumo:** A variação temporal é um dos processos que determinam a montagem das comunidades ecológicas, através de variações da disponibilidade de recursos, das condições ambientais e das interações biológicas. As modificações que ocorrem ao longo do tempo dos fatores bióticos e abióticos podem levar à variação da comunidade de helmintos parasitos, tanto em espécies de ciclo de vida direto quanto os de ciclo de vida indireto. O presente trabalho busca descrever a comunidade helmíntica parasitária de *Nyctinomops lataicaudatus* (Chiroptera: Molossidae); verificar se essa comunidade é influenciada por características morfológicas do hospedeiro, bem como pelo sexo do hospedeiro e pelo tempo; e verificar se a composição e a estrutura da comunidade parasitária variaram ao longo do tempo. Foram realizadas cinco campanhas durante um ano, no Estádio Pedro Pedrossian, no município de Campo Grande-MS. Os descritores populacionais (prevalência e abundância) e os comunitários do parasitismo (riqueza, diversidade, uniformidade média) foram calculados para cada infracomunidade de todas as campanhas realizadas. O coeficiente de correlação por posto de Spearman ( $r_s$ ) foi utilizado para verificar uma possível correlação do Índice de Condição Corporal (ICC) com os descritores comunitários do parasitismo de cada campanha. Um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) foi utilizado para verificar a relação da riqueza e da abundância média com o sexo dos hospedeiros, com o tempo e com a interação entres esses dois termos. Além disso, uma análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) e uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foram realizadas para verificar se a composição e a estrutura da comunidade endoparasitária variaram ao longo do tempo estudado. A comunidade endoparasitária foi composta por uma espécie de cestoda e três espécies de nematodas, a abundância total esteve relacionada com o tempo e

com o sexo dos hospedeiros e tanto a composição quanto a estrutura da comunidade de helmintos parasitos variaram ao longo do tempo estudado.

Palavras-chaves: abrigo urbano, Ecologia de Parasitos, molossídeos.

**Temporal variation of parasitic helminth community from the bat *Nyctinomops laticaudatus* in an urban area**

**Abstract:** Temporal variation is one of the processes which assembles ecological communities, beyond variations in resources availabilities, in environmental conditions and in biological interactions. Modifications which have occurred over time on biotic and abiotic factors can drive to a variation in the parasitic helminth community, both in species with direct and indirect life cycles. This study aims to describe the parasitic helminth community from *Nyctinomops laticaudatus* (Chiroptera: Molossidae); verify if this community is influenced by morphological characteristics of the host, as well as host sex and time; and verify if parasitic community's composition and structure change throughout time. Five campaigns were realized during one year, in Pedro Pedrossian Stadium, in Campo Grande-MS. Population (prevalence and abundance) and community (richness, diversity, average uniformity) descriptors from parasitism were calculated to each infracommunity among all campaigns. Spearman's rank correlation coefficient ( $r_s$ ) was used to verify a possible correlation between Body Condition Index (BCI) and the community descriptors from the parasitism of each campaign. A Generalized Linear Mixed Model (GLMM) was used to verify the relationship between richness/average abundance and host sex, time, and the interaction of them. Besides, a Permutational Analysis of Variance (PERMANOVA) and a Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) were used to verify if endoparasitic community's composition and structure changed throughout time. The endoparasitic community was composed by one species of cestoda and three species of nematodes. Total abundance was related to time and host sex. Both helminth community's composition and structure have changed throughout time.

**Keywords:** endoparasites ecology, Molossidae, urban shelters



## **Introdução**

Compreender e prever a estruturação das comunidades ecológicas ao longo do tempo é um dos principais desafios em ecologia (Weiher et al. 2011), sendo a variação temporal que ocorre com a disponibilidade de recursos, com as condições ambientais e com as interações biológicas um dos processos que determinam a montagem das comunidades ecológicas (Giacomini 2005).

Os parasitos são importantes componentes da biodiversidade, porém as informações sobre os processos que determinam a montagem das suas comunidades são incipientes (Mouritsen & Poulin 2002). A variação temporal pode modificar a biologia e a ecologia de parasitos, afetando, por exemplo, a abundância desse tipo de organismo e, portanto, alterando sua capacidade de transmissão (Altizer et al. 2006). Essa alteração pode ocorrer devido a mudanças da temperatura, da umidade, da precipitação, das condições locais, da tolerância das espécies de hospedeiros ou ainda de outros fatores bióticos (Pietroock & Marcogliese 2003).

A oscilação na disponibilidade de recursos pode influenciar a abundância de espécies de parasitos como também a abundância de espécies de hospedeiros (Møller et al. 2003). Isso pode ocorrer porque uma das estratégias dos organismos parasitos é se favorecer da alta abundância de seus hospedeiros intermediários, para facilitar sua aquisição pelos hospedeiros definitivos, completando assim seus ciclos de vida. Como por exemplo, algumas espécies de insetos que sofrem flutuações ao longo do ano, e têm o papel de hospedeiros intermediários de espécies de helmintos parasitos. Assim, essas flutuações que ocorrem na abundância das populações de artrópodes podem também influenciar na comunidade endoparasitária do hospedeiro definitivo dessas mesmas espécies de helmintos parasitos (Pinheiro et al. 2002, Araujo 2013).

Os fatores abióticos também podem influenciar a comunidade de helmintos parasitos devido às suas flutuações que ocorrem ao longo do tempo (Grønvold 1987). Os helmintos parasitos em seus estágios de vida livre, uma vez que estão fora do hospedeiro, em geral dependem de suas reservas de energia e estão diretamente expostos aos fatores ambientais nos seus respectivos habitats (Pietroock & Marcogliese 2003). Essa influência já foi reportada para espécies de helmintos parasitos de ciclo de vida direto como, por exemplo, os Nematodas *Strongyluris oscaris* e *Parapharyngodon alvarengai* entre outras (Brito et al. 2014). Portanto, com a oscilação dos fatores abióticos, anteriormente mencionados, a comunidade de helmintos parasitos que é dependente desses fatores também pode variar ao longo do tempo.

A espécie de morcego *Nyctinomops laticaudatus* pertence à família Molossidae, possui hábito alimentar insetívoro, consumindo preferencialmente espécimes de Coleoptera e Lepidoptera (Silva-Taboada 1979). A espécie ocorre por quase toda a América do Sul, incluindo Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Guianas, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela (Avila-Flores et al. 2002), sendo que no Brasil há registros desta espécie nas regiões de Caatinga, Cerrado, Amazônia e Pantanal (Marinho-Filho & Sazima 1998), podendo ocorrer em vários tipos de ambientes, como áreas florestadas (Barquez et al. 1999) e ambientes urbanos, onde essa espécie utiliza construções, postes e forros de prédio como abrigo (Reis et al. 2007). Essa é a menor espécie do gênero no Brasil, sendo que nos machos a amplitude do comprimento padrão do antebraço varia de 42,3 - 47,3mm, enquanto que nas fêmeas varia de 43,2 - 46,6mm. A espécie *N. laticaudatus* apresenta apenas um período reprodutivo anual e o nascimento dos filhotes na primavera-verão, com apenas um filhote por parto (Knox-Jones & Arroyo-Cabrales 1990).

Para essa espécie de hospedeiro já foram reportados 16 espécies de helmintos parasitos, destas 75% possui ciclo de vida indireto, sendo transmitidas ao hospedeiro definitivo passivamente através da via trófica, são elas: *Litomosoides chandleri*, *L. guiterasi*, *Physaloptera* sp. (Nematoda); *Vampirolepis christensoni*, *V. decipiens* (Cestoda); *Limatulum solitarium*, *Ochoterenatrema diminutum*, *O. pricei*, *Paralecithodendrium aranhai*, *Postorchigenes cubensis* e *Urotrema scabridum* (Trematoda) e 25% possuem ciclo de vida direto, com fases do seu desenvolvimento ocorrendo fora do hospedeiro, no ambiente em que ele está inserido, são elas: *Anoplostrongylus paradoxus*, *Aonchotheca pulchra*, *Physocephalus sexalatus*, *Pterothominx pulchra*, *Tenoranema rivarolai* (Nematoda) (Silva-Taboada 1979, Avila-Flores et al. 2002, Santos & Gibson 2015).

Apesar da existência de estudos sobre os helmintos parasitos de *N. laticaudatus*, nenhum deles abordou a variação temporal como um processo de montagem da comunidade de endoparasitos dessa espécie de morcego. Com isso, este estudo busca contribuir com informações sobre a comunidade de helmintos parasitos de *N. laticaudatus* em uma área urbana e responder as seguintes questões: 1) A comunidade endoparasitária é influenciada pelas características morfológicas dos hospedeiros? 2) A comunidade de helmintos parasitos é influenciada pelo sexo dos hospedeiros e pelo tempo? 3) A composição e a estrutura dessa comunidade variam ao longo do tempo?

## **Métodos**

### *Área de estudo*

A coleta foi realizada nas instalações do Estádio Pedro Pedrossian (20°30'05''S e 54°36'35''O) pertencente e anexo ao câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande MS, localizado dentro do perímetro urbano do município. Nesse local

são encontradas diversas colônias de *N. laticaudatus* entre as fendas da estrutura do estádio.

#### *Coleta dos hospedeiros e processamento dos parasitos*

Foram realizadas cinco campanhas de amostragem nos meses de setembro (coleta 1) e dezembro de 2013 (coleta 2), março (coleta 3), junho (coleta 4) e setembro de 2014 (coleta 5). Os morcegos foram coletados com redes de neblina que foram armadas em frente aos locais de saída dos abrigos e mantidas abertas por tempo suficiente para serem capturados no mínimo 20 espécimes. Posteriormente, os espécimes de morcegos foram identificados de acordo com Gregorin & Taddei (2002). Todos os indivíduos coletados foram eutanasiados em laboratório, com dosagem excessiva do anestésico Tiopental (0,5ml) e posteriormente, foram pesados em balança digital (precisão de  $\pm 0,1$ g) e tiveram o comprimento padrão do antebraço (CP) medido com paquímetro digital (precisão de  $\pm 0,02$ mm).

Os hospedeiros tiveram os órgãos digestivos (intestinos delgado e grosso e estômago), as cavidades torácica e abdominal e as demais vísceras examinadas à procura de helmintos endoparasitos.

Os helmintos parasitos foram fixados em etanol 70 GL e cada grupo foi processado conforme metodologia específica para a realização da identificação. Os cestodas foram corados com carmim clorídrico, diafanizados em creosoto de faia e montados em bálsamo do Canadá entre lâmina e lamínula. Os nematodas foram clarificados em lactofenol de Amann entre lâmina e lamínula e posteriormente lavados e armazenados em etanol 70° GL. Os machos de nematodas da superfamília Trichostrongyloidea foram montados em posição ventral para a observação da distribuição dos raios da bolsa copulatória.

### *Análise de dados*

A prevalência e a abundância média parasitária foram calculadas para cada infrapopulação em cada uma das cinco campanhas realizadas conforme terminologia proposta por Bush et al. (1997). Os descritores infracomunitários como riqueza total média, abundância total média, diversidade e uniformidade parasitária também foram calculados para todas as campanhas, bem como o índice de dominância de Berger-Parker. A diversidade e a uniformidade foram calculadas por meio dos índices de Brillouin ( $H$  e  $J$  respectivamente), esses índices foram escolhidos, pois foi amostrada toda comunidade de helmintos endoparasitos. Para verificar se os descritores comunitários diferiram entre as campanhas realizadas foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido de uma comparação par-a-par de grupos pelo método de Dunn.

O Índice de Condição Corporal (ICC) foi utilizado para sumarizar as duas medidas corporais dos hospedeiros (razão: massa corpórea/tamanho do antebraço). Esse índice sofre variação sazonal e representa a reserva de energia do indivíduo, ou seja, o estado do corpo do animal. O ICC pode ser uma excelente medida para comparação com alguns padrões ecológicos, como por exemplo, a abundância, a prevalência parasitária e os descritores comunitários do hospedeiro (Green 2001, Jonasson & Willis 2011). Para verificar se o ICC dos indivíduos de *N. laticaudatus* variou entre as campanhas amostradas foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de uma comparação par-a-par de grupos pelo método de Dunn. A possível correlação entre o ICC dos hospedeiros e os descritores comunitários do parasitismo de cada campanha, foi testada por meio do coeficiente de correlação por posto de Spearman ( $r_s$ ).

A relação da riqueza e da abundância parasitária com o sexo dos hospedeiros, com o tempo (campanhas realizadas) e com a interação desses dois termos (sexo e tempo) foi

testada por meio de um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM). Para as duas variáveis respostas (riqueza e abundância parasitária) foi utilizado o modelo com distribuição de Poisson. Nessas análises o comprimento padrão do antebraço (CP) dos hospedeiros foi incluído como uma variável aleatória (com a função lme do pacote nlme) tirando, portanto, o seu efeito. O efeito do CP foi retirado porque o objetivo dessa parte do trabalho foi verificar a influência do sexo do hospedeiro nas variáveis acima citadas, tendo em vista que os indivíduos machos e fêmeas têm características fisiológicas e comportamentais relacionadas ao sexo que podem levar à diferenciação das infracomunidades (Christe et al. 2000, Lučan 2006). Para essas análises foi utilizado o programa estatístico R versão 3.0.2. (R Core Team 2014).

Análises de Variância Permutacional (PERMANOVA) foram utilizadas para testar se existiu uma variação na composição e na estrutura (baseadas na dissimilaridade de Jaccard e de Bray-Curtis, respectivamente) das comunidades parasitárias entre as campanhas realizadas. O programa estatístico R (com o pacote Vegan) foi utilizado para realizar as análises anteriormente citadas (versão 3.0.2., R Core Team 2014).

Os indivíduos de *N. laticaudatus* foram ordenados de acordo com a composição comunitária de parasitos para cada campanha e posteriormente, para cada sexo dos hospedeiros utilizando Análises de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). A ordenação também foi realizada de acordo com a estrutura da comunidade de parasitos, tanto para as campanhas, quanto para o sexo dos hospedeiros, por meio do NMDS. Essas análises foram realizadas através dos dois primeiros eixos do NMDS utilizando o índice de dissimilaridade de Jaccard para os dados da composição, e o índice de dissimilaridade Bray-Curtis para as análises realizadas com a estrutura, por meio do pacote Vegan (Oksanen et al. 2015). Também foi realizada uma análise de espécies

indicadoras para verificar quais espécies de helmintos parasitos são responsáveis pela possível diferenciação da composição e da estrutura da comunidade endoparasitária entre as campanhas realizadas, por meio do índice IndVal do pacote *indicspecies* (função *multipatt* com 5000 permutações) (Cáceres & Legendre 2009). Todas as análises acima citadas foram realizadas no programa estatístico R versão 3.0.2 (R Core Team 2014).

## Resultados

No total, 108 morcegos (coleta 1=26, coleta 2=21, coleta 3=21, coleta 4=20, coleta 5=20) foram amostrados, sendo que 89% estavam parasitados por pelo menos uma espécie de helminto (Tabela 1). Nesses hospedeiros foram capturados 788 espécimes de parasitos pertencentes a quatro espécies de dois filos, os Nematodas *Stilestrongylus* sp. e *Torrestrongylus* sp. que possuem ciclo de vida direto e o Nematoda *Rictularia* sp. e o Cestoda *Vampirolepis* sp. que são heteroxenos. Em todas as campanhas realizadas as espécies *Stilestrongylus* sp. e *Vampirolepis* sp. foram os parasitos mais prevalentes e abundantes, com um total de 640 e 117 espécimes, respectivamente (Tabela 2). Das quatro espécies de parasito encontradas, somente o Nematoda *Rictularia* sp. não esteve presente em todas as campanhas (Tabela 1). Todos os descritores comunitários assim como o índice de dominância de Berger-Parker variaram entre as coletas (Tabela 3). Na coleta 2 foi observado o maior índice de dominância de Berger-Parker, a menor diversidade média e a menor uniformidade na distribuição de parasitos (Tabela 3). Na coleta 5 foi observada a maior abundância média total, a maior riqueza média e consequentemente a maior diversidade média (Tabela 3).

Os indivíduos coletados de *N. laticaudatus* apresentaram um peso total médio de  $11,62 \pm 1,42$  g e comprimento padrão do antebraço total médio de  $44,11 \pm 1,36$  mm. O

Tabela 1. Número de morcegos da espécie *Nyctinomops laticaudatus* coletados em cinco campanhas, no Estádio Pedro Pedrossian, Campo Grande.

Coleta	Machos			Fêmeas		
	Coletados	Parasitados	Infracomunidade	Coletados	Parasitados	Infracomunidade
1	14	12	S,T,V	12	10	S,V
2	10	9	S	11	11	S,T,V
3	12	8	S,V	9	9	S,T,V
4	15	15	S,T,V,R	5	3	S,V
5	10	10	S,T,V,R	10	10	S,T,V,R

S = *Stilestrongylus* sp., T = *Torrestrongylus* sp., V = *Vampirolepis* sp., R = *Rictularia* sp.



Tabela 2. Descritores populacionais (P= prevalência (%), AM= abundância média, DP= desvio padrão) dos helmintos parasitos de *Nyctinomops laticaudatus* coletados em cinco campanhas, no Estádio Pedro Pedrossian, Campo Grande.

Helmintos	Coletas									
	1		2		3		4		5	
	P	AM±DP	P	AM±DP	P	AM±DP	P	AM±D P	P	AM±DP
<i>Stilestrongylus</i> sp.	76	2,7±2,7	95	9,5±8,1	66	6±7,6	80	4,7±4,0	90	7,4±7,1
<i>Torrestrongylus</i> sp.	3	0,07±0,07	4	0,04±0,2	9	0,2±0,7	15	0,2±0,5	10	0,1±0,3
<i>Vampirolepis</i> sp.	15	0,1±0,02	4	0,04±0,2	33	1±2,8	60	2,7±5,1	60	1,8±2,3
<i>Rictularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	20	0,4±1,2	15	0,4±1,1

Tabela 3. Descritores comunitários do parasitismo de *Nyctinomops laticaudatus* coletados no Estádio Pedro Pedrossian, Campo Grande e o valor do teste de Kruskal-Wallis indicando as diferenças entre os descritores comunitários nas campanhas realizadas.

<b>Descritores</b>	<b>Coleta 1</b>	<b>Coleta 2</b>	<b>Coleta 3</b>	<b>Coleta 4</b>	<b>Coleta 5</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
Abundância média total	3,00±3,07	9,62±0,53	7,14±7,84	8,05±5,88	9,8±7,39	18.6	<0,01
Riqueza total	3	3	3	4	4		
Riqueza média	0,96±0,53	1,05±0,38	1,1±0,77	1,75±0,97	1,75±0,64	25.1	<0,01
Diversidade média (H)	0,01±0,03	0,007±0,02	0,03±0,07	0,12±0,11	0,13±0,11	20.8	<0,01
Uniformidade média (J)	0,09±0,27	0,02±0,09	1,47±3,76	0,42±0,31	0,18±0,31	19.5	<0,01
Índice de Berger-Parker	0,80±0,37	0,99±0,01	0,77±0,39	0,67±0,32	0,78±0,19	25.1	<0,01

Índice de Condição Corporal total médio foi de  $0,26 \pm 0,03$ . O ICC mostrou-se variável entre as coletas ( $F=12,68$ ;  $p=0,01$ ). Porém somente entre as coletas 1 e 3 ( $p<0,05$ ) e 2 e 3 ( $p<0,05$ ) essa variação foi observada. Apenas o índice de dominância de Berger-Parker na coleta 4 esteve correlacionado com o ICC ( $r_s=0,45$ ;  $p=0,04$ ).

A riqueza de espécies de parasitos não esteve relacionada com o tempo, com sexo ou com a interação desses fatores. Porém, a abundância total mostrou relação com o tempo ( $p=0,001$ ) e com a interação entre o tempo e o sexo ( $p=0,003$ ), o que significa que há relação com o tempo dependendo do sexo e há relação com o sexo dependendo do tempo observado.

A comunidade de helmintos parasitos de *N. laticaudatus* variou temporalmente. Essa variação foi observada tanto na composição ( $p=0,001$ ) como na estrutura da comunidade parasitária ( $p<0,001$ ). Os gráficos do NMDS revelam que não houve diferença entre as comunidades de parasitos de espécimes machos e fêmeas, tanto para os dados de composição (estresse = 0,03) (Figura 1A) como para a estrutura da comunidade parasitária (estresse = 0,06) (Figura 1B) desses hospedeiros. Como pode ser observado nas Figuras 2A e 2B, os resultados do NMDS para as informações relacionadas ao tempo, evidenciaram uma forte sobreposição entre as campanhas realizadas, porém a coleta 2 foi a mais homogênea, ou seja, com menor dispersão entre os seus pontos (hospedeiros), tanto para a variação relacionada à composição (estresse = 0,05) quanto para a estrutura (estresse = 0,12) da comunidade de helmintos parasitos de *N. laticaudatus*. As espécies de endoparasitos que mais contribuíram para a diferenciação entre as campanhas realizadas quanto à composição foram as espécies *Vampirolepis* sp. (0,694;  $p<0,01$ ) que separou as coletas 3, 4 e 5, e *Rictularia* sp. (0,418;  $p<0,01$ ) que separou as coletas 4 e 5. As mesmas

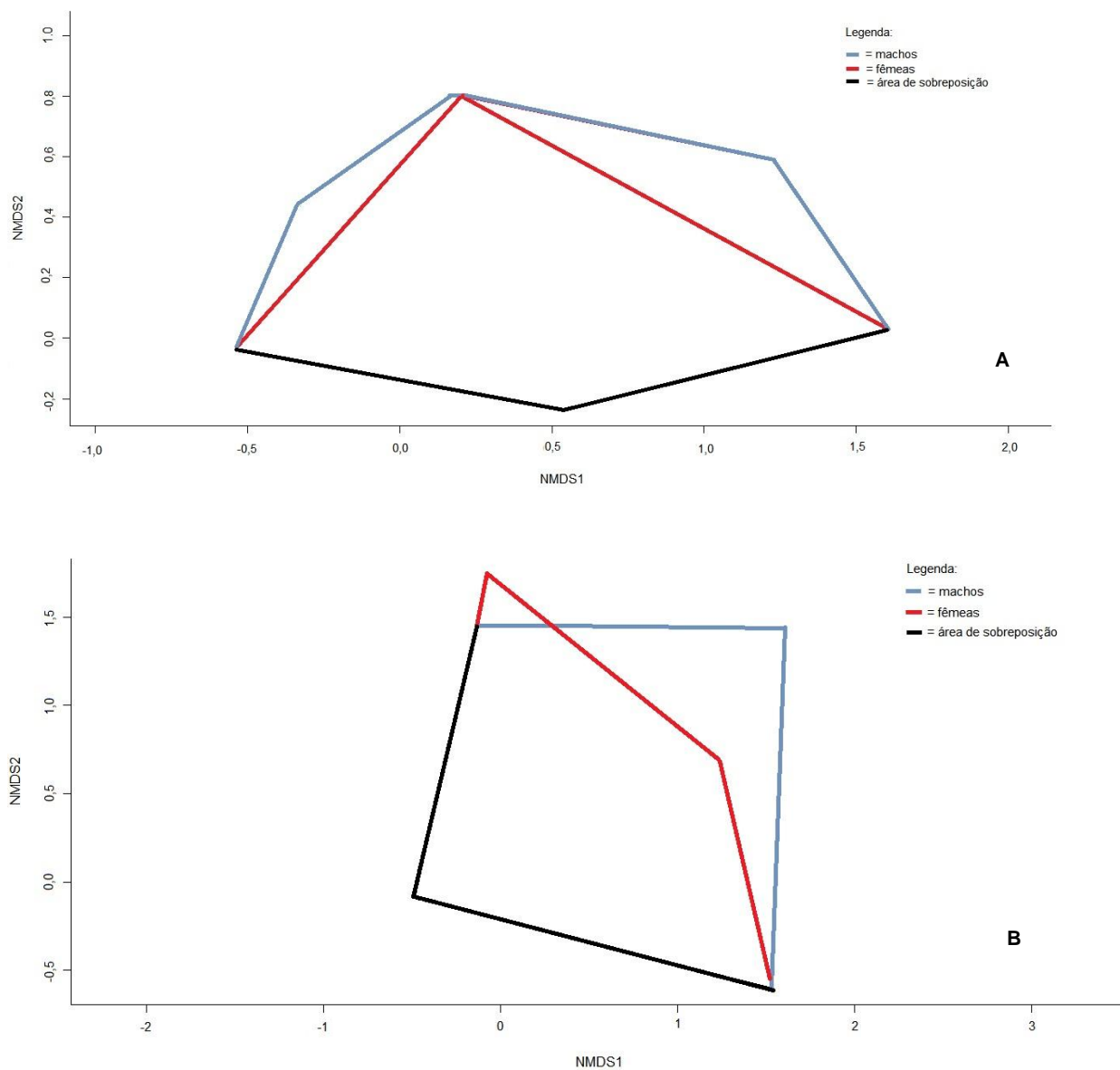


Figura 1. Ordenação pela análise de escalonamento multidimensional não métrica (NMDS) com: A) composição (estress = 0,03) e B) estrutura (estresse = 0,06) das comunidades parasitárias de *Nyctinomops laticaudatus* coletados no Estádio Pedro Pedrossian, Campo Grande MS, relacionadas com o sexo dos hospedeiros.

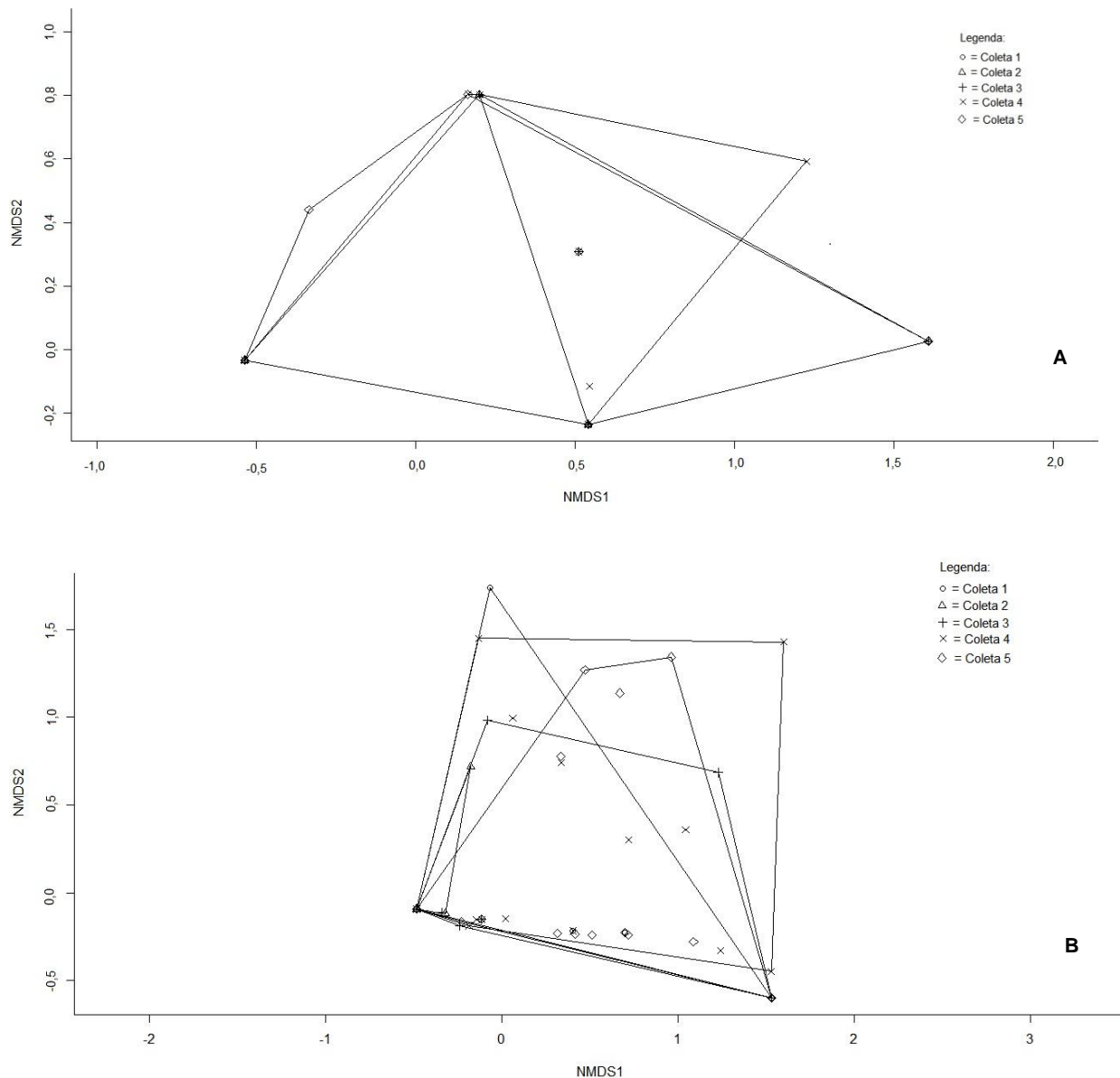


Figura 2. Ordenação pela análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com: A) composição (estresse = 0,05) e B) estrutura (estresse = 0,12) das comunidades parasitárias de *Nyctinomops laticaudatus* coletados no Estádio Pedro Pedrossian, Campo Grande MS, relacionadas com tempo (campanhas realizadas).

espécies foram responsáveis pela separação das mesmas campanhas quanto à estrutura das comunidades parasitárias (*Vampirolepis* sp.= 0,662  $p<0,01$ ; *Rictularia* sp.= 0,418  $p<0,01$ ).

## **Discussão**

A comunidade endoparasitária do morcego *N. laticaudatus* foi composta por três espécies de nematodas, que estão sendo reportados pela primeira vez para essa espécie de morcego, e uma espécie de cestoda que já foi reportada. Adicionalmente, foi observado que a abundância total esteve relacionada com o tempo e com o sexo dos hospedeiros e tanto a composição quanto a estrutura da comunidade de helmintos parasitos variaram ao longo do tempo estudado.

Conhecer a diversidade da endofauna parasitária pode nos fornecer valiosas respostas sobre a ecologia, a sistemática, a biogeografia e a evolução de seus hospedeiros (Gardner & Jiménez-Ruíz 2009). Sabe-se que essa espécie de morcego se alimenta preferencialmente de artrópodes das ordens Lepidoptera e Coleoptera (Silva-Taboada 1979). Devido à ampla gama de espécies pertencentes a esses grupos de insetos, tinha-se a ideia de que a diversidade de parasitos pudesse também ser ampla, uma vez que quanto mais diversa é a dieta do morcego mais diversificada será a sua assembleia de endoparasitos (Wood 2012). Porém, foram encontradas espécies de apenas dois grupos de parasitos (Nematoda e Cestoda) dos três filos possíveis para quirópteros (Nematoda, Acanthocephala e Platyhelminthes, que compreende as classes Cestoda e Trematoda). Isso sugere que a preferência e a disponibilidade de presas desse hospedeiro não foram muito variadas.

A oscilação anual na disponibilidade de recursos parece ser uma das causas da variação temporal na comunidade endoparasitária encontrada no presente trabalho, uma vez que os morcegos adquirem seus helmintos parasitos (de ciclo de vida indireto)

principalmente, de forma passiva através da via trófica (Santos & Gibson 2015). Itens da alimentação do hospedeiro *N. laticaudatus* assim como outros grupos de insetos também sofrem variações sazonais em sua abundância (Sujii 1994). O que confere a esses hospedeiros uma alta dependência da disponibilidade de recursos para a aquisição da sua endofauna parasitária, pois esses artrópodes atuam como hospedeiros intermediários ou paratênicos no ciclo biológico de algumas espécies de helmintos parasitos (Esteban et al. 2006).

A espécie *Rictularia* sp. foi observada apenas nas duas últimas campanhas realizadas (coletas 4 e 5), nas quais foi observado um aumento na abundância das duas espécies de helmintos parasitos que utilizam insetos como seus hospedeiros intermediários, quando comparadas a campanha anterior. Assim, pode ser considerado que de fato, ocorreu uma variação na disponibilidade de recursos, como, por exemplo, a inclusão de um novo item alimentar, que possibilitou a mudança na composição e na estrutura da comunidade helmíntica dos morcegos estudados.

Outro fator que permeia a construção e a manutenção da composição e da estrutura da fauna helmíntica parasitária (tanto para parasitos monoxenos quanto os heteroxenos) é a resposta imunológica dos seus hospedeiros. Essa característica fisiológica também sofre uma variação anual, o que acarreta em flutuações na capacidade dos organismos em se defenderem de infecções parasitárias. Essas flutuações ocorrem devido às mudanças fisiológicas associadas com a reprodução. As alterações endócrinas podem ser mediadas por 'trade-offs' entre alocação de recursos para o atual estado reprodutivo e para as funções imunológicas (Wedekind & Folstad 1994, Zuk & McKean 1996). A semelhança da composição e da estrutura da comunidade de helmintos entre hospedeiros machos e fêmeas, pode refletir essa oscilação do sistema imune, uma vez que ambos os sexos estão

sujeitos às alterações temporais na resposta imune de seus organismos (Poulin 1996), porém sendo previsto que esta oscilação não seja sincronizada entre eles ao longo do ano.

Embora já tenham sido realizados alguns estudos, parece não existir um consenso sobre o exato período anual da reprodução da espécie *N. laticaudatus*. Enquanto o trabalho de Avila-Flores et al. (2002) demonstrou que essa espécie de morcego possui uma estação reprodutiva variável, outros autores afirmam que esse hospedeiro possui um único período reprodutivo por ano e que o nascimento dos filhotes ocorre no período da primavera-verão (Reis et al. 2007). No presente trabalho foram encontradas quatro hospedeiras grávidas, no total de cinco fêmeas coletadas, na campanha realizada no período do outono de 2014 (coleta 4), a mesma campanha em que foi observado um aumento na riqueza de espécies e na abundância total quando comparada com a campanha anterior (coleta 3). Desta forma, é possível interpretar que este aumento na riqueza e na abundância parasitária possa estar relacionado à alocação de recursos para a reprodução ao invés do incremento da resposta imune dessas hospedeiras contra a infecção por parasitos, uma vez que a gestação pode estar associada à depressão imunológica, o que pode aumentar a susceptibilidade das fêmeas a parasitos e patógenos (Zuk 1990).

O estado imunológico do morcego pode ser ainda um reflexo do seu estado nutricional, portanto esse atributo é também dependente das variações que ocorrem temporalmente na disponibilidade de suas presas (Christe et al. 2000). O que reforça a ideia de que a disponibilidade de recurso é um fator muito importante na variação temporal da comunidade de helmintos parasitos de ciclo de vida indireto.

Variações dos fatores abióticos como, por exemplo, umidade, pH, precipitação, temperatura e radiação ultravioleta, podem alterar a comunidade de helmintos parasitos de ciclo de vida direto, durante as fases em que eles passam fora do hospedeiro. Essas



variações afetam a capacidade de transmissão, sobrevivência e infecção desses parasitos (Thieltges et al. 2008).

Fatores bióticos também podem exercer importante influência no padrão da abundância de espécies de endoparasitos, de ciclo de vida direto, em seus respectivos hospedeiros (Brito et al. 2014). Alguns desses fatores como a predação de ovos/larvas de espécies de nematodas por ácaros e besouros, e o hiperparasitismo de bactérias e fungos, enquanto os parasitos estão em suas fases de vida livre, podem diminuir a chance desses parasitos de chegarem aos seus hospedeiros (Waller & Thamsborg 2004). Assim, helmintos parasitos que possuem ciclo de vida direto são altamente dependentes do ambiente em que os seus hospedeiros estão inseridos e das condições em que estão sujeitos.

Desta maneira, as variações temporais que ocorrem nos fatores bióticos e nos fatores abióticos podem influenciar a montagem da comunidade de helmintos parasitos, sendo eles de ciclo de vida direto ou indireto. Além disso, podem ter levado a variação da composição e da estrutura da comunidade endoparasitária de *N. laticaudatus* aqui observada.

### *Conclusões*

Este trabalho trouxe novas informações sobre a comunidade de helmintos parasitos de *N. laticaudatus*, registrando três novas espécies de nematodas parasitos para esse hospedeiro. E, respondendo as questões propostas anteriormente: 1) A comunidade endoparasitária não foi influenciada pelas características morfológicas dos hospedeiros. 2) A abundância dos helmintos parasitos foi influenciada pelo sexo e pelo tempo, porém a riqueza não. 3) Tanto a composição quanto a estrutura dessa comunidade variaram ao longo do tempo estudado.

## Literatura citada

- Altizer S, Dobson A, Hosseini P, Hudson P, Pascual M & Rohani P. 2006. Seasonality and the dynamics of infectious diseases. *Ecology Letters* 9: 467-484.
- Araújo WS. 2013. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia* 10(1): 1-7.
- Avila-Flores R, Flores-Martínez JJ & Ortega J. 2002. *Nyctinompos laticaudatus*. *Mammalian Species* 697: 1-6.
- Barquez RM, Mares MA & Braun JK. 1999. The bats of Argentina. *Special Publications Museum of Texas Tech University* 42: 1-127.
- Brito SV, Ferreira FS, Ribeiro SC, Anjos LA, Almeida WO, Mesquita DO & Vasconcellos A. 2014. Spatial-temporal variation of parasites in *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) and *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (Tropiduridae) from Caatinga areas in northeastern Brazil. *Parasitology Research* 113:1163-1169.
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM & Shostak AW. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Cáceres M & Legendre P. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90: 3566-3574.
- Christe P, Arlettaz R & Vogel P. 2000. Variation in intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myoti*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bat host (*Myotis myotis*). *Ecology Letters* 3: 207-212.
- Esteban JG, Oltra-Ferrero JL, Botella P & Mas-Coma S. 2006. Helminths de quiropteros em Espanha: espectro faunístico e interés aplicado de su estudio. *Ministerio de Medio Ambiente* 2-17.
- Gardner SL & Jiménez-Ruíz FA. 2009. Methods for the Study of Bat Endoparasites. *Collecting and Assessing Bat Endoparasites* 6: 42:41.
- Giacomini HC. 2005. Modelos dinâmicos de assembleias. *Oecologia Australis* 14(2): 327-358.
- Green AJ. 2001. Mass/length residuals measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology* 82(5): 1473-1483.
- Gregorin R & Taddei VA. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical. Journal Neotropic Mammalia* 9(1): 13-32.
- Grønvold J. 1987. Field experiment on the ability of earthworms (Lumbricidae) to reduce the transmission of infective larvae of *Cooperia oncophora* (Trichostrongylidae) from cow pats to grass. *Journal Parasitology* 73: 1133-1137.
- Jonasson KA & Willis CKR. 2011. Changes in body condition of hibernating bats support the thrifty female hypothesis and predict consequences for populations with white-nose syndrome. *Plos One* 6(6): e21061.
- Knox-Jones JR & Arroyo-Cabrales J. 1990. *Nyctinomops aurispinosus*. *Mammalian Species* 350: 1-3.
- Lučan RK. 2006. Relationships: between the parasitic mite *Spinturnix andegavinus* (Acari: Spinturnicidae) and its bat host, *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae): seasonal, sex- and age-related variation in infestation and possible impact of the parasite on the host condition and roosts behaviour. *Folia Parasitologica* 53: 147-152.
- Marinho-Filho JS & Sazima I. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. In: *Bat biology and Conservation* (Eds. Kuns TH & Racey PA), pp. 282-294. Smithsonian Institution Press, Washington.

- Møller AP, Erritzøe J & Saino N. 2003. Seasonal changes in immune response and parasite impact on hosts. *The American Naturalist* 161(4): 657-671.
- Mouritsen KN & Poulin R. 2002. Parasitism, community structure and biodiversity in intertidal ecosystems. *Parasitology* 124: 101-117.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH & Wagner H. 2015. *Vegan: Community ecology package*. Versão 2.2.1. Disponível em: <https://github.com/vegandevs/vegan>.
- Pietroock M & Marcogliese DJ. 2003. Free-living endohelminth stages: at the mercy of environmental conditions. *Trends in Parasitology* 19(7): 293-299.
- Pinheiro F, Diniz IR, Coelho D & Bandeira MPS. 2002. Seasonal patterns of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology* 27: 132-136.
- Poulin R. 1996. Sexual inequalities in helminth infections: a cost of being a male? *147(2)*: 287-295.
- R Core Team R. 2014. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
- Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA & Lima IP. 2007. *Morcegos do Brasil*. Nelio R. dos Reis, Londrina, 253pp.
- Santos CP, Gibson DI. 2015. Checklist of the Helminth Parasites of South American Bats. *Zootaxa* 3937(3): 471-499.
- Silva-Taboada G. 1979. *Los murciélagos de Cuba*. Editorial Academia, Havana, 423pp.
- Sujii ER. 1994. Padrão de distribuição das populações anuais e modelo fenológico para o manejo da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). UNICAMP, Campinas. Dissertação de Mestrado, 76pp.
- Thieltges DW, Jensen KT, Poulin R. 2008. The role of biotic factors in the transmission of free-living endohelminth stages. *Parasitology* 135: 407-426.
- Waller PJ & Thamsborg SM. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *Trends in Parasitology* 20: 493-497.
- Wedekind C & Folstad I. 1994. Adaptive or non-adaptive immuno-suppression by sex-hormones? *The American Naturalist* 143: 936-938.
- Weiher E, Freund D, Bunton T, Stefanski A, Lee T & Bentivenga S. 2011. Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366: 2403-2413.
- Wood S. 2012. Geographic distribution and composition of the parasite assemblage of the insectivorous bat, *Miniopterus natalensis* (Chiroptera: Miniopteridae), in South Africa. University of Cape Town, Rondebosch Cape Town. Dissertação de Mestrado, 96pp.
- Zuk M. 1990. Reproductive strategies and disease susceptibility: an evolutionary viewpoint. *Parasitology Today* 6: 231-233.
- Zuk M & McKean KA. 1996. Sex Differences in Parasite Infections: Patterns and Processes. *International Journal for Parasitology* 26(10): 1009-1024.