

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FERNANDA OLIVEIRA RODRIGUES

HELMINTOFAUNA DE *Clyomys laticeps* (Rodentia: Echimyidae)

Uberlândia
2021

FERNANDA OLIVEIRA RODRIGUES

HELMINTOFAUNA DE *Clyomys laticeps* (Rodentia: Echimyidae)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Natalia Oliveira Leiner.

Co-orientadora: Claire Pauline Röpke Ferrando.

Aprovado em 28 de maio de 2021.

Banca examinadora:

Dra. Celine Melo

Ms. Marco Miguel de Oliveira

Uberlândia
2021

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me guiado e dado forças durante toda a minha trajetória na graduação.

Aos meus pais, Agnaldo e Elaine, por terem apoiado meus estudos desde nova, além de acreditarem no meu potencial. Sem eles, provavelmente eu não teria conseguido chegar até aqui.

Ao meu melhor amigo e namorado, Leonardo, que esteve comigo em todos os momentos dando suporte emocional e acolhimento.

À minha orientadora, Natalia Oliveira Leiner, por toda a paciência em me ensinar desde o primeiro dia que entrei em contato com ela. Sempre foi muito solícita e me proporcionou aprendizados e experiências incríveis.

À minha co-orientadora Claire Ferrando que também se tornou uma grande amiga. Me ajudou em todos os momentos e foi uma ótima companheira de campo.

Aos membros do Laboratório de Ecologia de Mamíferos (LEMA) por todos os aprendizados e convivência.

Aos membros do Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), por terem ajudado na identificação dos parasitos, além de me tratarem bem durante toda a minha temporada no Rio de Janeiro.

Ao Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) pelo apoio logístico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pela bolsa de Iniciação Científica (Edital N° 02/2019 PIBIC CNPq/UFU).

Ao PET Biologia UFU, por ter me auxiliado a melhorar como pessoa e profissional.

Por fim, agradeço imensamente a Dra. Celine Melo e o Ms. Marco Miguel por terem aceitado gentilmente o convite para compor a banca.

RESUMO

Atributos dos hospedeiros e flutuações sazonais influenciam as taxas de parasitismo entre hospedeiros. Pouco se sabe sobre a helmintofauna de roedores brasileiros, especialmente espécies fossoriais, como *Clyomys laticeps*. Esse trabalho visa descrever a comunidade de helmintos parasitos infectando *Clyomys laticeps*, capturados no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. Prevalência, abundância, e riqueza de parasitos foram avaliadas, e as seguintes hipóteses foram testadas: 1) machos apresentam maior prevalência e carga parasitária do que as fêmeas, devido à sua maior massa corporal e mobilidade; 2) indivíduos com maior massa corporal apresentam maior quantidade de helmintos; e 3) prevalência e abundância de parasitos variam de acordo com estação climática. Catorze indivíduos de *C. laticeps* foram coletados, e os helmintos encontrados nos intestinos foram contados e identificados. Apenas três espécies de helmintos foram identificadas, provavelmente devido à baixa densidade e hábito semi-fossorial de *C. laticeps*. Não houve efeito da massa corporal ou da sazonalidade sobre o parasitismo, enquanto houve uma tendência de maior parasitismo entre as fêmeas. Tais resultados parecem estar associados ao comportamento de *C. laticeps*. Esse é o primeiro registro de *Subulura forcipata* em mamíferos e de *Fuellebornema almeidai* no Cerrado, enquanto *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. teve o primeiro registro entre Echymyidae.

Palavras chaves: parasitos, semi-fossorial, roedores, Cerrado.

ABSTRACT

Host attributes and climate seasonality influence the parasitism rates between hosts. Little is known about the helminthofauna of Brazilian rodents, especially fossorial species, such as *Clyomys laticeps*. This work aims to describe the helminths infecting *Clyomys laticeps*, captured in Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. Prevalence, abundance and intensity of helminths were evaluated, and the following hypothesis were tested: 1) males present larger parasite prevalence and load than females, due to its greater body mass and mobility; 2) individuals with larger body mass present higher abundance of helminths; and 3) parasite prevalence and abundance vary according to climatic season. Fourteen *C.laticeps* individuals were collected, and the helminths found on their intestines were counted and identified. Only three helminths species were identified, probably due to the low density and semi-fossorial habits of *C.laticeps*. There was no effect of body mass or seasonality parasite rates, while there was a tendency for higher parasitism among the females. Such results seem associated with *C.laticeps* behavior. This is the first record of *Subulura forcipata* in mammals and of *Fuellebornema almeidai* in Cerrado, while *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. had its first record among Echymyidae.

Keywords: parasites, semi-fossorial, rodents, Cerrado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 MATERIAIS E MÉTODOS	03
2.1 LOCALIZAÇÃO E COLETA DE ROEDORES	03
2.2 ANÁLISE DE DADOS	04
3 RESULTADOS	04
4 DISCUSSÃO	05
5 TABELAS	08
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	09

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Crofton (1971), o parasitismo é uma relação ecológica entre indivíduos de diferentes espécies, na qual um indivíduo (parasito) depende do outro (hospedeiro) para sobreviver. Desta forma, os atributos fisiológicos, ecológicos e comportamentais do hospedeiro, assim como as características ambientais (e.g. estações) são cruciais para o sucesso do parasito (Mota, 2013). Os parasitos apresentam dois tipos de ciclos: heteroxênicos, ou seja, aqueles que dependem dos hospedeiros definitivos e intermediário; e monoxênicos, que dependem apenas do hospedeiro definitivo (Neves, 2011). Assim, existe uma complexidade em cada sistema parasito-hospedeiro e a compreensão dos fatores determinantes dos padrões de infecção entre os hospedeiros continua sendo uma questão central na ecologia.

Vários estudos mostram como atributos do hospedeiro podem influenciar nos padrões de infecção, assim como no número de indivíduos e espécies de parasitos hospedados. Esses atributos geralmente estão associados à exposição e susceptibilidade à infecção dos hospedeiros, como massa corporal, densidade populacional, faixa etária, sexo, hábito de vida e hábitos alimentares (Krasnov et al., 2005; Hillegass et al., 2008; Kataranovski et al., 2011). Entre os fatores que afetam os padrões de infecção nos hospedeiros estão as suas características ecológicas e morfológicas, especialmente àquelas que se correlacionam com sua chance de encontrar parasitos e sua susceptibilidade de infecção após o encontro (Combes, 2001). Nesse sentido, o tamanho do corpo é uma variável importante. Hospedeiros com maior massa ou tamanho corporal se movimentam por maiores distâncias, devido à maior demanda energética (McNab, 1963). Tal comportamento torna esses indivíduos mais propensos a entrar em contato com diferentes tipos de endoparasitos e ectoparasitos, apresentando assim comunidades mais ricas e maior abundância relativa de espécies de parasitos (Harrison et al., 2010). Além disso, em geral, entre os mamíferos, os machos apresentam maior tamanho corporal em relação às fêmeas, logo apresentam uma maior superfície de contato e conseguem sustentar populações maiores de parasitos (Mota, 2013). Apesar de geralmente machos apresentarem maior riqueza e intensidade de parasitos do que fêmeas entre os mamíferos, o padrão pode ser alterado de acordo com a influência dos custos da reprodução nas fêmeas (Grzybek et al., 2015). O alto investimento energético da reprodução nas fêmeas (como lactação e gestação) pode reduzir a energia que poderia ser alocada para defesa, contribuindo para o aumento das taxas de infecção por parasitos nas fêmeas reprodutivas (Christie et al., 2000). Ao mesmo tempo, essas fêmeas podem se infectar ao entrar em

contato com os machos durante o período reprodutivo, além de aumentarem sua chance de encontro e infecção através de um aumento no consumo de alimentos contaminados para sustentar os custos da reprodução (Sanchez et al., 2011).

Por fim, o ambiente também tem um papel na dispersão dos parasitos e no sucesso do parasitismo nos hospedeiros (Altizer et al., 2006), evidenciando as flutuações sazonais nas taxas de parasitismo. Tanto temperatura quanto precipitação determinam taxa de desenvolvimento e sobrevivência dos estádios externos dos parasitos (Altizer et al., 2006). Ao mesmo tempo, o comportamento dos hospedeiros também se altera de acordo com as características do ambiente, causando flutuações nas chances de encontro entre parasitos e hospedeiros e nas taxas de transmissão da infecção (Viljoen et al., 2011; Strona et al., 2015). Como demonstrado em Altizer (2006), os gambás, por exemplo, possuem maior incidência de raiva durante o inverno e a primavera, pois ficam mais aglomerados.

Os pequenos mamíferos não-voadores, como roedores e marsupiais, podem ser infectados por diversos tipos de parasitos, sendo que os helmintos gastrointestinais representam um dos grupos mais prevalentes (Hugot et al., 2001). O roedor *Clyomys laticeps* (Echimyidae) possui hábito de vida semi-fossorial e apresenta ampla distribuição em áreas de Cerrado e Pantanal no Brasil (Bezerra, 2013). A espécie apresenta dimorfismo sexual, onde os machos, em média, possuem maior massa corporal que as fêmeas (Ferrando et al., 2019). Em relação ao sistema social, estudos mais recentes têm sugerido um hábito solitário e poligínico para a espécie, com atividade reprodutiva ao longo de todo o ano (Antunes, 2009; Ferrando et al., 2019). Os machos apresentam maior área de movimento do que as fêmeas, provavelmente como estratégia para maximizar as oportunidades de acasalamento, enquanto que as fêmeas se mantêm nas proximidades das tocas, indicando um comportamento relacionado ao cuidado com os filhotes e uma estratégia de proteção do ninho (Ferrando et al., 2019). Quanto ao hábito alimentar, *C. laticeps* é predominantemente herbívoro se alimentando de sementes de plantas, como *Allagoptera campestris*, *Pinus* sp., *Attalea phalerata* (Bezerra, 2013; Ferrando et al., 2019), podendo eventualmente ingerir pequenos artrópodes.

A partir disso, a presente pesquisa visou testar as seguintes hipóteses: 1) os machos apresentam maior prevalência e carga endoparasitária (abundância de parasitos) do que as fêmeas, devido à maior massa corporal e mobilidade; 2) indivíduos com maior massa corporal apresentam maior quantidade de helmintos, devido à possível maior exposição a parasitos; e 3) a prevalência e abundância de infecção por diferentes espécies de parasitos variam de acordo com a estação climática.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização e coleta de roedores

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN, 17°43'-17°51'S, 48°40'-48°44'W), estado de Goiás, Brasil, localizado no bioma Cerrado. Os roedores foram capturados em uma área de cerrado campo sujo a 750-1043 m de altitude. A precipitação no local do estudo varia em média entre 0 e 879 mm e a temperatura varia entre 9 e 37°C (Associação das Empresas Mineradoras das Águas Termais de Goiás - AMAT, 2019). Como as chuvas apresentaram uma grande variação entre os anos, cada mês foi classificado como pertencente à estação seca ou chuvosa de acordo com os valores das chuvas naquele mês/ano. Dessa forma, os meses com precipitação superior a 200 mm foram considerados estação chuvosa (janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro) e os meses com valores inferiores a 200 mm foram considerados estação seca (março, abril, maio, junho, julho e agosto).

Durante um estudo de captura-marcação-recaptura, catorze indivíduos (onze adultos e três juvenis) de *C.laticeps* (fêmeas = 10, machos = 4) morreram acidentalmente em armadilhas Tomahawk (30 x 17.30 x 15.5 cm; ROSAMINAS) e Sherman (43 × 12.5 × 14.5 cm; Equipos Fauna) utilizadas de janeiro a outubro de 2016 e em outubro 2017. Registraram-se as informações de sexo e massa corporal dos indivíduos que foram posteriormente dissecados para a retirada do intestino. Todos os procedimentos com animais seguiram as diretrizes para captura, manuseio e tratamento de mamíferos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente de Goiás, Brasil (SECIMA) e do Comitê de Ética em Uso de Animais da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil (número de licença: 152/13). As amostras foram coletadas sob a permissão emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO/ICMBio - Brasil) (Número da licença: 22629-1).

Os intestinos grossos e delgados dos roedores foram examinados quanto à presença de helmintos. Os intestinos foram colocados em placas de Petri, lavados duas vezes em solução salina fisiológica e dissecados sob um estereomicroscópio. Os parasitos foram preservados em etanol 70% antes da identificação. Para examinar as estruturas morfológicas, os nematóides foram limpos em lactofenol, montados em lâminas temporárias e examinados usando um microscópio de luz Zeiss Scope Z1 (Zeiss, Göttingen, Alemanha). A medição das estruturas morfológicas, como cone anal e cápsula bucal, foi realizada através de imagens digitais usando um Zeis Axio Cam HRC e o

software acessório Axio Vision Rel. 4.7 Os espécimes de parasitos foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ (CHIOC).

2.2 Análise de dados

A prevalência, a abundância média de parasitos e intensidade média de infecção por cada espécie de parasita foram calculadas para descrever a helmintofauna em espécimes de *C. laticeps*. Para testar a diferença na prevalência de parasitos entre sexos e estações do ano foram realizados testes exatos de Fisher, devido ao baixo tamanho da amostra. As análises foram feitas no *software* Quantitative Parasitology 3.0, que permitiu avaliar o índice de discrepância para detectar padrões de distribuição da infra população de helmintos.

Como os dados parasitológicos geralmente não se ajustam a uma distribuição normal, a abundância de cada espécie de parasito foi comparada entre hospedeiros machos e fêmeas e entre as estações usando uma análise de reamostragem (procedimento *Bootstrap*) baseado em duas amostras, com 1000 repetições. Essas análises também foram realizadas no *software* Quantitative Parasitology 3.0. Por fim, para verificar a hipótese de uma correlação positiva entre a massa corporal do hospedeiro e a abundância de parasitos foi usada a correlação não-paramétrica de Spearman separadamente para parasitos transmitidos direta e indiretamente.

3 RESULTADOS

Três espécies diferentes de helmintos foram identificadas em dez dos 14 indivíduos examinados de *C. laticeps* (taxa de prevalência = 85,71%) (ver Tabela 1). *Fuellebornema almeidai* (Nematoda: Heligmonellidae) Travassos, 1937, que apresenta ciclo de vida monoxênico e é adquirido pela ingestão de fezes contaminadas, infectou fêmeas e machos, apresentando 64,29% de prevalência na população e representando 40,13% da carga geral de parasitos em *C. laticeps*. *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. (Nematoda: Rictulariidae) e *Subulura forcipata* (Nematoda: Subuluridae), que apresentam ciclo de vida heteroxênico e são adquiridos pela ingestão de insetos infectados foram restritos a fêmeas adultas, apresentando prevalência semelhante de 42,86%. Por outro lado, *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. contribuiu apenas 12,5% para a carga geral de parasitos em *C. laticeps*, enquanto *S. forcipata* representou 47,36% de todos os nematóides encontrados.

Os machos apresentaram prevalência mais baixa que as fêmeas (50 e 100%, respectivamente) ($p < 0,05$), e também apresentaram menor riqueza de parasitos (apenas uma espécie) do que as fêmeas, que geralmente foram co-infectadas por duas a três espécies de helmintos (ver Tabela 2). Ao analisar os dados de cada espécie de parasito separadamente, verificou-se que a prevalência de *F. almeidai* foi semelhante entre os sexos (teste exato de Fisher, $p = 0,58$), enquanto as fêmeas apresentaram maior prevalência de infecção por *S. forcipata* e *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. que os machos (testes exatos de Fisher, $p < 0,05$ para ambas as espécies). Em relação à carga de parasitos, não houve diferença significativa na infecção por *F. almeidai* entre machos e fêmeas (procedimento de *Bootstrap* baseado em duas amostras, $p = 0,84$), mas houve uma tendência de aumento na abundância de *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. e *S. forcipata* nas fêmeas de *C. laticeps* (procedimento de *Bootstrap* baseado em duas amostras, $p = 0,08$ e $p < 0,05$, respectivamente).

Não houve a relação positiva esperada entre a massa corporal e a carga geral de parasitos para *F. almeidai* (correlação de Spearman $R = 0,388$, $p > 0,05$), no entanto, para parasitos transmitidos indiretamente (*S. forcipata* e *Pterygodermatites* [Paucipectines]) sp.) foi observado o aumento da carga de parasitos entre indivíduos de maior massa corpórea (correlação de Spearman $R = 0,643$, $p < 0,05$).

Além disso, não houve efeito da sazonalidade na abundância ou prevalência de parasitos em *C. laticeps*. Quanto ao papel da sazonalidade, a abundância de *F. almeidai*, *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. e *S. forcipata* em *C. laticeps* foi semelhante entre as estações climáticas (procedimento de *Bootstrap* baseado em duas amostras, $p = 0,29$ para *F. almeidai*, procedimento de *Bootstrap* baseado em duas amostras, $p = 0,36$ para *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. e $p = 0,07$ para *S. forcipata*). Já a prevalência de *F. almeidai* também foi semelhante entre as estações (teste exato de Fisher, $p = 0,18$), e o mesmo padrão foi observado em *S. forcipata* (Teste exato de Fisher, $p = 0,19$) e *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. (Teste exato de Fisher, $p = 54$) (ver Tabela 1).

4 DISCUSSÃO

Esse é o primeiro estudo que aborda a ocorrência de helmintos em *Clyomys laticeps*. É a primeira ocorrência de *F. almeidai* em equimídeos e no Cerrado, visto que essa espécie foi descrita principalmente como parasito de cutia, *Dasyprocta leporina*, no Pará (Durette-Desset et al., 2017). Já o helminto *S. forcipata* foi registrado apenas em

aves e foi descrita pela primeira vez na ave papa-lagarto-anelado, *Coccyzus melacoryphus*, posteriormente em *C. minor minor*, *Piaya cayana*, *Crotophaga ani* e *Guira guira* (Vicente et al., 1995). Entretanto, o presente estudo é o primeiro registro desse parasita infectando um hospedeiro mamífero. Por outro lado, *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. já foi descrito no Cerrado, infectando roedores terrestres e arbóreos, como *Necomys lasiurus* e *Rhipidomys mastacalis* (Costa et al., 2018).

Os roedores equimídeos apresentam grande diversidade morfológica e ecológica espécies solitárias e sociais, logo é importante compreender a relação do parasitismo entre esses animais (Fabre et al. 2013). Entretanto, existem poucas pesquisas que abordam a fauna parasitária desses roedores (Cardoso et al. 2018). Estudos anteriores encontraram 12 espécies diferentes de parasitos infectando *Trichomys pachyurus* (Echimyidae), uma espécie terrestre intimamente relacionada que habita o Pantanal (Simões et al., 2010), enquanto *Trinomys yonenagae*, um equimídeo subterrâneo com comportamento social apresentou poucos endoparasitos (Santos, JW, comunicação pessoal). Faunas parasitárias mais pobres foram relatadas anteriormente em várias espécies de roedores escavadores, especialmente naqueles com hábitos solitários e baixa densidade populacional, o que limita os encontros entre indivíduos, devido ao seu nicho subterrâneo e estilo de vida sedentário (Hafner et al., 2000; Lutermann & Bennett, 2012). Embora *C. laticeps* forrageie acima do solo, aumentando sua exposição a parasitos, seu comportamento solitário, territorial e com baixa densidade populacional (Ferrando et al., 2019; Ferrando, comunicação pessoal) parecem contribuir com a baixa riqueza de parasitos observada. Resultados semelhantes já foram relatados com outras espécies de roedores solitários (Rossin & Malizia, 2002; Tenora et al., 2003).

A hipótese do nosso estudo, de que os machos apresentam maior prevalência e carga parasitária (abundância de parasitos) do que as fêmeas, foi refutada. O parasitismo foi semelhante entre os sexos, porém houve maior tendência de parasitismo nas fêmeas. Provavelmente isso se deve ao comportamento de *C. laticeps*, que não é estritamente subterrâneo e por isso é menos sedentário que outros roedores fossoriais. As fêmeas passam muito tempo dentro ou nas proximidades das tocas (Ferrando et al., 2019), aumentando a sua exposição às fezes e, conseqüentemente, aos nematóides transmitidos diretamente, como relatado por Rossin et al. (2010) em um estudo com *Ctenomys talarum*. Por outro lado, os machos estão mais sujeitos aos estádios infecciosos de *F. almeidai* enquanto visitam várias galerias subterrâneas de fêmeas (Ferrando et al., 2019). Embora os machos de *C. laticeps* apresentem maior massa corporal e maior

movimentação do que as fêmeas, não se encontrou nenhum efeito da massa corporal ou do sexo na infecção pelo parasito transmitido diretamente, *F. almeidai*. Sendo assim, este resultado sugere que a infecção por *F. almeidai* pode estar associada ao estilo de vida semi-fossorial de *C. laticeps* juntamente ao sistema de acasalamento poligínico (Ferrando et al., 2019).

Por outro lado, a tendência de maior parasitismo por *S. forcipata* e *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. nas fêmeas pode ser explicado pelas diferenças de dieta entre sexos de *C. laticeps*, uma vez que esses parasitos são transmitidos pela ingestão de um hospedeiro intermediário infectado, como por exemplo, os artrópodes (Luong & Hudson, 2012; Evangelista, 2018). No entanto, nas análises de amostras fecais de indivíduos de *C. laticeps* (N = 10 machos e 16 fêmeas) não foi encontrada diferença na frequência de insetos consumidos por cada sexo (teste de soma de postos Wilcoxon $W = 89$, $p = 0,65$), contrariando assim essa hipótese. Estudos recentes destacaram o papel da atividade reprodutiva das fêmeas e suas alterações hormonais no aumento da suscetibilidade a infecções por parasitos (Klein & Roberts, 2010), especialmente durante a gravidez e lactação. Embora o presente estudo não tenha investigado o papel da reprodução nos níveis de infecção, a reprodução durante todo o ano entre os indivíduos de *C. laticeps* parece dar suporte à hipótese de relação entre atividade reprodutiva e os níveis de infecção nas fêmeas.

Além disso, na população estudada, a maioria dos machos era juvenil (75%), com menor massa corporal do que as fêmeas, que já eram, em sua maioria, sexualmente maduras. Tendo em vista isso, nossos resultados demonstraram maior abundância de parasitos troficamente transmitidos em hospedeiros maiores (por exemplo, fêmeas), provavelmente como consequência do aumento do consumo de alimentos (inclusive insetos) para atender à maior demanda energética devido ao maior tamanho corporal (McNab, 1963). Ainda, a lactação eleva muito o consumo de alimentos (Speakman, 2008), aumentando a exposição das fêmeas aos parasitos *S. forcipata* e *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. Como as fêmeas de *C. laticeps* estão em constante atividade reprodutiva, seu consumo de alimentos poderia ser maior, expondo assim as fêmeas ao maior encontro com parasitos diversificados. Portanto, sugere-se que as infecções causadas por esses parasitos em fêmeas de *C. laticeps* podem estar associadas ao aumento da suscetibilidade e exposição a parasitos entre fêmeas no estágio reprodutivo, além das diferenças de massa corporal entre os sexos em nossa amostra de estudo. No entanto,

também é possível que os resultados observados sejam simplesmente um artefato do tamanho da amostra desequilibrada entre machos (N = 4) e fêmeas (N = 10), embora as análises estatísticas tenham levado isso em consideração.

Por fim, o presente estudo não encontrou nenhum efeito da sazonalidade no parasitismo por *F. almeidai*, *Pterygodermatites* (Paucipectines) sp. ou *S. forcipata*. Geralmente, a infecção tende a aumentar durante a estação chuvosa, devido ao aumento da temperatura e umidade que favorecem a proliferação dos estádios infecciosos dos parasitos (Babagana et al., 2016). Entretanto, o estilo de vida semi-fossorial de *C. laticeps* pode contribuir para homogeneizar infecções entre as estações, reduzindo as chances de transmissão entre indivíduos devido ao aumento do tempo gasto nas tocas (Rossin et al., 2010). Para apoiar essa ideia, Ferrando et al. (2019) demonstraram que os padrões de uso do espaço de *C. laticeps* se mantiveram estáveis ao longo do tempo. Além disso, a reprodução contínua em *C. laticeps* também pode manter a suscetibilidade à infecção constante ao longo do ano, contribuindo para a falta de flutuações sazonais nos níveis de infecção.

Embora *C. laticeps* não seja estritamente subterrâneo, por forragear acima do solo, os resultados do presente estudo sugerem que um estilo de vida mais sedentário, quando comparado a espécies terrestres ou arbóreas, juntamente à baixa densidade encontrada na população estudada pode ser suficiente para evitar uma fauna rica de parasitos na área estudada, além de manter os padrões de infecção observados. O estilo de vida e a atividade reprodutiva durante todo o ano em *C. laticeps* podem ser responsáveis por níveis de infecção independentes do sexo, massa corporal ou estação entre parasitos com ciclo de vida direto. No entanto, os resultados dessa pesquisa devem ser vistos como uma avaliação preliminar, indicando a necessidade de um tamanho amostral maior. Além disso, estudos futuros devem se concentrar em avaliar e comparar a fauna de parasitos de roedores neotropicais com diferentes hábitos (terrestres, escavadores, subterrâneos) e graus de socialidade. Os equimídeos são organismos modelo adequados para essa abordagem, o que ajudaria a entender os mecanismos que determinam a riqueza e a carga parasitária entre os hospedeiros.

5 TABELAS

Tabela 1: Prevalência de infecção e abundância média (\pm desvio padrão) de cada espécie de helminto gastrointestinal encontrada em espécimes de *Clyomys laticeps* (machos = 4; fêmeas = 10) no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (GO, Brasil).

Parasita	Prevalência				Prevalência total
	Sexo		Estação		
	Macho	Fêmea	Seca	Chuvosa	
<i>Fuellebornema almeidai</i>	50%	70%	66.7%	18.2%	64.29%
<i>Subulura forcipata</i>	0%	100%	0%	63.6%	42.86%
<i>Pterygodermatites</i> sp.	0%	100%	66.7%	36.4%	42.86%

Tabela 2: Padrões de coinfeccção por espécies de parasitos de helmintos gastrointestinais encontrados em espécimes de *Clyomys laticeps* do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (GO, Brasil).

	Abundância (Média +/- Desvio Padrão)				Abundância média (95% limite de confiança)
	Macho	Fêmea	Seca	Chuvosa	
<i>Fuellebornema almeidai</i>	4.0 (4.69)	4.5 (4.69)	1.27 (3.60)	6.66 (6.11)	4.36 (2.33 a 6.86)
<i>Subuluraforcipata</i>	0	1.90 (2.33)	0	5.7 (7.4)	5.14 (2.36 a 10.03)
<i>Pterygodermatites</i> sp.	0	7.2 (8.06)	0.82 (1.41)	3.33 (3.51)	4.47 (2.64 a 6.44)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altizer S, Dobson A, Hosseini P, Hudson P, Pascual M, Rohani P. Seasonality and the dynamics of infectious diseases. *Ecology Letters* 2006; 9(4): 467-484.

Antunes P. *Uso de habitat e partição do espaço entre três espécies de pequenos mamíferos simpátricos no pantanal sul-mato-grossense, Brasil* [Dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2009.

Associação das Empresas Mineradoras das Águas Termas de Goiás – AMAT. Meteorologia da região [online]. Caldas Novas, GO: AMAT; 2019. Disponível em: <http://www.amatgo.org.br/meteorologia-da-regiao/>

Babagana M, Muhammed SS, Muhammad NI, Lawan B, Ismaila M. The prevalence of bovine gastrointestinal parasites in college of agriculture farm and surrounding farms of Yobe state, Nigeria. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences* 2016; 12(3): 96-99.

- Bezerra A, Oliveira J. Variação geográfica na morfologia fállica em *Clyomys laticeps* (Thomas, 1909) (Rodentia, Echimyidae, Eumysopinae). *Sociedade Brasileira de Mastozoologia*. 2013; 66: 1-8.
- Cardoso TS, Braga CAC, Macabu CE, Simões RO, Costa-Neto SF, Maldonado AJ et al. Helminth metacommunity structure of wild rodents in a preserved area of the Atlantic Forest, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 2018; 27(4): 495-504.
- Christie P, Arlettaz R, Vogel P. Variation in intensity of a parasitic mite (*Spinturnix myoti*) in relation to the reproductive cycle and immunocompetence of its bats host (*Myotis myotis*). *Ecology Letters* 2000; 3(3): 207-212.
- Combes C. *Parasitism: The Ecology and Evolution of Intimate Interactions*. Chicago: University Of Chicago Press; 2001.
- Costa NA, Simões RO, Vilela RV, Souza JGR, Cardoso ST, Leiner NO, Gentile R, Maldonado Jr A. Morphological and genetic characterization of *Pterygodermatites* (Paucipectines) *zygodontomis* (Nematoda: Rictulariidae) from *Necromys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) from Uberlândia, Brazil. *Journal of Helminthology* 2018; 92(5): 618-629.
- Crofton HD. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 1971; 62: 179-193.
- Durette-Desset MC, Digiani MC, Kilani M, Geffard-Kuriyama D. Critical revision of the Heligmonellidae (Nematoda: Trichostrongylina: Heligmosomoidea). Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle; 2017.
- Evangelista BBC, Silva RV de Sousa, De Sousa TN, Freire, SM. Ocorrência de *Subulura* sp. Molin, 1860 em *Nyctidromus albicollis* (Gmelin, 1789) no estado do Piauí, Brasil. *Biota Amazônia* 2018; 8(3): 39-42.
- Fabre, P-H., Galewski, T., Tilak, M. K., & Douzery, E. J. Diversification of South American spiny rats (Echimyidae): a multigene phylogenetic approach. *Zoologica Scripta* 2013, 42, 117-134.
- Ferrando C, Lamberto J, Leiner N. Space use patterns of the burrowing echimyid rodent, *Clyomys laticeps*. *Ethology* 2019; 125(3): 133-141.
- Grzybek M, Bajer A, Behnke-Borowczyk J, Al-Sarraf M, Behnke JM. Female host sex-biased parasitism with the rodent stomach nematode *Mastophorus muris* in wild bank voles (*Myodes glareolus*). *Parasitology Research* 2015, 114: 523–533.
- Hafner MS, Demastes JW, Spradling TA. Coevolution and subterranean rodents. In *Life underground: The biology of subterranean rodents*, E.A. Lacey, J.L. Patton, and G.N. Cameron (eds.). London: The University of Chicago Press; 2000. p. 370-388.
- Harrison A, Scantlebury M, Montgomery W. Body mass and sex-biased parasitism in wood mice *Apodemus sylvaticus*. *Oikos* 2010; 119 (7): 1099-1104.
- Hillegass MA, Waterman JM, Roth JD. The influence of sex and sociality on parasite loads in an African ground squirrel. *Behavioral Ecology* 2008; 19(5): 1006-1011.
- Hugot J, Baujard P, Morand S. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 2001; 3(3): 199-208.

- Kataranovski M, Mirkov I, Belj S, Popov A, Petrovic Z, Gacic Z, Kataranovski D. Intestinal helminths infection of rats (*Ratus norvegicus*) in the Belgrade area (Serbia): the effect of sex, age and habitat. *Parasite* 2011; 18(2): 189-196.
- Klein LK, Roberts CW. *Sex Hormones and Immunity to Infection*. Heidelberg: Springer Verlag; 2010.
- Krasnov BR, Morand S, Hawlena H, Khokhlova IS, Shenbrot, G. Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia* 2005; 146(2): 209-217.
- Luong LT, Hudson PJ. Complex life cycle of *Pterygodermatites peromysci*, a trophically transmitted parasite of the white-footed mouse (*Peromyscus leucopus*). *Parasitology Research* 2012; 110:483-487.
- Lutermann H, Bennett NC. Determinants of helminth infection in a subterranean rodent, the Cape dune mole-rat (*Bathyergus suillus*). *Journal of Parasitology* 2012; 98(3): 686-689.
- McNab B. Bioenergetics and the Determination of Home Range Size. *The American Naturalist* 1963; 97(894): 133-140.
- Mota TD. *Interação parasita-hospedeiro em pequenos mamíferos da fazenda experimental do Glória: padrões interespecíficos e impactos da interação sobre os indivíduos parasitados* [Dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2013.
- Neves DP. *Parasitologia humana*. São Paulo: Atheneu; 2011.
- Rossin A, Malizia AI. Relationship Between Helminth Parasites and Demographic Attributes of a Population of the Subterranean Rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae). *The Journal of Parasitology* 2002; 88 (6): 1268–1270.
- Rossin MA, Malizia AI, Timi JT, Poulin R. Parasitism underground: determinants of helminth infections in two species of subterranean rodents (Octodontidae). *Parasitology* 2010; 137: 1569-1575.
- Sanchez A, Devevey G, Bize P. Female-biased infection and transmission of the gastrointestinal nematode *Trichuris arvicolae* infecting the common vole, *Microtus arvalis*. *International Journal for Parasitology* 2011; 41 (13-14): 1397-1402.
- Simões R, Gentile R, Rademaker V, D'Andrea P, Herrera H, Freitas T, Lanfredi R, Maldonado Jr A. Variation in the helminth community structure of *Trichomys pachyurus* (Rodentia: Echimyidae) in two sub-regions of the Brazilian Pantanal: the effects of land use and seasonality. *Journal of Helminthology* 2010; 84: 266-275.
- Speakman JR. The physiological costs of reproduction in small mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2008; 363: 375-398.
- Strona G, Barredo JI, De Rigo D, Caudullo G, Stancanelli G, J-San-Miguel-Ayanz. Assessing the potential distribution of insect pests: case studies on large pine weevil (*Hylobius abietis* L) and horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) under present and future climate conditions in European forests. *Eppo Bulletin* 2015; 45(2): 273-281.

Tenora F, Barus V, Prokes M, Sumbreira R, Koubková B. Helminths parasitizing the silvery mole-rat, *Heliophobius argenteocinereus* (Rodentia: Bathyergid) from Malawi. *Helminthologia* 2003, 40: 153-160.

Vicente JJ, Rodrigues HO, Gomes DC, Pinto RM. Nematóides do Brasil. Parte IV: nematóides de aves. *Revista Brasileira de Zoologia* 1995; 12: 1-273.

Viljoen H, Bennett N, Ueckermann E, Lutermann H. The Role of Host Traits, Season and Group Size on Parasite Burdens in a Cooperative Mammal. *Plos One* 2011; 6(11): 27003.