

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DOS  
RECURSOS NATURAIS

**Carapatos e riquêtsias em parque urbano de  
Uberlândia, Minas Gerais: ecologia e biodiversidade  
associadas**

Uberlândia  
2014

**GRAZIELA VIRGINIA TOLESANO PASCOLI**

**Carrapatos e riquêtsias em parque urbano de  
Uberlândia, Minas Gerais: ecologia e biodiversidade  
associadas**

**Tese apresentada à Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte  
das exigências para obtenção do título  
de Doutor em Ecologia e Conservação  
dos Recursos Naturais.**

**Orientador: Prof. Dr. Matias Juan Pablo Szabó**

**Uberlândia/MG**

**Junho/2014**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

Orientador: Matías Juan Pablo Szabó

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de  
Recursos Naturais

## Inclui bibliografia

1. Ecologia - Teses. 2. Ecologia urbana (Biologia) - Teses. 3. Ecoepidemiologia - Teses. I. Szabó, Matias Juan Pablo. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574

GRAZIELA VIRGINIA TOLESANO PASCOLI

**Carapatos e riquétsias em parque urbano de  
Uberlândia, Minas Gerais: ecologia e biodiversidade  
associadas**

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,  
como parte das exigências para obtenção do título de  
Doutor em Ecologia e Conservação dos Recursos  
Naturais.

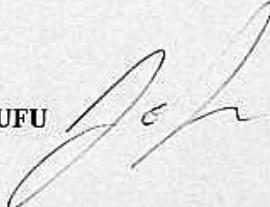
APROVADA em 27/06/2014

Prof. Dr. Adriano Pinter – USP



Dra. Vanessa Ramos *Gomes da Nascimento Ramos*

Prof. Dr. Jean Limongi – UFU



Profa. Dra. Natália Leiner – UFU *Natália O. Leiner*

UBERLÂNDIA

Junho/2014

"Ao mesmo tempo em que queremos aprender e explorar todas as coisas,  
esperamos que todas as coisas sejam misteriosas e inexploráveis,  
que a terra e o mar sejam infinitamente selvagens,  
imapeados e insondados porque insondáveis.  
Nunca nos cansaremos da Natureza."

Henry Thoreau, Walden - A vida nos Bosques

Dedico este trabalho ao meu filho  
José Francisco Pascoli de Andrade  
que do alto de seus dez anos de idade  
me iluminou com muitos momentos de sabedoria  
durante as etapas mais difíceis dessa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não seria possível sem todo o apoio e incentivo que obtive durante este processo.

Agradeço a todos que participaram dessa pesquisa, em especial:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento concedido ao orientador para este projeto e pela bolsa concedida a V.S.R. para Iniciação Científica.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais (PPGECRN), pela infraestrutura e logística necessárias à realização desta pesquisa, especialmente às secretárias Maria Angélica e Helena.

Aos coordenadores da Pós-Graduação, Heraldo Vasconcelos e Marcelo Gonzaga pelo auxílio nos trâmites burocráticos.

À Fundação Uberlândense de Turismo, Esporte e Lazer – Futel, pela autorização e cooperação durante o trabalho de campo no Parque do Sabiá.

Ao meu orientador prof. Matias Szabó por esta oportunidade, e também pela parceria, confiança e estímulo contínuos.

À equipe de campo deste projeto e grandes amigos: Vanessa, Vinícius e Carol, que ajudaram nos mamíferos, Khelma nas aves, Marlene nos carapatos e Jamile no laboratório.

Ao prof. Oswaldo Marçal pela iniciação na área ecológica e no parasitismo em aves, onde tudo começou.

À médica veterinária Elizete Araújo, meu primeiro contato na área da saúde dos animais silvestres e pela confiança e auxílio neste projeto.

Aos membros da banca examinadora, Adriano Pinter, Jean Limongi, Natália Leiner, Vanessa Ramos e Anna Monteiro pela disponibilidade e valiosas observações neste trabalho.

Ao Laboratório de Doenças Parasitárias da Universidade de São Paulo (VPS-USP), especialmente ao prof. Marcelo Labruna pelas portas abertas, Jonas pelo fornecimento de

antígenos de *Rickettsia* sp, Amália pela paciência em me ensinar os primeiros passos na extração e PCR, Monize e Maria pelo auxílio nas frequentes dúvidas de PCR, Thiago pelas inúmeras ajudas na identificação das ninfas de carapato.

Ao Dr. Lourenço Costa pela parceria e direcionamento através dos numerosos testes de extração e PCR, e também pelas trocas de trilha sonora.

Aos professores Dr. José Roberto Mineo e Dr. Thiago Mineo e equipe do Laboratório de Imunoparasitologia pela disponibilização da sala de PCR.

À professora Anna Monteiro e equipe do Laboratório de Doenças Bacterianas por disponibilizar a infraestrutura de eletroforese.

Ao professor Jonny Yokosawa e Renato Vieira do Laboratório de Virologia da UFU, cuja ajuda na etapa final da extração foi (e está sendo) fundamental para o estabelecimento do novo protocolo.

À Cristiane, Elenice, José e Alcides, do Laboratório de Sorologia do Centro de Controle de Zoonoses, pela disponibilidade da infraestrutura para leitura das lâminas de RIFI.

A todos que ajudaram nas coletas de campo, cuja presença naquele dia foi fundamental: Guilherme, Thomás, Eurípedes, Monize, Adriano, Caio, Alessandra, Gustavo Seron.

Aos funcionários do Zoológico do Parque do Sabiá pela enorme colaboração e suporte logístico no decorrer das campanhas de coleta de dados, especialmente aos veterinários Elizete Araújo, Gisele Andraus e Fernando de Souza.

À professora Natália Leiner pela orientação no estágio em docência e importantes sugestões na qualificação.

A todos os colegas que passaram pelo Laboratório de Ixodologia (LABIX).

Aos meus pais, Sandra e José Américo, irmãos Giulio e Gabriel e ao meu filho pelo amor e alicerce constante, especialmente à minha mãe, que me ajudou muito na fase final deste doutorado.

Ao Énio, Cleusa e Débora pela amizade, apoio e carinho familiar aqui em Uberlândia.

A todos os amigos queridos, companheiros essenciais nos momentos de descanso e ócio criativo.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUÇÃO .....	01
1. Medicina da Conservação e ecologia das zoonoses .....	01
2. Áreas verdes urbanas: saúde silvestre e saúde ambiental .....	02
3. Riquetsias, riquetsioses e carrapatos vetores no Brasil .....	03
4. Objetivos .....	08
5. Referências Bibliográficas .....	09
CAPÍTULO 1: Carrapatos em vida livre do Parque do Sabiá, Uberlândia/Minas Gerais .....	16
1. Introdução .....	16
2. Objetivos .....	20
3. Materiais e Métodos .....	20
4. Resultados .....	33
5. Discussão .....	40
6. Conclusões .....	43
7. Referências Bibliográficas .....	44
CAPÍTULO 2: Capivaras do Parque do Sabiá: infestação por carrapatos e infecção por riquetsias.....	51
1. Introdução .....	51
2. Objetivos .....	54
3. Materiais e Métodos .....	54
4. Resultados .....	56
5. Discussão .....	59
6. Conclusões .....	63
7. Referências Bibliográficas .....	63
CAPÍTULO 3: Carrapatos e infecção por riquetsias em pequenos mamíferos de vida livre no Parque do Sabiá .....	69

1. Introdução .....	69	
2. Objetivos .....	70	
3. Materiais e Métodos .....	71	
4. Resultados .....	73	
5. Discussão .....	83	
6. Conclusões .....	89	
7. Referências Bibliográficas .....	89	
CAPÍTULO 4: Infestação por carapatos nas aves do Parque do Sabiá .....		95
1. Introdução .....	95	
2. Objetivos .....	96	
3. Materiais e Métodos .....	97	
4. Resultados .....	98	
5. Discussão .....	106	
6. Conclusões .....	109	
7. Referências Bibliográficas .....	110	
CAPÍTULO 5: Considerações Finais.....		115
1. Infestação por carapatos.....	115	
2. Resultados sorológicos e PCR .....	117	
3. Referências Bibliográficas .....	119	
ANEXO A .....	121	
ANEXO B .....	122	
ANEXO C .....	124	
ANEXO D .....	125	

## RESUMO

**Tolesano-Pascoli, Graziela Virginia; 2014. Carapatos e riquétsias em parque urbano de Uberlândia, Minas Gerais: ecologia e biodiversidade associadas. Tese de Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 145p.**

O Parque Municipal do Sabiá é o principal parque público de Uberlândia e um refúgio para a biodiversidade local. Entre março de 2011 e maio de 2013 foram realizados levantamentos de carapatos do ambiente e da ixodofauna em mamíferos e aves. Testes sorológicos (RIFI) contra cinco espécies de riquétsias foram realizados nas amostras de sangue de capivaras e pequenos mamíferos. Os carapatos encontrados em vida livre foram *Amblyomma sculptum* (648 adultos e 747 ninfas) e *Amblyomma dubitatum* (36 adultos e 85 ninfas), além de 22 bolos de larvas *Amblyomma* sp. *A. sculptum* foi a espécie mais abundante, representando 92% da amostra. Adultos de *A. sculptum* predominaram no período chuvoso ( $U=26$ ,  $p<0,05$ ) e ninfas na estação seca ( $U=4$ ,  $p<0,05$ ). Trinta e quatro capivaras foram capturadas e removidas do Parque do Sabiá durante os anos 2010 e 2011. Destas, vinte e cinco (78,1%) estavam infestadas com 1272 carapatos das espécies *A. sculptum* e *A. dubitatum*, sendo a última mais abundante (61,2% do todo). Dezoito capivaras apresentaram sororeatividade anti-riquétsias com títulos entre 64 e 1024. Seis animais exibiram reação homóloga contra o antígeno de *R. rickettsii* (níveis de 128, 256 e 1024) e um contra *R. bellii* (nível de 128). Não foram detectadas riquétsias por PCR nos carapatos em vida livre e de capivaras. Os pequenos mamíferos capturados foram *Oecomys* sp. ( $n=59$ ), *Rhipidomys* sp. ( $n=6$ ), *Rattus norvegicus* ( $n=8$ ), *Oligoryzomys* sp. ( $n=1$ ), *Dasyurus novemcinctus* ( $n=1$ ), *Dasyprocta azarae* ( $n=1$ ), *Cavia aperea* ( $n=3$ ), *Didelphis albiventris* ( $n=30$ ) e *Gracilinanus agilis* ( $n=21$ ). Cinquenta e dois animais (33,8%) albergavam 655 carapatos (13 adultos, 137 ninfas e 505 larvas). As larvas representaram 76,9% do total de carapatos e destas 94,6% pertencem ao gênero *Amblyomma*. Entre as ninfas, *A. dubitatum* correspondeu a 71,5% da amostra, enquanto *A. sculptum* representou 17,5% e *I. loricatus* a 10,9%. A infestação de carapatos nos pequenos mamíferos foi mais alta na estação seca do que na estação chuvosa ( $U=2256$ ,  $p<0,05$ ). A prevalência de carapatos em *D. albiventris* foi de 83,3%, albergando 89,7% de todos os carapatos coletados. A soroprevalência total para *Rickettsia* spp. nos pequenos mamíferos do Parque do Sabiá foi de 45,6% (52 positivos em 114 amostras testadas). No geral, as

titulações foram baixas (64 a 2048) e *R. bellii* foi a espécie com maior número de reações homólogas (10). *Rattus norvegicus* apresentou sorologia discrepante, com títulos altos para todas as riquétsias testadas. Foram capturadas 320 aves, abrangendo 52 espécies (22 Famílias, 14 da Ordem Passeriforme e oito não-Passeriformes). A Família com maior número de indivíduos foi a Paruliidae (n=51). A guilda alimentar com maior número de espécies foi onívora (n=21), compreendendo 158 indivíduos, seguida pelos insetívoros (16 espécies, 97 indivíduos). Foram coletados 57 carapatos (39 larvas de *Amblyomma* sp e 18 ninfas de *Amblyomma longirostre*, *Amblyomma nodosum* e *Amblyomma sculptum*). A prevalência geral de infestação por carapatos foi de 9,4 % (30 indivíduos em 320 aves examinadas). As aves que forrageiam no sub-bosque e sub-bosque inferior foram mais prevalentes do que as aves que forrageiam em dossel. A prevalência de carapatos nas aves foi maior na estação seca em relação à estação chuvosa. O conjunto dos resultados indica a circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa e de *R. bellii* no Parque do Sabiá.

## ABSTRACT

**Tolesano-Pascoli, Graziela Virginia; 2014. Ticks and Rickettsiae in an urban park in Uberlândia, Minas Gerais: associations with ecology and biodiversity. PhD Thesis. Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 145p.**

The Parque Municipal do Sabiá is the main public park in Uberlândia and an urban refuge of local biodiversity. Surveys of ticks in mammals and birds and questing ticks were accomplished between March 2011 and May 2013. Free-living ticks were *Amblyomma sculptum* (648 adults and 747 nymphs) and *Amblyomma dubitatum* (36 adults and 85 nymphs), and 22 *Amblyomma* sp larvae clusters. *A. sculptum* was the most abundant species with 92% of the sample. *A. sculptum* adults predominated in the rainy season ( $U = 26$ ,  $p < 0.05$ ) and nymphs in the dry season ( $U = 4$ ,  $p < 0.05$ ). Thirty-four capybaras were captured and removed from the park during the years 2010 and 2011. Twenty-five (78.1%) capybaras were infested with 1272 ticks of the species *A. dubitatum* and *A. sculptum*, being the former the most abundant species (61.2%). Eighteen capybaras were anti-*Rickettsia* seroreactivity with titers from 64 to 1024. Five animals exhibited homologous reaction against the antigens of *R. rickettsii* and *R. bellii*. No *Rickettsia* was detected by PCR in free living ticks and capybaras. Small mammals were *Oecomys* sp. ( $n = 59$ ), *Rhipidomys* sp. ( $n = 6$ ), *Rattus norvegicus* ( $n = 8$ ), *Oligoryzomys* sp. ( $n = 1$ ), *Dasyurus novemcinctus* ( $n = 1$ ), *Dasyprocta azarae* ( $n = 1$ ), *Cavia aperea* ( $n = 3$ ), *Didelphis albiventris* ( $n = 30$ ) and *Gracilinanus agilis* ( $n = 21$ ). Of these, 33.8% harbored 655 ticks (13 adults, 137 nymphs and 505 larvae). The larvae accounted for 76.9% of ticks and 94.6% of these belong to the genus *Amblyomma*. Among the nymphs, *A. dubitatum* corresponded to 71.5% of the sample, while *A. sculptum* represented 17.5% and *I. loricatus* 10.9%. The infestation of ticks in small mammals was higher in the dry season than in the rainy season ( $U = 2256$ ,  $p < 0.05$ ). *D. albiventris* prevalence was 83.3% and this species harbored 89.7% of all ticks collected. The overall seroprevalence of *Rickettsia* spp. in small mammals was 45.6% (52 positive in 114 samples tested). Overall, the titers were low (64-2048) and *R. bellii* was the species with the largest number of homologous reactions (10). *Rattus norvegicus* presented discrepant serology with high titers for all tested rickettsiae. 320 birds were captured, from 52 species, 22 families (14 of passerine Order and eight non-passerines). The family with the largest number of individuals was Paruliidae. Foraging guild with

the highest number of species was omnivorous ( $n = 21$ ), comprising 158 individuals, followed by insectivores (16 species, 97 individuals) and 57 ticks (39 *Amblyomma* sp larvae and 18 nymphs *Amblyomma longirostre*, *Amblyomma nodosum* and *A. sculptum* were collected. The overall prevalence of tick infestation was 9.4% (30 individuals in 320 birds examined). Birds foraging in the understory and lower understory were more prevalent than birds foraging at other height. The prevalence of ticks on birds was higher in the dry season compared to the rainy season. The whole results indicate the circulation of Spotted Fever Group Rickettsiae and *R. bellii* in Parque Municipal do Sabiá.

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. MEDICINA DA CONSERVAÇÃO E ECOLOGIA DAS ZOONOSES

A Medicina da Conservação é uma abordagem científica que conecta saúde humana e animal com a saúde do ecossistema (Lafferty e Gerber 2002). A emergência de doenças está associada com fatores socioeconômicos, ambientais e ecológicos (Jones et al. 2008). À medida que a resiliência natural dos ecossistemas é reduzida e as barreiras ecológicas de transmissão de doenças diminuem ou são eliminadas, ocorre a emergência e redistribuição de doenças infecciosas (Aguirre e Gómez 2009).

Quase dois terços das doenças infecciosas humanas são causados por patógenos procedentes de hospedeiros animais (Morse et al. 2012). Tais zoonoses como leptospirose, toxoplasmose, febre maculosa, leishmaniose, doença de Lyme, febre amarela, Influenza tipo A, Ebola, HIV, Q Fever e Nypah Virus dividem uma característica em comum, pois são doenças que reemergiram, ampliaram sua área de distribuição ou foram descobertas nas últimas três décadas (Fisman et al. 2010).

As doenças infecciosas são um intrínseco fenômeno ecológico, profundamente inserido na ecologia e biologia evolutiva de seus hospedeiros, uma vez que sua dinâmica de transmissão envolve a interação de pelo menos três espécies: um patógeno, um hospedeiro animal e o ser humano (Karesh et al. 2012).

Esta complexidade fica mais evidente nas zoonoses transmitidas por vetores, uma vez que diversas espécies de artrópodes vetores e de hospedeiros intermediários desempenham diferentes papéis na sua dinâmica de transmissão (Kilpatrick 2012).

Para se compreender o surgimento de uma zoonose são necessários conhecimentos do patógeno, dos hospedeiros animais que estão naturalmente infectados pelo agente patogênico e das interações ecológicas que permitem a perpetuação do agente infeccioso na natureza (Childs et al. 2007).

A medicina da conservação busca compreender a saúde em um contexto ecológico, identificar determinantes ambientais das doenças e utilizar esse

conhecimento para desenvolver ações preventivas ou corretivas, visando o bem estar das comunidades envolvidas.

## 2. ÁREAS VERDES URBANAS E SAÚDE AMBIENTAL

A urbanização tem profunda relação com redistribuição e intensidade de doenças infecciosas (Bradley e Altizer 2007). Dentre as alterações ambientais promovidas pelo ser humano, a urbanização é uma das mais determinantes, pois na substituição da vegetação nativa por construções e pavimentação pode-se eliminar rápida e completamente diversas espécies da fauna nativa, principalmente aquelas que têm uma relação estreita com a vegetação original (McKinney 2002).

São consideradas áreas verdes urbanas espaços livres de construções, onde o principal elemento de composição é a vegetação, e mergulhados na matriz urbana. As cidades necessitam das áreas verdes como parte de sua infraestrutura por inúmeros motivos, seja paisagismo, para melhorar a infiltração de água ou possibilitar a recreação em espaço aberto (Chiesua 2004, Flores et al. 1998, Pina e Santos 2012).

O ambiente urbano possui características ecológicas muito diferentes do ambiente rural ou natural (McDonnel et al. 1997). Temperaturas mais altas, luz intensa, poluição química e pouca cobertura vegetal são características similares em todos os ambientes urbanos (Slabbeekorn e Ripmeester 2008). Deste modo, animais silvestres que se fixam em áreas urbanas enfrentam condições diferentes daqueles que habitam áreas naturais (Partecke et al. 2004).

Segundo Blair (2001), as espécies animais podem ser divididas em três categorias de acordo com sua relação com a urbanização: *urban avoiders*, *urban adapters* e *urban exploiters*. A distinção mais importante entre estas categorias é a dependência de recursos humanos, como alimentos e abrigos.

*Urban avoiders* são animais que necessariamente utilizam recursos naturais. Assim, ao longo de um gradiente de urbanização (área rural, área periurbana e centro urbano), são as primeiras espécies a desaparecer (como os grandes predadores). As aves dependentes de mata fechada ou aquelas que nidificam no solo também desaparecem.

*Urban adapters* são aquelas espécies capazes de utilizar subsídios humanos, porém também utilizam áreas naturais para manter sua população. São animais que naturalmente utilizam bordas de matas e áreas abertas. Esses animais exploram uma grande variedade de recursos e podem atingir uma enorme biomassa em áreas antropizadas, principalmente pela ausência de predadores. Encaixam-se nessa categoria os gambás (*Didelphis* sp.) e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Entre as aves, as onívoras e as que forrageiam no chão como sabiás (*Turdus* sp.), bem-te-vi (*Pitangus* sp.) e pombas.

*Urban exploiters*, também chamados de sinantrópicos (Sukopp and Werner 1982, Johnston 2001), são muito dependentes de recursos humanos. Geralmente são animais onívoros como pombo comum (*Columba livia*), pardal (*Passer domesticus*), rato marrom e ratazanas (*Rattus* sp), baratas (*Periplaneta americana*) e outros artrópodes.

Atualmente, os planejadores urbanos se encontram frente a um novo desafio: a manutenção da função ecológica das áreas verdes urbanas, de forma a auxiliar na conservação da biodiversidade das cidades, tornando-se um refúgio para espécies de plantas e animais (Bowman & Marzluff 2001, Pernat 2000).

Porém as particularidades das áreas verdes urbanas demandam medidas especiais de manejo e conservação, sendo responsabilidade das diferentes escalas governamentais a continuidade de suas funções ambientais e sociais (Fernandez-Juricic e Jokimäki 2001).

### **3. RIQUÉTSIAS, RIQUETSIOSSES E CARRAPATOS VETORES NO BRASIL**

Riquétsias são bacilos Gram-negativos intracelulares obrigatórios que evoluíram em estreita associação com hospedeiros artrópodes como carrapatos, piolhos, pulgas e ácaros. Eles representam um conjunto bastante diversificado de bactérias que inclui os gêneros *Rickettsia*, *Ehrlichia*, *Orientia* e *Coxiella* (Walker 1996).

As espécies do gênero *Rickettsia* (Família Rickettsiaceae, Ordem Rickettsiales) são divididas em Grupo da Febre Maculosa, Grupo do Tifo, Grupo da *R. bellii* e Grupo da *R. canadensis* (Parola et al. 2013). O Grupo do Tifo inclui os agentes do tifo

exantemático epidêmico (*R. prowazekii*), transmitido por piolhos e do tifo murino (*R. typhi*), cujo vetor são pulgas (Labruna 2009).

Atualmente todas as riquétsias associadas a carapatos pertencem ao Grupo da Febre Maculosa (com exceção de *R. bellii* e *R. canadensis*). Dentre as que ocorrem no Brasil estão *R. rickettsii*, *R. parkeri*, *R. amblyommii*, *R. rhipicephali*, *R. monteiroi*, além de vários sorotipos cuja espécie ainda não foi definida, como a *Rickettsia* sp. cepa Mata Atlântica e *Rickettsia* sp. cepa Pampulha (Parola et al. 2013, Szabó et al. 2013a, Almeida et al. 2011, Pacheco et al. 2011, Labruna 2009).

Riquetsioses são zoonoses transmitidas principalmente por carapatos e estão listadas entre as principais doenças emergentes ou re-emergentes do mundo. Esta zoonose é uma das mais antigas doenças transmitidas por vetores já conhecidas. Em 1899, Edward E. Maxey relatou a primeira descrição clínica da febre maculosa nos Estados Unidos (Rock Mountain Spotted Fever). Em 1906, Howard T. Ricketts relatou o papel do carapato na transmissão do agente causador, posteriormente chamado *Rickettsia rickettsii* (Parola et al. 2005).

No Brasil foi descrita pela primeira vez em São Paulo no ano de 1929 e logo depois foi registrada nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Dias e Martins, 1939). A Febre Maculosa Brasileira (FMB) é a única doença transmitida por carapatos aos seres humanos que é regularmente diagnosticada e de notificação obrigatória (Pinter et al. 2011). Casos confirmados de FMB têm sido relatados na região Sudeste, na região Sul e recentemente na Bahia (Moraes-Filho et al. 2009). É uma doença grave, com letalidade de 30 a 40% (Angerami et al. 2006).

No período de 2001 a 2012, foram notificados e confirmados pelo SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação), 127 casos em 38 municípios de Minas Gerais, com a região Metropolitana de Belo Horizonte concentrando o maior número de casos, seguida pela região do Vale do Rio Doce e a Zona da Mata. Não há casos notificados no Triângulo Mineiro. De acordo com a frequência acumulada entre 2001-2010, os casos se concentraram entre os meses de maio e novembro, com a maior prevalência ocorrendo no mês de agosto (Castro 2012).

Até o ano 2000 apenas três espécies de riquétsias eram conhecidas na América do Sul (Labruna 2009). Atualmente cinco espécies adicionais foram identificadas e

isoladas a partir de carapatos (Parola et al. 2013), e diversas amostras já foram descritas mas ainda não cultivadas ou com descrição incompleta, incluindo a cepa Mata Atlântica, sabidamente patogênica para humanos (Szabó et al. 2013a). Um aspecto fundamental destas infecções é sua associação com um intrincado complexo biótico que envolve ambiente, diversos hospedeiros selvagens e domésticos, carapatos e a bactéria (McCoy et al. 2013).

Os carapatos possuem hábito hematófágico obrigatório e transmitem uma variedade maior de microorganismos patogênicos do que qualquer outro grupo de vetores (Jongejan e Uilenberg 2004). Considerando sua longevidade excepcional, eles se tornam não apenas vetores, mas também reservatórios de agentes infecciosos (Labuda e Nuttall 2004).

A fauna brasileira de carapatos conta 66 espécies descritas (Martins et al. 2014, Nava et al. 2014). Todos os grupos vertebrados terrestres são hospedeiros de carapatos. O ciclo de vida deste ectoparasito abrange, em geral, três fases – larva, ninfa e adulto – sendo cada muda precedida por um repasto sanguíneo, durante o qual podem transmitir os agentes patogênicos (Boyd 1951, Krantz 1970, Flechtmann 1975; 1990).

Muitas destas espécies são agressivas aos seres humanos e os picam de forma ocasional ou até rotineiramente (Guglielmone et al. 2006), situação relacionada ao acesso dos seres humanos a ambientes específicos e que mantêm populações de carapatos (Spolidorio et al. 2010, Ramos et al. 2014).

Apesar da FMB ainda ter muitos aspectos de sua epidemiologia desconhecidos, na maioria das áreas endêmicas da região sudeste existe uma associação da doença com picada de carapatos e presença de capivaras, que albergam grandes populações de carapatos (Queirogas et al. 2012, Debarbora et al. 2014) e são um hospedeiro amplificador de *R. rickettsii* (Souza et al. 2009). Isso significa que um animal infectado com esta bactéria passa por uma fase de ricketsemia de cerca de 10 dias, suficiente para infectar carapatos fixados nele, porém sem apresentar sintomas graves da doença.

O carapato *Amblyomma cajennense* lato sensu é o vetor mais comum de *R. rickettsii* no Brasil. Eqüinos, capivaras e antas são os principais hospedeiros para todos os estágios parasitários do *A. cajennense* l.s. no Brasil (Labruna et al. 2001). Em condições naturais, esta é uma espécie relacionada com o Cerrado/Pantanal (Veronez et

al. 2010) e está ausente na Mata Atlântica exceto em áreas desmatadas (Szabó et al. 2009).

Na Grande São Paulo o cenário epidemiológico da Febre Maculosa Brasileira é diferente. A doença é transmitida por *Amblyomma aureolatum*, que utiliza carnívoros selvagens como hospedeiros da forma adulta e aves e roedores silvestres alimentam os estágios imaturos (Pinter et al. 2008). Esta espécie necessita de um ambiente florestal de alta umidade e com temperatura amena, portanto é um carapato típico de Mata Atlântica de altitude (Pinter et al. 2004). Casos de FMB humana ocorrem quando cães domésticos vão para as matas e são parasitados pelo carapato. Quando estes cães retornam à casa propiciam o contato acidental com os humanos e ocorre a transmissão do patógeno (Ogrzewalska et al. 2012).

Uma segunda riquetsiose humana, mais branda e não letal, foi descoberta recentemente (Spolidorio et al. 2010). O carapato envolvido na transmissão é a espécie *Amblyomma ovale* (Szabó et al. 2013a) e seu agente etiológico tem relação filogenética próxima às riquetsias patogênicas do Grupo da Febre Maculosa *R. parkeri*, *R. africae* e *R. sibirica*. Porém este patógeno ainda permanece sem identificação específica, sendo nomeado *Rickettsia* cepa Mata Atlântica (Sabatini et al. 2010). Atualmente acredita-se que o contato entre *Rickettsia* e ser humano, igualmente à FMB, ocorra com cães transportando carapatos infectados da Mata Atlântica para domicílios (Szabó et al. 2013b).

Além das riquetsias sabidamente patogênicas no Brasil, outras de patogenicidade desconhecida foram isoladas de diversas espécies de carapatos. *Rickettsia amblyommii* e *Rickettsia rhipicephali* são do Grupo da Febre Maculosa e já foram isoladas em carapatos *A. cajennense* l.s. e *Haemaphysalis juxtakochi*, respectivamente (Labruna et al. 2004a; Labruna 2009).

*Rickettsia bellii* é uma das riquetsias de maior prevalência no Brasil, mas de patogenicidade desconhecida (Labruna 2009). Foi detectada em diversas espécies de carapatos notadamente em *A. dubitatum* (Pacheco et al. 2009, Brites-Neto et al. 2013), *Ixodes loricatus* (Ogrzewalska et al. 2012) e também em *Amblyomma longirostre*, um carapato típico de aves (hospedeiras das formas imaturas) e que tem o Ouriço-Caixeiro

(*Coendou* sp) como hospedeiro da fase adulta (Labruna et al. 2004b, Tolesano-Pascoli et al. 2010, Ogrzewalska et al. 2008).

Em 2011, uma nova cepa de riquetsia, filogeneticamente próxima a *R. tamurae* e *R. monacensis* (*Rickettsia* sp. cepa Pampulha) foi isolada de *A. dubitatum* em Belo Horizonte/MG (Almeida et al. 2011). As capivaras são os hospedeiros preferenciais deste carapato, mas as fases imaturas também podem utilizar outros mamíferos para se alimentar (Barros-Battesti et al. 2006). Sabe-se que *A. dubitatum* eventualmente pica o ser humano (Labruna et al. 2007), porém seu papel com vetor de doenças é ainda desconhecido (Szabó et al. 2013b).

Uma das dificuldades na pesquisa de riquetsioses é a possibilidade de circulação de várias espécies de riquetsias em um mesmo local (patogênicas e não patogênicas) e também pelo fato de que algumas espécies patogênicas causam uma baixa taxa de infecção na população de carapatos. Assim a presença de *R. rickettsii* em *A. cajennense* l.s. é um evento raro, mesmo em áreas endêmicas (Brites-Neto et al. 2013, Pacheco et al. 2009, Guedes et al. 2005, Sangioni et al. 2005). Isto se deve ao fato de que *A. cajennense* l.s. é um hospedeiro inadequado para esta espécie de riquetsia, sendo incapaz de manter a infecção através das gerações (Soares et al. 2012). Por isso o papel de um hospedeiro amplificador (uma espécie suscetível à *Rickettsia* e que pode infectar carapatos durante o repasto sanguíneo) é necessário para a manutenção desta bactéria em determinado local.

No Brasil, além das capivaras, marsupiais são considerados prováveis hospedeiros amplificadores de *Rickettsia* spp para carapatos *Amblyomma cajennense* l.s. (Labruna 2009). Horta et al. (2009) demonstraram experimentalmente a capacidade de *Didelphis aurita* - o gambá de orelha preta - em infectar carapatos *A. cajennense* l.s. por *R. rickettsii*.

Pequenos mamíferos estão envolvidos no ciclo de transmissão de vários patógenos transmitidos por carapatos (Magnarelli et al. 2011). Por outro lado, a participação de pequenos mamíferos na epidemiologia das riquetsioses e infecção de carapatos de forma geral é sugerida (Szabó et al. 2013a) mas não comprovada. Como aves e pequenos mamíferos alimentam as formas imaturas de muitas das espécies de

carrapatos neotropicais, o papel destes hospedeiros na infecção de vetores merece ser investigada.

Parques verdes em áreas urbanas albergam várias espécies animais e artrópodes vetores (Rodrigues et al. 2011). A proliferação de alguns animais hospedeiros nestas áreas verdes pode favorecer a expansão da população de vetores e aumentar o contato acidental destes com seres humanos. De fato, FBM parece estar associada ao aumento da população de capivaras em áreas urbanas e periurbanas e com infestações ambientais pelo carrapato *A. cajennense* l.s. (Szabó et al. 2013b).

Observou-se no Parque do Sabiá de Uberlândia, Minas Gerais, uma grande população de capivaras e carrapatos (Queirogas et al. 2012). Informações não confirmadas de médico epidemiologista da Universidade Federal de Uberlândia indicam a presença de “Doença de Lyme” em usuários do Parque. Como este agente nunca foi isolado no Brasil, a possibilidade de outro patógeno transmitido por carrapatos no parque pode ser suposta.

A região do Triângulo Mineiro ainda não teve nenhum caso de Febre Maculosa Brasileira oficialmente notificado, porém é importante notar que em regiões não endêmicas nem sempre a FMB é a primeira suspeita dos médicos e os laboratórios clínicos brasileiros não estão preparados para detectar outras riquetsioses.

Neste trabalho investigou-se a infestação por carrapatos em capivaras, pequenos mamíferos e aves no Parque do Sabiá para determinar possíveis inter-relações. Pesquisou-se ainda riquetsias em carrapatos e possível contato de hospedeiros com estas bactérias.

#### **4. OBJETIVOS**

1. Caracterizar a fauna de carrapatos associada às capivaras, pequenos mamíferos e aves no Parque do Sabiá em Uberlândia/MG.
2. Caracterizar a fauna de carrapatos em vida livre do Parque do Sabiá;

3. Avaliar a similaridade entre a ixodofauna em vida livre e a dos hospedeiros animais;
4. Pesquisar sororeatividade contra riquétsias nas capivaras e pequenos mamíferos de vida livre do Parque do Sabiá;
5. Identificar as espécies de riquétsias encontradas em carrapatos de aves e mamíferos, assim como nos carrapatos do ambiente;

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre AA, Gómez A. 2009. Essential veterinary education in conservation medicine and ecosystem health: a global perspective *Rev. sci. tech. off. int. Epiz.* 28 (2):597-603.
- Almeida AP, Cunha LM, Bello AC et al. 2011. A novel *Rickettsia* infecting *Amblyomma dubitatum* ticks in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases* 2: 209-212.
- Angerami RN, Resende MA, Feltrin AFC et al. 2006. Brazilian spotted fever: a case series from an endemic area in southeastern Brazil. *Ann.N.Y.Sci.*1078: 252–254.
- Barros-Battesti DM et al. 2006. *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. São Paulo: Vox/ICTTD/Butantan. 223p.
- Blair RB. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the U.S. Pages. 33-56. in Lockwood JL, McKinney ML, eds. Biotic Homogenization. Norwell (MA): Kluwer.
- Bowman R., Marzluff J. 2001. Integrating avian ecology into emerging paradigms in urban ecology. In: *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. pp 569-578. Kluwer Academic Publishers.
- Boyd, E.M. 1951. The external parasites of birds: a review. *Wilson Bulletin* 63:363-369.
- Bradley CA, Altizer S. 2007. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends Ecol Evol.* 22(2):95-102.

- Brites-Neto, J et al. 2013. Environmental infestation and rickettsial infection in ticks in an area endemic for Brazilian spotted fever. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* vol.22, n.3, pp. 367-372.
- Castro DP. 2012. Ecoepidemiologia da Febre Maculosa em Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Franca. 62p.
- Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68: 129-138.
- Childs JE, Mackenzie JS, Richt JA. 2007. Wildlife and emerging zoonotic diseases: the biology, circumstances and consequences of cross-species transmission. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 315:49.
- Debárbara VN, Mangold AJ, Eberhardt A, Guglielmone AA, Nava S. 2014. Natural infestation of *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Amblyomma dubitatum* ticks. *Exp Appl Acarol.* 63(2): 285-94. doi: 10.1007/s10493-014-9768-0.
- Dias E, Martins AV. 1939. Spotted Fever in Brazil. *Am. J. Trop. Med.* 19:103-108.
- Fernandez-Juricic A, Jokimäki J. 2001. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity and Conservation* 10: 2023-2043.
- Fisman D, Laupland KB 2010. The ‘One Health’ paradigm: Time for infectious diseases clinicians to take note? *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 21(3): 111-114.
- Flechtmann CHW. 1975. *Elementos de Acarologia*. São Paulo: Nobel.
- Flechtmann CHW. 1990. *Ácaros de importância médico-veterinária*. São Paulo: Nobel.
- Flores A, Pickett STA, Zipperer WC, Pouyat RV, Pirani R. 1998. Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. *Landscape and Urban Planning*. 39: 295-308.
- Guedes E, Leite RC, Prata MCA, Pacheco RC, Walker DH, Labruna MB. 2005. Detection of *Rickettsia rickettsii* in the tick *Amblyomma cajennense* in a new Brazilian

spotted fever-endemic area in the state of Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 100(8): 841-845.

Guglielmone AA, Beati L, Barros-Battesti D, Labruna MB, Nava S, Venzal JM et al. 2006. Ticks (Ixodidae) on humans in South America. *Exp. Appl. Acarol.* 40:83-100. doi:10.1007/s10493-006-9027-0.

Horta MC, Moraes-Filho J, Casagrande RA et al. 2009. Experimental infection of opossums *Didelphis aurita* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 9, 109-118.

Jones KE, Patel NG, Levy MA. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451(7181): 990-3. doi: 10.1038/nature06536.

Jongejan F, Uilenberg G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology* 129: 3-14.

Karesh WB, Dobson A, Lloyd-Smith JO, et al. 2012. Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories. *Lancet* 380: 1936-45.

Kilpatrick AM, Randolph SE. 2012. Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. *Lancet* 380: 1946-55.

Krantz GW. 1970. *A Manual of Acarology*. Oregon State University Book Stores Inc. Corvallis.

Labruna MB, Kerber CE, Ferreira F, Faccini JLH, De Waal DT, Gennari SM. 2001. Risk factors to tick infestations and their occurrence on horses in the state of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology* 97: 1-14.

Labruna MB, Withworth T, Horta M et al. 2004a. *Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of São Paulo, Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. *J. Clin. Microbiol.* 42: 90-98.

Labruna MB, McBride JW, Bouyer DH et al. 2004b. Molecular evidence for a spotted fever group *Rickettsia* species in the tick *Amblyomma longirostre* in Brazil. *J. Med. Entomol.* 41: 533-537.

- Labruna MB, Pacheco RC, Ataliba AC, Szabó MPJ. 2007. Human parasitismo by the capybara tick, *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae) in Brazil. *Entomol. News* 118: 77-80.
- Labruna MB. 2009. Ecology of *Rickettsia* in South America. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1166:156-166.
- Labuda M, Nuttall PA. 2004. Tick-borne viruses. *Parasitology* 129:221-245.
- Lafferty KD, Gerber L. 2002. Good medicine for conservation biology: The intersection of epidemiology and conservation theory. *Conservation Biology* 16:593-604.
- McCoy KD, Léger E, Dietrich M. 2013. Host specialization in ticks and transmission of tick-borne diseases: a review. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 3:57.
- Magnarelli L. 2011. The Role of Vertebrate Hosts in Tick-Borne Infections. *Clinical Microbiology Newsletter* 33:3.
- Martins TF, Venzal JM, Terassini FA, Costa FB et al. 2014. New tick records from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Experimental & Applied Acarology*. 62:121-128.
- McDonnell et al. 1997. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosystems* 1: 21-36.
- Mckinney ML. 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience* 52(10): 883-890.
- Moraes-Filho J, Pinter A, Pacheco RC et al. 2009. New Epidemiological Data on Brazilian Spotted Fever in an Endemic Area of the State of São Paulo, Brazil. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 9: 73-78.
- Morse SS, Mazet JAK, Woolhouse M, Parrish CR, Carroll D et al. 2012. Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *Lancet* 380: 1956–1965.
- Nava S, Beati L, Labruna MB, Cáceres AG, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2014. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and

*Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum* and *Amblyomma sculptum* (Ixodida: Ixodidae). *Ticks Tick Borne Dis.* 5(3):252-76.

Ogrzewalska M, Pacheco R, Uezu A et al. 2008. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in an Atlantic Forest area in the state of São Paulo, Brazil, with isolation of *Rickettsia* from the tick *Amblyomma longirostre*. *Journal of Medical Entomology* 45, 770–774.

Ogrzewalska M, Saraiva D. et al. 2012. Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. *Parasitology* 139, 1283-1300.

Pacheco RC, Horta MC, Pinter A, Moraes-Filho J, Martins TF et al. 2009. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42(3): 351-353.

Parola P, Paddock CD, Raoult D. 2005. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clin Microbiol Rev.* 18: 719-56.

Parola P, Paddock CD, Socolovschi C et al. 2013. Update on Tick-Borne Rickettsioses around the World: a Geographic Approach *Clin. Microbiol. Rev.* 26(4): 657-702 doi: 10.1128/CMR.00032-13.

Partecke J, Van't Hof T, Gwinner E. 2004. Differences in the timing of reproduction between urban and forest European blackbirds (*Turdus merula*): result of phenotypic flexibility or genetic differences. *Proceedings of the Royal Society of London* 271: 1995-2001.

Pina JHA, Santos DG. 2012. A influência das áreas verdes urbanas na qualidade de vida: O caso dos Parques do Sabiá e Victório Siquierolli em Uberlândia-MG. *Ateliê Geográfico* 6(1): 143-169.

Pirnat, J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscape. *Landscape and Urban Planning*.52: 135-143.

- Pinter A, Horta MC, Pacheco RC, Morais-Filho J, Labruna MB. 2008. Serosurvey of *Rickettsia* spp. in dogs and humans from an endemic area for Brazilian spotted fever in the State of São Paulo, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública (Fiocruz)* 24: 247-252.
- Pinter A, Dias RA, Gennari SM, Labruna MB. 2004. Study of the seasonal dynamics, life cycle and host specificity of *Amblyomma aureolatum* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 41: 324-332.
- Pirnat J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscapes Landsc. *Urban Plann.* 52:135-143.
- Queirogas VL et al. 2012. Capybaras and ticks in the urban areas of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil: ecological aspects for the epidemiology of tick-borne diseases. *Experimental and Applied Acarology* 57(1): 75-82.
- Ramos VN, Osava C, Piovezan U et al. 2014. Ticks on humans in the Pantanal wetlands, Brazil. *Ticks Tick-borne Dis.* Doi:10.1016/j.ttbdis.2014.03.004.
- Rodrigues EAS, Andrade Filho JD, Limongi JE, Paula MBC. 2011. Sandfly fauna (Diptera: Psychodidae) in Parque do Sabiá complex, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop.* 53(5): 255-258.
- Sabatini et al. 2010. Survey of ticks (Acari: Ixodidae) and their Rickettsia in an Atlantic rain forest reserve in the State of São Paulo, Brazil. *J. Med. Entomol.* 47:913-916.
- Sangioni LA, Horta MC, Vianna MCB et al. 2005. Rickettsial infection in animals and Brazilian Spotted Fever endemicity. *Emerg Infect Dis* 11: 265-270.
- Slabbekoorn H, Ripmeester EA. 2008. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Mol Ecol.* 17(1):72-83.
- Soares JF, Soares HS, Barbieri AM, Labruna MB. 2012. Experimental infection of the tick *Amblyomma cajennense*, Cayenne tick, with *Rickettsia rickettsii*, the agent of Rocky Mountain spotted-fever. *Med. Vet. Entomol.* 26:139-151.
- Souza CE, Moraes-Filho J, Ogrzewalska M. et al. 2009. Experimental infection of capybaras *Hydrochaeris hydrochaeris* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the

transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vet.Parasitol.* 161:116-121.

Spolidorio MG, Labruna MB, Mantovani E et al. 2010. Novel spotted fever group rickettsioses. *Brazil. Emerg. Infect. Dis.* 16:521-523.

Sukopp H , Werner P. 1982. Nature in Cities. *Nature and Environment series, nº 36*. Council of Europe, Strasbourg.

Szabó M., Pinter A., Labruna M. 2013b. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3:27.

Szabó MP, Nieri-Bastos FA, Spolidorio M et al. 2013a. In vitro isolation from *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) and ecological aspects of the Atlantic rainforest *Rickettsia*, the causative agent of a novel spotted fever rickettsiosis in Brazil. *Parasitology* 719-728.

Tolesano-Pascoli GV, Torga K, Franchin AG, Ogrzewalska M, Gerardi M, Olegário MM et al. 2010. Ticks on birds in a Forest fragment of Brazilian cerrado (savanna) in the municipality of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 19(4): 244-248.

Veronez VA, Freitas BZ, Olegário MMM, Carvalho WM, et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) within various phytophysiognomies of a cerrado reserve in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Exp.Appl.Acarol.* 50:169-179. doi: 10.1007/s10493-009-9294-7.

Walker DH. 1996. Rickettsiae. In: Baron S, editor. *Medical Microbiology*. 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston. Chapter 38.

## CAPÍTULO 1: CARRAPATOS EM VIDA LIVRE DO PARQUE DO SABIÁ, UBERLÂNDIA/MG

### 1. INTRODUÇÃO

Carrapatos são parasitos hematófagos obrigatórios pertencentes à classe Arachnida, subclasse Acari, ordem Parasitiformes, subordem Ixodida. Alguns autores sugerem que os carrapatos se originaram a partir de um ramo da ordem Parasitiformes como parasitos de Reptilia no final do Paleozóico superior ou Mesozóico inferior, há 225 milhões de anos (Guimarães et al. 2001).

Atualmente são mundialmente reconhecidas cerca de 896 espécies de carrapatos, divididas em três famílias: Ixodidae, Argasidae e Nuttaliellidae (Nava et al. 2009). No Brasil estão descritas 66 espécies de carrapatos (Martins et al. 2014, Nava et al. 2014).

Os Argasidae ou carrapatos moles não possuem escudo dorsal. A fauna mundial de argasídeos compreende 193 espécies reconhecidas, porém o número de gêneros ainda gera discussão (Nava et al. 2009, Sonenshine 2002). Já a família Nuttaliellidae possui características intermediárias entre as duas primeiras e é representada por apenas uma espécie, *Nuttalliella namaqua* (Guimarães et al. 2001).

A família Ixodidae abrange os carrapatos duros que possuem um escudo dorsal queratinizado em todos os estágios biológicos. Esta família contém aproximadamente 702 espécies divididas em 14 gêneros, cinco dos quais ocorrem no Brasil e com espécies de importância médica-veterinária – *Amblyomma*, *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Dermacentor* e *Rhipicephalus* (Nava et al. 2009, Barros-Battesti et al. 2006).

O corpo dos carrapatos é composto por dois segmentos corporais, o capítulo que abrange aparelho bucal e palpos sensoriais e o Idiossoma que contém a maior parte dos órgãos, o ânus e (em adultos) a abertura genital. O primeiro par de pernas possui o órgão de Haller que contém estruturas sensoriais associadas à procura por hospedeiros (Sonenshine 2002).

O ciclo biológico dos Ixodidae envolve quatro estágios: ovo, larva, ninfa e adulto. A maioria utiliza três hospedeiros, onde se alimentam por diversos dias. Assim, após a eclosão, as larvas se fixam em um hospedeiro, se alimentam e voltam ao ambiente para fazer a muda para o estágio ninfal – a ecdise geralmente ocorre em um microhabitat protegido como serapilheira ou ninho/toca. As ninfas procuram por outro hospedeiro adequado, permanecem fixadas se alimentando e fazem a ecdise no ambiente. Os adultos também procuram hospedeiros para alimentação e acasalamento. A fêmea se alimenta apenas uma vez, oportunidade que usa para aumentar volume corporal enormemente e produzir ovos. Após o acasalamento, deposita centenas de ovos em um microambiente apropriado e morre. Já os machos podem permanecer no hospedeiro se alimentando repetidamente e acasalando com diversas fêmeas (Sonenshine 2002).

A especificidade por hospedeiros é variável, com uma tendência dos estágios imaturos serem menos seletivos do que os adultos (Sonenshine 2002), entretanto algumas espécies são muito específicas por determinados grupos, como por exemplo, *Amblyomma rotundatum* por répteis (Viana et al. 2012) e *Ixodes auritulus* por aves (Gonzales-Acuña et al. 2005).

Contudo, evidências indicam que a evolução do carapato pode ter sido mais fortemente determinada por um tipo particular de habitat e não pela adaptação a um hospedeiro específico (Komplien et al. 1996). Uma pista disso é a observação de que muitas espécies de carapatos parasitam hospedeiros filogeneticamente distantes, mas de habitats similares, como é o caso de *Ornithodoros concanensis*, um argasídeo que parasita diferentes espécies de aves e morcegos que utilizam cavernas como refúgio (Webb et al. 1977).

Na região Neotropical o gênero *Amblyomma* tem grande importância em saúde pública, já que muitas espécies são agressivas aos seres humanos (Guglielmone et al. 2010) e são conhecidos vetores de agentes patogênicos (Parola et al. 2013). Além disso, no Brasil este gênero comprehende a maioria das espécies de carapatos (Martins et al. 2014). Duas espécies se destacam por sua associação com capivaras em áreas endêmicas de febre maculosa no Cerrado: *Amblyomma cajennense* l.s. e *Amblyomma dubitatum*.

Dentre as duas espécies acima, a de maior relevância para a saúde pública no Brasil, *Amblyomma cajennense* l. s., deverá ser denominado *Amblyomma sculptum*. Até recentemente se considerava que a espécie *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787), era única e se distribuía pela região Neotropical, do sul do Texas ao norte da Argentina (Estrada-Peña et al. 2004). Contudo, estudos recentes confirmaram que este táxon é um complexo de seis espécies morfologicamente similares, associadas a ambientes e distribuição geográfica distintos (Nava et al. 2014, Beati et al. 2013, Labruna et al. 2011, Mastropaoletti et al. 2011).

Deste modo, conforme achados moleculares, caracteres morfológicos e distribuição geográfica, a espécie *A. cajennense* stricto sensu é encontrada na região Amazônica (Venezuela, Guianas, estados do Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), *A. interadinum* está limitada à região Andina no Peru, *A. mixtum* se distribui do Texas (EUA) ao oeste do Equador, *A. patinoi* está presente na cordilheira leste da Colômbia, *A. tonelliae* ocupa áreas secas de Chaco no centro-norte da Argentina, além de Bolívia e Paraguai e *A. sculptum* é encontrado nas áreas úmidas do norte da Argentina, Bolívia e Paraguai, no Cerrado e na região periamazônica do Brasil (estados da região sudeste, Paraná, Pernambuco, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) (Nava et al. 2014).

Considerando esta nova classificação, o carapato mais abundante em vida livre na região sudeste e central do Brasil e típico do Bioma Cerrado (Veronez et al. 2010, Szabó et al. 2007) é agora designado como *Amblyomma sculptum*, Berlese 1888. De fato, esta espécie representa a maioria dos relatos do complexo *A. cajennense* do Brasil, em especial aqueles relacionados à transmissão da febre maculosa por *Rickettsia rickettsii*.

*A. sculptum*, chamado popularmente de carapato-estrela, tem ciclo trioxeno e seus hospedeiros primários são cavalo, anta, capivara e suídeos (Labruna et al. 2001; Ramos 2013). As fases imaturas são pouco específicas e parasitam diversas outras espécies de hospedeiros como cervídeos, bovinos, canídeos silvestres, marsupiais, roedores e aves (Estrada-Peña et al. 2004, Perez et al. 2008, Santolin et al. 2012), além de serem agressivos aos humanos (Ramos et al. 2014).

Estudos realizados na região Sudeste do Brasil demonstraram que esta espécie tem um ciclo anual com picos populacionais bem definidos ao longo do ano para cada estádio de desenvolvimento. Deste modo, adultos são mais abundantes na primavera e verão, larvas são mais frequentes no outono e inverno e as ninfas são mais encontradas no inverno e primavera (Oliveira et al. 2003, Serra Freire et al. 1982). Como os ovos eclodem ao longo do verão, as larvas ficam em diapausa até o começo do outono (Labruna et al. 2003).

*A. sculptum* é considerado o principal vetor de Febre Maculosa Brasileira. Surtos da doença ocorrem principalmente em cenários envolvendo capivaras em áreas antropizadas e alta infestação ambiental de carapatos (revisto por Szabó et al. 2013), com aumento de casos acontecendo na estação seca, época com grande número de ninfas no ambiente (Pinter et al. 2011).

Apesar disso, a taxa de infecção de *A. sculptum* é muito baixa (cerca de 1%), mesmo em áreas endêmicas (Guedes et al. 2011). Krawczac et al. (2014) conseguiram recentemente, após 60 anos, o primeiro isolado viável de *R. rickettsii* a partir carapatos *A. sculptum* retirados de uma área endêmica do interior de São Paulo. Achados por PCR são mais comuns, como é o caso de Guedes et al. (2005) em áreas endêmicas de MG.

*Amblyomma dubitatum* Neuman 1899 é uma espécie de carapato cujos três estágios estão relacionados às capivaras (Nava et al. 2010). Este carapato está presente nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste do Brasil. É interessante notar que a área de distribuição de seu hospedeiro principal é muito maior, sugerindo que variáveis ambientais são mais determinantes para o estabelecimento de populações de *A. dubitatum* do que a simples presença de capivaras no local (Nava et al. 2010). Diferentemente de *A. sculptum*, este carapato é mais encontrado em áreas inundáveis como margens de rios e banhados (Szabó et al. 2007, Queirogas et al. 2012).

O papel de *A. dubitatum* na epidemiologia de Febre Maculosa segue indeterminado. Apesar de eventualmente parasitar humanos (Labruna et al. 2007), este carapato está frequentemente infectado por *Rickettsia bellii*, de patogenicidade desconhecida e que não faz parte do Grupo da Febre Maculosa (Brites-Neto et al. 2013, Pacheco et al. 2009, Labruna et al. 2004a). Seu ciclo de vida é semelhante ao de *A.*

*sculptum*, com larvas em maior número no período de maio a junho e pico de ninfas de julho a outubro (Debárbara et al. 2014; Brites-Neto et al. 2013).

## **2. OBJETIVOS**

1. Caracterizar a ixodofauna em vida livre do Parque do Sabiá quanto a sua riqueza, composição e abundância.
2. Verificar aspectos sazonais do ciclo de vida das espécies de carapatos encontradas.
3. Identificar associações vetor-patógeno entre carapatos e espécie(s) de riquétsia(s).

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Área de Estudo**

O estudo foi realizado no Parque Municipal do Sabiá, um dos mais importantes pontos de lazer do município, localizado a aproximadamente seis quilômetros do centro do município de Uberlândia (FIGURA 1).

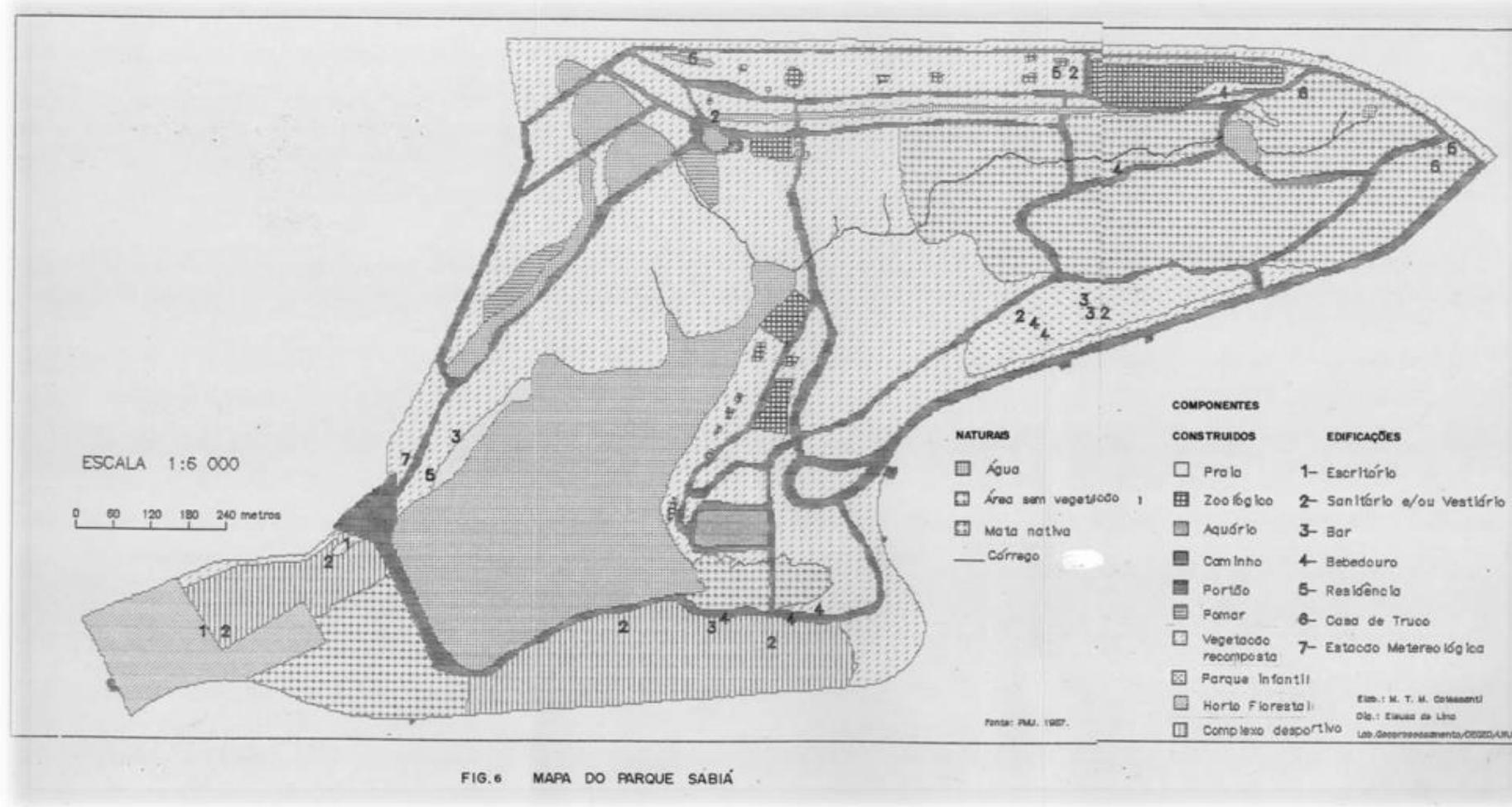


FIGURA 1. Parque Municipal do Sabiá e antigo córrego Jataí. Fonte: Colesanti 1994.

A Lei nº1925, de 28 de junho de 1971, autorizou a realização de concorrência pública para as obras de construção do parque no terreno que pertencia à Fazenda Campo Alegre. Esta lei também caracteriza o parque:

“Denomina-se PARQUE DO SABIÁ o conjunto de obras a ser implantado naquele próprio municipal e que se destinará exclusivamente para fins turísticos e bem estar social constando, entre outras, das seguintes obras e atrações: piscinas, duchas, campos de esportes, camping, represa para fins aquáticos, jardim zoológico, bosque de essências nativas, campo para aeromodelismo, autódromo, criação ou viveiro de peixes, aves e animais de fauna nacional” (Colesanti, 1994).

O Parque foi inaugurado em 1982 e atualmente é administrado pela Fundação Uberlandense de Turismo, Esporte e Lazer (FUTEL), sendo que o Zoológico é responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Possui área total de 185 ha dos quais cerca de 40 ha são de remanescentes de vegetação nativa (Floresta Mesófila semidecídua, Cerradão, Mata de Galeria e uma pequena vereda) que abrigam uma rica fauna de animais silvestres com 149 espécies de aves registradas (Franchin e Marçal 2003), e está totalmente inserido na área urbana (FIGURA 2).

No local há uma área de mananciais que recebem a água da chuva e que abastecem o Córrego Jataí, atualmente canalizado. Seu conjunto hidrográfico é composto por três nascentes, as quais abastecem sete represas e originam um grande lago, todos utilizados por uma grande população de capivaras. Pelo isolamento da área acredita-se que esta população seja antiga, descendentes da época da construção do Parque.

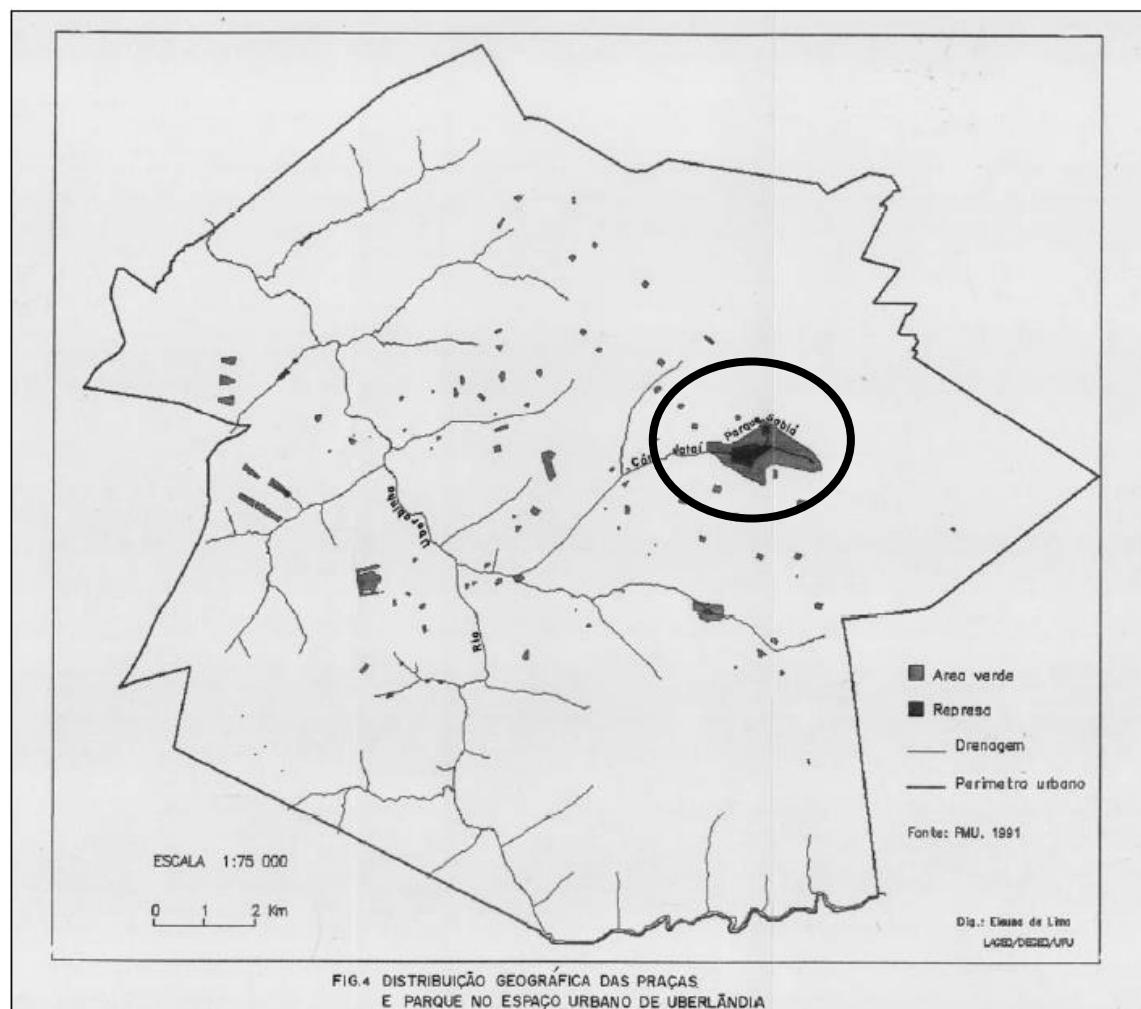


FIGURA 2. Perímetro urbano de Uberlândia, Parque Municipal do Sabiá em destaque. Fonte: Colesanti 1994.

A região pertence ao bioma Cerrado, com clima caracterizado por dois períodos bem definidos, controlados pelas massas de ar continental (equatorial e tropical) e atlântica (polar e tropical). A concentração das chuvas se dá no verão e a estação seca no inverno. A distribuição da média pluviométrica anual no município de Uberlândia ocorre entre os meses de outubro a março (verão), com 86% de toda a precipitação anual (Araújo et al. 1997, Carrijo e Baccaro 2000).

### **3.1.1 Pontos de coleta**

Devido a restrições de circulação de automóveis dentro do parque, as coletas de dados foram feitas no fragmento de mata de aproximadamente 20 ha dentro da área do Zoológico Municipal de Uberlândia.

As coletas de dados das aves, mamíferos, carapatos e variáveis ambientais foram realizadas inicialmente em três pontos fixos, nomeados pela equipe de Mata do Zoo, Mata da Guarita e Mata da Lagoa (FIGURA 3), posteriormente mais dois pontos fixos de coleta de animais e carapatos foram incluídos (Mata do Riacho e Brejinho).

Pontos adicionais de coleta de carapatos foram estabelecidos em locais mais frequentados por visitantes, a saber, Pista dos Quiosques, Córrego e Recintos do Zoológico (TABELA 1). O ponto Vereda foi escolhido por ser um ambiente utilizado rotineiramente por capivaras. A caracterização da vegetação foi realizada de acordo com Rosa (2002).



FIGURA 3. Pontos de coleta de dados. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG. Fonte: Google Earth.

TABELA 1. Caracterização dos pontos de coleta de dados no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG.

Locais de coleta	Descrição (segundo Rosa, 2002)	Material
Mata do Zoo	Mata estacional semidecídua	carapatos, mamíferos, aves
Mata da Guarita	Cerradão	carapatos, mamíferos, aves
Mata da Lagoa	Mata estacional semidecídua com área alagada	carapatos, mamíferos, aves
Brejinho	Borda da Mata do Zôo com gramíneas alagadas	carapatos, mamíferos, aves
Mata do Riacho	Mata estacional semidecídua, margeia um canal de drenagem ("córrego")	carapatos e mamíferos
Pista dos Quiosques	Borda da represa com gramado e quiosques	carapatos
Córrego e Recintos do Zoológico	gramado que circunda o córrego e área de recintos do Zoológico	carapatos
Vereda/Ceva das capivaras	margem da represa principal, solo muito encharcado	carapatos

Autorização para pesquisa no Parque Municipal do Sabiá foi concedida pela FUTEL (Prefeitura de Uberlândia). A licença para captura, manuseio e transporte de material biológico foi liberada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com número 26445-2 / 2011-2013. Licença do Comitê de Ética de Utilização Animal foi concedida sob protocolo CEUA/UFU 065/12.

### 3.2 Coleta de carapatos de vida livre

Carapatos foram coletados ao longo de dois anos em campanhas bimestrais iniciadas em março de 2011. As coletas de carapatos do ambiente foram realizadas com armadilhas de CO<sub>2</sub> (de acordo com Oliveira et al. 2000), arraste de flanela (modificado a partir de Rechav 1982) e visualização sobre a vegetação (de acordo com Terrasini et al. 2010). Também foram coletadas três amostras de serapilheira para cada área de estudo para procura de carapatos no substrato. O mesmo número de armadilhas de CO<sub>2</sub> e/ou tempo/extensão de arraste de flanela e/ou extensão de inspeção visual nas trilhas foi utilizado nos locais de coletas nas campanhas seguintes.

Na busca visual procuram-se carapatos em posição de espera por hospedeiros sobre folhas voltadas para a trilha e a uma altura de 20 a 90 cm do solo, de acordo com Szabó et al. 2009 (FIGURA 4).



FIGURA 4. *Amblyomma sculptum* fêmea em posição de espera por hospedeiro em vegetação nas trilhas do Parque do Sabiá. Uberlândia/MG, 2012. Foto: G. Pascoli.

A armadilha de CO<sub>2</sub> consiste de um tecido branco de aproximadamente 40x40 centímetros com uma fita dupla face aderida em todo seu perímetro, distando aproximadamente um centímetro das bordas. No centro deste tecido foram colocados cerca de 250 gramas de gelo seco. O gelo seco emite gás carbônico de forma constante e atrai carrapatos ao redor. Cinco armadilhas foram colocadas em cada ponto principal (40 no total), em locais com evidência de passagem (trilhas) ou permanência de animais selvagens (tocas, ninhos). Os carrapatos atraídos ficam então presos à fita adesiva. As armadilhas com os carrapatos foram recolhidas entre uma a duas horas após sua montagem (FIGURA 5).

O arraste de flanela consiste em arrastar uma flanela de cor clara com 1 m de largura por 2 m de comprimento sobre a vegetação. Os carrapatos da vegetação se aderem ao tecido felpudo e são recolhidos com auxílio de uma pinça. Dentro das matas o arraste foi realizado nas trilhas por cerca de 50 metros e a visualização ocorreu no mesmo momento, com outra pessoa percorrendo o lado oposto da trilha. Nos pontos extras o arraste foi realizado de forma aleatória por cerca de 30 minutos ou até se percorrer toda a extensão da área (FIGURA 6).



FIGURA 5. Carrapatos atraídos pela emanação de CO<sub>2</sub> durante sublimação do gelo seco. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG, 2012. Foto: G.Pascoli



FIGURA 6. Arraste por flanela em vegetação para coleta de carapatos em vida livre.  
Foto: M. Martins.

### 3.3 Dados metereológicos

Dados climáticos mensais (temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação) para o município de Uberlândia nos anos de 2011, 2012 e 2013 foram consultados no portal do INMET – Instituto Nacional de Meterologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ([www.inmet.gov.br/portal/](http://www.inmet.gov.br/portal/)), disponíveis no Anexo D. A Estação meteorológica local (Estação A507 lat: -18.92, lon: -48.250) localiza-se no Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, distante cerca de cinco quilômetros do Parque Municipal do Sabiá. Considerou-se a pluviosidade média na época da coleta de dados (TABELA 2), para a classificação dos meses entre as estações seca e chuvosa.

TABELA 2. Dados de Precipitação (mm) durante as campanhas de coleta de dados no Parque do Sabiá/MG, 2011-2013.

Data da Coleta	Precipitação (mm)	
	Dia	Acumulada 15 dias
5 maio, 2011	0	56
2 julho, 2011	0	0
6 setembro, 2011	0	0
21 dezembro, 2011	2	116
5 março, 2012	0	72
3 maio, 2012	0	43
28 junho, 2012	0	17
30 agosto, 2012	0	0
1 novembro, 2012	3	74
14 dezembro, 2012	19	117
25 abril, 2013	0	0

### 3.5 Identificação dos carapatos coletados

Os carapatos adultos foram identificados de acordo com a chave dicotômica de Onófrio et al. (2006). As ninfas do gênero *Amblyomma* foram identificadas de acordo com chave dicotônica de Martins et al. (2010). Larvas foram armazenadas em álcool isopropílico para posterior identificação molecular. Amostras desses carapatos serão

depositadas nas coleções científicas de Ixodídeos da Universidade Federal de Uberlândia e Universidade de São Paulo.

### **3.6 Pesquisa e identificação de *Rickettsia* spp.**

A pesquisa de riquétsias em carapatos de vida livre ocorreu essencialmente como descrito anteriormente em Labruna et al. (2004a). Inicialmente procedeu-se com a localização visual de formas características de riquétsias na hemolinfa de carapatos e posteriormente através da localização e amplificação de genes específicos da bactéria no carapato através da extração e amplificação do DNA pela técnica da reação em cadeia pela polimerase (PCR).

#### **3.6.1 Teste de hemolinfa**

O teste de hemolinfa é um método de triagem que permite identificar, sob microscopia de luz, os carapatos adultos que estejam infectados por organismos morfologicamente compatíveis com riquétsias (Burgdorfer 1970).

Os carapatos de vida livre ficaram em B.O.D. de 33°C e umidade 80% por 48h para estimular a multiplicação de riquétsias (Labruna et al. 2004b).

Após este período, cada carapato adulto vivo teve a porção distal de uma das patas cortada e uma gota de sua hemolinfa foi instilada sobre lâmina de vidro limpa e desengordurada. As lâminas assim obtidas foram fixadas ao ar livre e coradas pelo método de Gimenez (1964). As lâminas foram deixadas na solução de trabalho de fucsina básica fenolada por dois minutos e posteriormente lavadas em água corrente. Depois foram imersas por duas vezes na solução de oxalato de verde de malaquita por 8 segundos. A seguir, foram lavadas novamente e deixadas ao ar livre para secar.

Após a secagem todas as lâminas foram examinadas ao microscópio óptico sob imersão com objetiva 100x. Os carapatos que apresentaram estruturas bacilares ou cocobacilares no citoplasma dos hemócitos foram considerados positivos/suspeitos.

Os carapatos que passaram por este procedimento e ainda estavam vivos foram congelados individualmente a -80°C para posterior isolamento e caracterização molecular de riquétsias; o restante foi armazenado em álcool isopropílico.

### 3.6.2 Extração de DNA e análise pela Reação em Cadeia de Polimerase (PCR)

Carapatos foram submetidos à extração de DNA através método Trizol (protocolos nos Anexo A e B) e pelo método Tiocianato de Guanidina de acordo com Sangioni et al. (2005) (protocolo no Anexo C). Após o processo de extração, a quantidade de DNA e proteína livre de cada amostra foi mensurada com o uso do aparelho Nanodrop Spectrophotometer e foram congeladas a -20°C até a realização do PCR.

A procura por riquétsias foi realizada em três etapas, como preconizado por Labruna et al. (2004b). Primeiro a amostra foi submetida ao PCR com o primer 16S para amplificar uma porção de cerca de 460 pares de base do gene mitocondrial 16S rDNA (Mangold et al, 1998) e assim confirmar o sucesso da extração (TABELA 3).

Um segundo PCR foi feito utilizando-se os primers CS-78 e CS-323 que amplificam um fragmento de 401(pb) do gene da proteína Citrato Sintase (gltA), presente em todas as espécies de riquétsias (TABELA 4). Como em nenhuma amostra houve amplificação deste gene não se procedeu com o terceiro PCR para o fragmento de 532(pb) do gene 190-kDa da proteína externa de membrana (ompA), presente somente nas riquétsias do Grupo da Febre Maculosa.

TABELA 3. Primers designados para pesquisa de *Rickettsia* em carapatos do Parque do Sabiá/MG.

NOME	PRIMER	GENE AMPLIFICADO	TAMANHO DO AMPLICON
16S (F)	CCG GTC TGA ACT CAG ATC AAG T	16s rDNA	460 pb
16S (R)	GCT CAA TGA TTT TTT AAA TTG CTG T		
CS-78 (F)	GCA AGT ATC GGT GAG GAT GTA AT	gltA	401 pb
CS-323 (R)	GCT TCC TTA AAA TTC AAT AAA TCA GGA T		
Rr190.70p	ATG GCG AAT ATT TCT CCA AAA	190-kDa antigen	532 pb
Rr190.602n	AGT GCA GCA TTC GCT CCC CCT		

### 3.7 Análise dos resultados

Os resultados foram expressos em número de espécies de carapatos e estágios obtidos por técnica de captura e de acordo com a época do ano para determinação da sazonalidade.

Os testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney foram utilizados para verificar sazonalidade e diferença estacional na quantidade de adultos e ninfas de cada espécie de carapato encontrada (Zar 2010). Foram considerados significativos os testes para os quais o valor de *p* foi menor que 0,05.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Número e espécies de carapatos capturados em vida livre

Durante dois anos, em onze campanhas ocorridas entre março de 2011 e maio de 2013, foram coletados, através dos métodos de arraste, gelo seco, visualização e procura em serapilheira, um total de 1516 carapatos (adultos e ninfas) das espécies *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum*, além de 22 bolos de larvas (TABELA 4).

*Amblyomma sculptum* foi a espécie mais abundante, com 1395 (92%) carapatos coletados (648 adultos e 747 ninfas), enquanto *A. dubitatum* representou cerca de 8% da amostragem total, com 121 espécimes coletados, 36 adultos e 85 ninfas (TABELA 4).

Larvas foram encontradas em aglomerações com dezenas a centenas de indivíduos. Cada aglomeração foi considerada uma unidade. A identificação foi realizada até o gênero, pois não há uma chave de identificação para este estágio. Todas as larvas coletadas pertencem ao gênero *Amblyomma*.

O método de coleta mais eficiente foi o gelo seco, responsável pela captura de 74,1% dos adultos, seguido pelo arraste de flanela (21% do total), busca visual (4,1%) e pesquisa na serapilheira (0,7%). O mesmo ocorreu com as ninfas, com 76,2% capturados com as armadilhas de gelo seco. Larvas, entretanto, foram capturadas em número maior com a técnica do arraste (72,7%).

TABELA 4. Total de adultos, ninfas e larvas em vida livre coletados por diferentes técnicas no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, no período de 2011 a 2013.

Estágios	Espécies	Gelo Seco	Arraste	Visual	Serapilheira	Total
<b>Adulto</b>	<i>A. sculptum</i>	474	142	27	5	648
	<i>A. dubitatum</i>	33	2	1	0	36
<b>Ninfa</b>	<i>A. sculptum</i>	566	179	0	2	747
	<i>A. dubitatum</i>	60	25	0	0	85
<b>Larva (bolo)</b>	<i>Amblyomma</i> :	6	16	0	0	22
<b>TOTAL</b>		<b>1133</b>	<b>348</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>1516 *</b>

\* somas totais não incluem os aglomerados de larva

#### 4.3 Distribuição sazonal das populações de carrapatos *A. sculptum*

Adultos de *A. sculptum* foram encontrados durante todo o ano, com pico de abundância nos meses de dezembro/2011 e outubro/2012 (TABELA 5, FIGURA 7).

TABELA 5. Número de adultos e ninfas de *Amblyomma sculptum* em vida livre coletados no Parque do Sabiá, Uberlândia, Minas Gerais de 2011 a 2013.

Data	Adultos	Ninfas
mai/11	98	18
jul/11	83	103
set/11	30	176
dez/11	161	33
mar/12	37	0
mai/12	41	52
jun/12	18	16
ago/12	45	273
out/12	91	70
dez/12	27	2
abr/13	17	4
<b>Total</b>	<b>648</b>	<b>747</b>

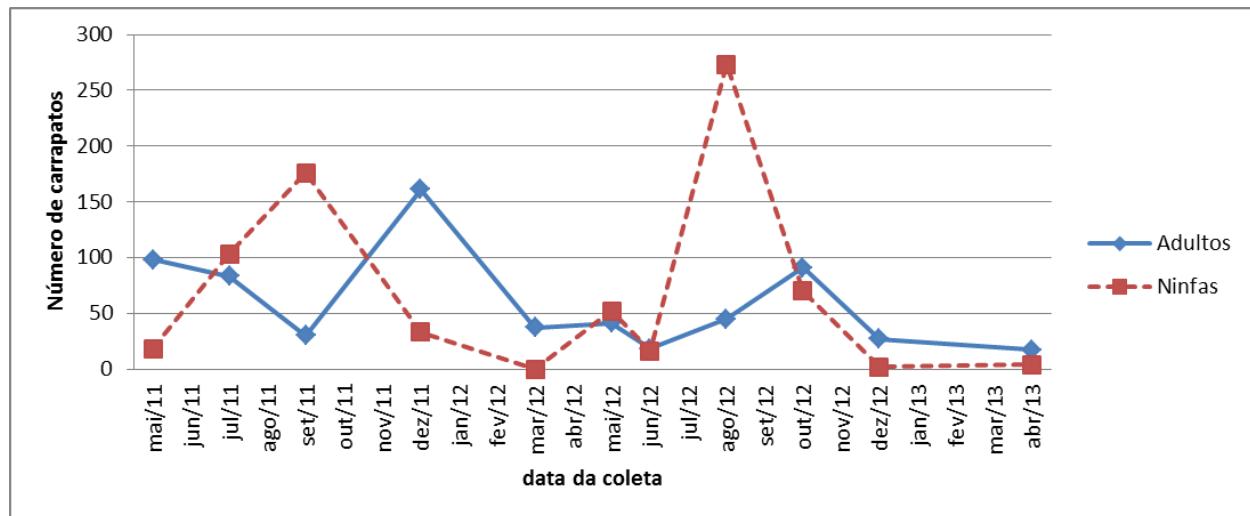


FIGURA 7. Número de adultos e ninfas de *Amblyomma sculptum* em vida livre coletados em onze campanhas no Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. 2011-2013.

Não houve diferença para o número de carrapatos adultos encontrados em cada estação (seca  $H=2,0$ ;  $p=0,37$  e chuvosa  $U=4,0$ ;  $p=1,0$ ) dos anos 2011, 2012 e 2013, evidenciando um padrão sazonal anual. Houve uma diferença na proporção adulto/ninfas entre as estações seca e chuvosa, com adultos predominando no período chuvoso ( $U=26$ ;  $p<0,05$ ).

Assim como para adultos, observou-se ampla prevalência de ninfas da espécie *A. sculptum* (88,9% do total). Observaram-se dois picos numéricos de ninfas deste carrapato em vida livre; em setembro de 2011 e agosto de 2012 (TABELA 7 e FIGURA 10). Ninfas *A. sculptum* mostraram uma sazonalidade anual para as estações seca ( $H=2,0$ ,  $p=0,37$ ) e chuvosa ( $U=4$ ,  $p=1,0$ ) e também uma predominância na proporção de ninfas de vida livre na estação seca ( $U=4$ ,  $p<0,05$ ).

#### **4.4 Distribuição sazonal das populações de carrapatos *A. dubitatum***

Os carrapatos adultos da espécie *A. dubitatum* foram coletados em número menor durante todo o período, com maior abundância nos meses de dezembro/2011 e agosto/2012 (TABELA 6 e FIGURA 8).

Um padrão sazonal anual foi verificado para adultos de *A. dubitatum*, já que não houve diferença entre os anos para o número de carrapatos adultos encontrados em cada estação (seca  $H=3,6$ ;  $p=0,165$  e chuvosa  $U=3$ ;  $p=0,643$ ) dos anos 2011, 2012 e 2013. Para esta espécie não houve diferença na proporção adulto/ninfas entre as estações seca e chuvosa ( $U=10$ ;  $p=0,44$ ).

Ninfas de *A. dubitatum* foram encontradas em quase todos os meses de coleta, com aumento nos meses de julho/2011, agosto/2012 e outubro/2012 (TABELA 6 e FIGURA 8).

Ninfas de *A. dubitatum* também mostraram um padrão sazonal anual para as estações seca ( $H=3,6$ ;  $p=0,165$ ) e chuvosa ( $U=5$ ;  $p=0,643$ ), no entanto, não houve diferença na proporção ninfas/adultos entre os períodos seco e chuvoso ( $U=11,5$ ,  $p=0,522$ ).

TABELA 6. Número de adultos e ninfas de *Amblyomma dubitatum* em vida livre coletados no Parque do Sabiá, Uberlândia, Minas Gerais de 2011 a 2013.

Data	Adultos	Ninfas
mai/11	0	7
jul/11	2	40
set/11	3	2
dez/11	8	2
mar/12	1	1
mai/12	3	1
jun/12	6	4
ago/12	7	17
out/12	5	11
dez/12	1	0
abr/13	0	0
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>85</b>

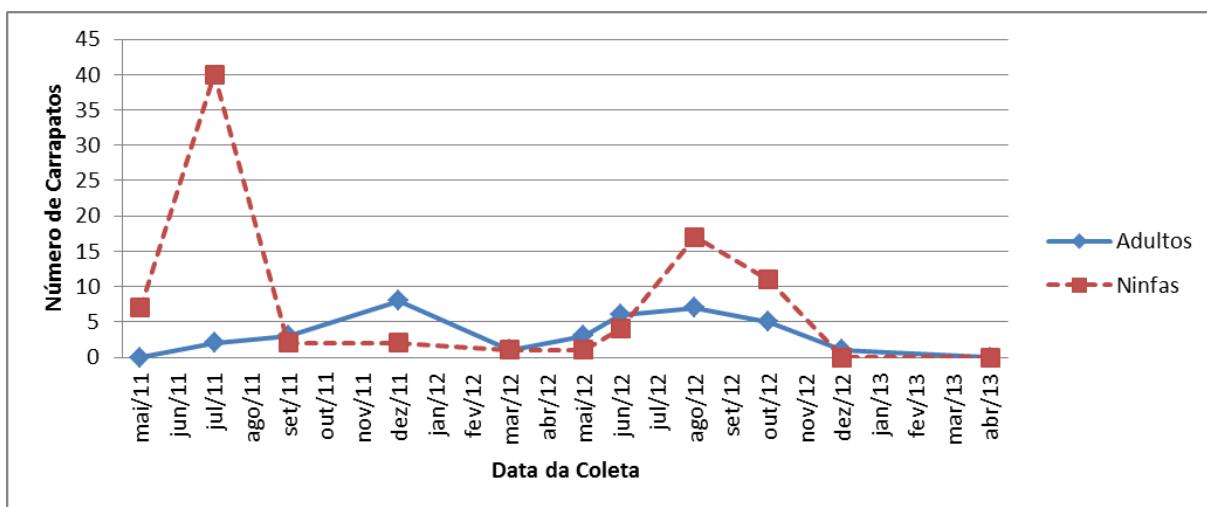


FIGURA 8. Número de adultos e ninfas de *Amblyomma dubitatum* em vida livre coletados em onze campanhas no Parque do Sabiá, Uberlândia, Minas Gerais. 2011 a 2013.

#### 4.5 Distribuição sazonal das larvas em vida livre

As aglomerações de larvas apresentaram a distribuição sazonal mais marcante, com os maiores números em julho de 2011 e junho de 2012 (TABELA 7 e FIGURA 9).

TABELA 7. Número de aglomerações de larvas *Amblyomma* sp. em vida livre coletado em campanhas no Parque do Sabiá, Uberlândia/MG entre 2011 e 2013.

Data	Larvas
	<i>Amblyomma</i> sp
mai/11	1
jun/11	9
set/11	0
dez/11	0
mar/12	0
mai/12	2
jun/12	6
ago/12	1
out/12	0
dez/12	1
abr/13	2
<b>Total</b>	<b>22</b>

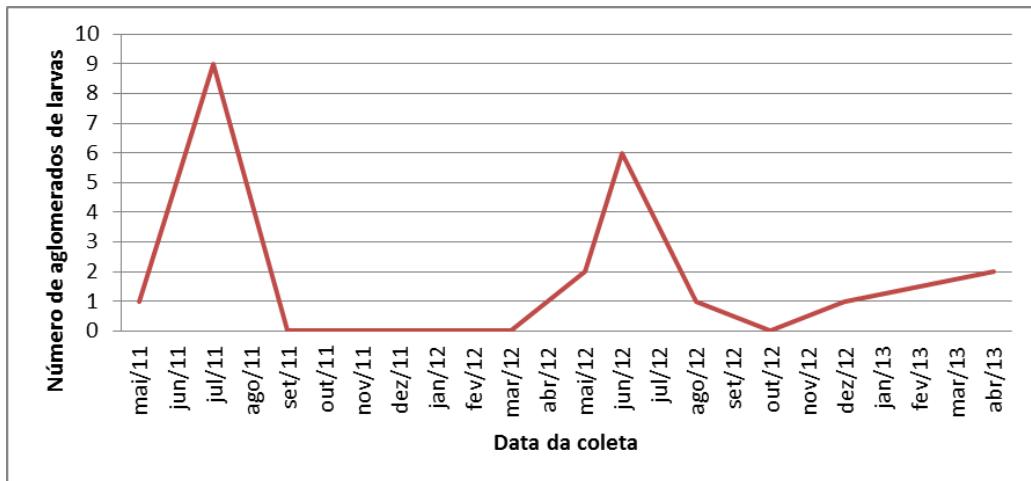


FIGURA 9. Número de aglomerações de larvas *Amblyomma* sp. em vida livre coletados em campanhas no Parque do Sabiá, Uberlândia, Minas Gerais de 2011 a 2013.

#### 4.6 Distribuição dos carrapatos em vida livre por pontos de coleta

Os pontos de coleta que tiveram maior número de *A. sculptum* foram Vereda (n=364), Mata da Lagoa (n=335), Mata do Zoo (n=283) e Mata da Guarita (n=145) (TABELA 8).

Nos pontos de visitação (Pista dos Quiosques e recintos do Zoológico) carrapatos estiveram presentes o ano todo, com um maior número de ninfas (n=84) do que de adultos (n=20).

TABELA 8. Distribuição de *A. sculptum* de acordo com os pontos de coleta. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG.

Data	Mata Lagoa		Mata Guarita		Mata Zoo		Riacho		Vereda**		Brejinho**		Quiosques*		Recintos*		Total
	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	
mai/11	6	1	13	0	34	0	-	-	42	17	-	-	3	0	0	0	116
jul/11	59	33	9	33	11	3	-	-	4	1	-	-	0	19	0	14	186
set/11	24	25	2	17	4	11	-	-	0	95	-	-	0	5	0	23	206
dez/11	21	13	8	6	73	6	-	-	57	7	-	-	2	1	0	0	194
mar/12	11	0	5	0	17	0	1	0	2	0	-	-	0	0	1	0	37
mai/12	16	1	0	0	19	1	3	50	0	0	-	-	0	0	3	0	93
jun/12	10	3	5	4	3	9	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	34
ago/12	19	28	6	24	13	54	0	5	1	55	3	88	0	9	3	10	318
out/12	60	0	11	0	6	10	1	4	12	53	0	0	0	0	1	3	161
dez/12	5	0	1	0	6	1	1	0	13	1	0	0	0	0	0	1	29
abr/13	0	0	1	0	1	1	6	2	3	1	0	0	0	0	6	0	21
	<b>231</b>	<b>104</b>	<b>61</b>	<b>84</b>	<b>187</b>	<b>96</b>	<b>12</b>	<b>61</b>	<b>134</b>	<b>230</b>	<b>3</b>	<b>88</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>1395</b>

A=Adulto, N=Ninfa, \*\* Apenas Gelo Seco, \* Apenas Arraste

A variação no número de *A. dubitatum* entre as áreas são apresentadas na TABELA 9. Essa espécie foi mais encontrada na Mata da Lagoa (n=39), Vereda (n=25), Pista dos Quiosques (n=21), Mata da Guarita (n=13), Brejinho (n=9), Mata do Zoológico (n=9), Recintos do Zoológico (n=1).

TABELA 9. Distribuição de *A. dubitatum* de acordo com os pontos de coleta. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG.

Data	Mata da Lagoa		Mata da Guarita		Mata do Zoo		Vereda **		Brejinho **		Quiosques *		Recintos *		TOTAL
	Ad	Ni	Ad	Ni	Ad	Ni	Ad	Ni	Ad	Ni	Ad	Ni	Ad	Ni	
mai/11	0	0	0	0	0	0	0	7	-	-	0	0	0	0	7
jul/11	2	11	0	4	0	3	0	1	-	-	21	0	0	0	42
set/11	1	0	1	1	0	0	1	0	-	-	0	1	0	1	4
dez/11	3	0	0	0	0	0	5	2	-	-	0	0	0	0	10
mar/12	0	0	0	0	0	1	1	0	-	-	0	0	0	0	2
mai/12	2	1	0	0	0	0	1	0	-	-	0	0	0	0	4
mai/12	3	4	1	0	0	0	2	0	-	-	0	0	0	0	10
ago/12	2	6	0	2	1	1	1	0	3	8	0	0	0	0	24
nov/12	3	1	0	4	0	3	2	2	0	1	0	0	0	0	16
dez/12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
abr/13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total por local	16	23	2	11	1	8	13	12	4	9	21	1	1	121	

#### 4.7 Hemolinfa e PCR

O teste da hemolinfa foi realizado em 24 *A. dubitatum* e 256 *A. sculptum* e foram encontrados bacilos sugestivos de *Rickettsia* sp. em quatro *A. sculptum*. Até o momento, o teste de PCR para detecção de DNA de *Rickettsia* spp. foi realizado com sucesso em 27 *A. sculptum* e 1 *A. dubitatum*, incluindo aqueles positivos para o teste de hemolinfa. Todas as amostras foram negativas para CS2, que indica ausência de *Rickettsia* sp nos carapatos analisados.

#### 5. DISCUSSÃO

Todas as técnicas de coleta empregadas funcionam de forma complementar. A armadilha de gelo seco e o arraste seguem o princípio de simular um potencial hospedeiro do carapato e são eficientes para as espécies que tem como estratégia comportamental a procura ativa por hospedeiros, como é o caso de *A. sculptum* e *A. dubitatum*.

Assim, a armadilha de gelo seco libera gás carbônico e atrai carapatos que estão se deslocando pela terra a procura de hospedeiros (comportamento *Hunter*) (Sonenshine 2002). As técnicas do arraste e visualização capturam carapatos que estão utilizando o comportamento de emboscada (*Ambush*). Estes ficam esperando na ponta das folhas na

borda de trilhas e quando estimulados pela presença de um possível hospedeiro, estendem suas patas dianteiras e se agarram ao pelo, roupa ou à flanela (Sonenshine 2002).

O viés destas metodologias é que espécies nidícolas ficam subamostradas. Quase todos os argasídeos e espécies do gênero *Ixodes* são nidícolas e vivem em ninhos, tocas ou outros abrigos utilizados por seus hospedeiros (Sonenshine 2002). Deste modo, a procura em hospedeiros animais (aves e mamíferos) é importante para um melhor levantamento da ixodofauna local.

As duas espécies de carapatos em vida livre encontradas no Parque do Sabiá - *A. sculptum* e *A. dubitatum* - são parasitos comuns de capivaras (Szabó et al. 2009, Debarbora et al. 2014). Essas mesmas espécies de carapatos foram encontradas em outras pesquisas em locais urbanos e periurbanos habitados por capivaras (Estrada et al. 2006, Toledo et al. 2008, Guedes et al. 2008, Queirogas et al. 2012, Brites-Neto et al. 2013).

Queirogas et al. (2012) investigaram a abundância de capivaras e carapatos em quatro áreas no perímetro urbano de Uberlândia/MG e encontraram uma correlação positiva entre a abundância de capivaras e infestação ambiental por carapatos *A. sculptum*. Portanto, as espécies de carapato em vida livre encontradas no Parque do Sabiá devem estar vinculadas à população de capivaras residente no local.

Toledo et al. (2008) em parque urbano de Londrina/PR, Souza et al. (2006) em áreas de mata ciliar na região de Campinas e Brites-Neto et al. (2013) em áreas naturais no município Americana/SP, encontraram um padrão populacional com picos de adultos de *A. sculptum* e *A. dubitatum* nos meses chuvosos (outubro a março) e ninfas e larvas presentes durante todos os meses do ano e mais abundantes no período seco (junho a setembro).

No presente estudo, adultos de *A. sculptum* foram mais abundantes na estação chuvosa (dezembro/2011 e novembro/2012) e ninfas na estação seca (junho e setembro/11 e agosto/12). Esses dados estão de acordo com o padrão sazonal conhecido para esta espécie na região Sudeste, que realiza uma geração por ano e cujas larvas recém-eclodidas se adaptam ao fotoperíodo e entram em diapausa (Labruna et al. 2003, Cabrera e Labruna 2009).

A presença de larvas de *Amblyomma* durante todo o ano, com maior abundância de nos meses de junho 2011 e julho 2012 corroboram dados da literatura que mostram picos deste estágio período de outono/inverno (Labruna et al. 2002, Szabó et al. 2007, Guedes et al. 2008, Brites-Neto et al. 2013).

Não houve diferença entre as estações para adultos e ninfas de *A. dubitatum*, mas houve uma tendência dessa espécie ser coletada em maior número nas áreas que ficam perto de corpos d'água (Mata da Lagoa, Vereda, Pista dos Quiosques), ambiente preferencial das capivaras e que é mais propício ao estabelecimento de *A. dubitatum* (Queirogas et al. 2012). Já *A. sculptum* esteve presente em todos os pontos de coleta e em todas as estações, inclusive nos locais mais frequentados pelo público do parque (pista dos Quiosques e recinto do Zoológico), que aumenta o risco de picadas acidentais em humanos.

Em meados do ano de 2008, a população de capivaras do Parque do Sabiá atingia mais de 150 indivíduos (Elisete Araújo e Fernando de Souza, obs. pessoal). Um levantamento populacional realizado por Queirogas (2010) no Parque do Sabiá registrou, em março de 2008, três bandos independentes e uma contagem máxima de 94 animais.

As reclamações de visitantes por causa das frequentes picadas de carapatos levaram à tentativa de remanejamento das capivaras residentes. Em 13 de agosto de 2008 realizou-se a translocação de 27 capivaras para uma reserva particular na região (RPPN Galheiros no município de Perdizes/MG). Após esta intervenção, houve uma mudança na estrutura dos bandos, e um aumento na intensidade de interações agonísticas com lutas frequentes e fuga de indivíduos satélites para dentro da represa (Queirogas 2010). No ano seguinte mais 18 animais foram retirados do Parque. O manejo continuou ao longo dos anos de 2010 e 2011, com a remoção gradual de 34 indivíduos, incluindo três machos adultos que apareceram mortos com ferimentos de briga em fevereiro e março de 2011 (capivaras C16, C17, C18).

Ao fim de 2011, funcionários locais acreditavam que a população remanescente ficou reduzida a cerca de sete indivíduos, porém esse número pode ser maior, pois a interferência humana induz mudança de comportamento em capivaras, que passam a realizar o deslocamento, marcação de território e pastagem no período noturno

(Rodrigues 2008). Foram encontrados vestígios da presença destes animais (fezes, pegadas) em todas as campanhas de coleta de dados, mas houve poucas visualizações, indicando um comportamento mais cauteloso dos animais.

A retirada de hospedeiros causa uma mudança lenta e gradual no número de carrapatos em vida livre, já que estes podem sobreviver por vários meses sem se alimentar (Balashov 1972). Portanto os carrapatos do ambiente encontrados neste estudo estão associados à população de capivaras de cerca de seis meses atrás.

Deste modo, os carrapatos adultos coletados em 2011 se alimentaram como ninhas na população de capivaras em 2010; os carrapatos de 2012 se alimentaram nas capivaras de 2011, e assim sucessivamente. É provável que a tendência de redução no número de carrapatos adultos em vida livre ao longo de 2011, 2012 e 2013 (FIGURA 11) seja uma consequência dessa diminuição da população de capivaras do Parque do Sabiá.

Porém, como a retirada da população de capivaras do parque ocorreu de forma parcial, o controle da infestação por carrapatos foi comprometido e se tornou ineficaz. A capivara é um roedor prolífico que, em condições ambientais favoráveis, pode se reproduzir durante todo o ano (Alho et al. 1987). Assim, a tendência é que a população de hospedeiros volte ao tamanho original dentro de poucos anos. Este processo não está sendo avaliado, e o número real de capivaras, bem como o efeito deste número sobre a população de carrapatos é desconhecida.

Apesar dos testes de hemolinfa terem acusado a presença de riquétsia, nenhum carrapato submetido ao PCR do gene *gltA* foi positivo. O teste de hemolinfa é uma técnica de triagem inespecífica e pode levar a resultados inconclusivos (Pacheco 2007) e mesmo em áreas endêmicas para FMB apenas 1% dos carrapatos são infectados por *Rickettsia rickettsii* (Guedes et al. 2011).

## 7. CONCLUSÕES

1. As espécies de carrapato em vida livre do Parque do Sabiá são *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum*, espécies intimamente relacionadas com capivaras.

2. Os estágios adultos de *A. sculptum* foram mais abundantes na estação chuvosa e os estágios imaturos na estação seca.

3. Não foi detectada infecção por *Rickettsia* spp nos carapatos em vida livre do Parque do Sabiá.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alho CJR, Campos ZMS, Gonçalves HC. 1987. Ecologia da capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, Rodentia) do Pantanal: I. Habitats, densidades e tamanho de grupo. *Rev Bras Biol* 47:87-97.

Araújo GM, Nunes JJ, Rosa AG et al. 1997. Estrutura comunitária de vinte áreas de cerrados residuais no município de Uberlândia, MG. *Daphne* 7: 7-14.

Balashov YS. 1972. Bloodsucking ticks (Ixodoidea), vectors of diseases of man and animals. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America* 8: 160-376.

Beati L, Nava S, Burkman EJ et al. 2013. *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acarí: Ixodidae), the Cayenne tick: phylogeography and evidence for allopatric speciation. *BMC Evol. Biol.* 13:267.

Brites-Neto, J et al. 2013. Environmental infestation and rickettsial infection in ticks in an area endemic for Brazilian spotted fever. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* vol.22, n.3, pp. 367-372.

Cabrera RR, Labruna MB. 2009. Influence of photoperiod and temperature on the larval behavioral diapause of *Amblyomma cajennense* (Acarí: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 46:1303-1309. Doi:10.1603/033.046.0608.

Colesanti, MTdeM. Por uma educação ambiental: o Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. 1994. 175p. *Tese de Doutorado*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

Debárbara VN, Mangold AJ, Eberhardt A, Guglielmone AA, Nava S. 2014. Natural infestation of *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Amblyomma dubitatum* ticks. *Exp Appl Acarol.* 63(2): 285-94. doi: 10.1007/s10493-014-9768-0.

Estrada DA, Schumaker TTS, Souza CE et al. 2006. Detecção de riquetsias em carapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) coletados em parque urbano do município de Campinas, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.* 39(1):68-71.

Estrada-Peña A, Guglielmone A, Mangold J. 2004. The distribution and ecological 'preferences' of the tick *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae), an ectoparasite of humans and other mammals in the Americas. *Annals of tropical medicine and parasitology* 98(3):283-92.

Franchin AG, Marçal OJ. 2004. A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). *Biotemas* 17: 179-202.

D.F. Gimenez DF. 1964. Staining Rickettsiae in yolksack cultures. *Stain Technol* 39:135-140.

González-Acuña D, Venzal J, Keirans J et al. 2005. New host and locality records for the *Ixodes auritulus* (Acari: Ixodidae) species group, with a review of host relationships and distribution in the Neotropical Zoogeographic Region. *Experimental & applied acarology* 37:147-56.

Guedes E, Leite RC, Prata MCA, Pacheco RC, Walker DH, Labruna MB. 2005. Detection of *Rickettsia rickettsii* in the tick *Amblyomma cajennense* in a new Brazilian spotted fever-endemic area in the state of Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 100(8): 841-845. Doi:10.1590/S0074-02762005000800004.

Guedes E, Leite RC. 2008. Dinâmica sazonal de estádios de vida livre de *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae) numa área endêmica para febre maculosa, na região de Coronel Pacheco, Minas Gerais. *Rev Bras Parasitol Vet.* 17(1): 78-82.

Guimarães JC; Tucci EC, Barros-Batestti DM. 2001. *Ectoparasitos de importância veterinária.* São Paulo: Plêiade. 213p.

Komplen JSH, Black IV HC, Keirans JE & Oliver Jr JH. 1996. Evolution of ticks. *Annu. Ver. Entomol.* 41:141-161.

Krawczak FS, Nieri-Bastos FA, Nunes F, Soares J, Moraes-Filho J, Labruna MB. 2014. Rickettsial infection in *Amblyomma cajennense* ticks and capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a Brazilian spotted fever endemic area. *Parasites & Vectors.* 7:7.

Labruna MB et al. 2002. Some records on host questing behavior of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) larvae. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 11(2): 91-93.

Labruna MB, Amaku M, Metzner JAÁ, Pinter A et al. 2003. Larval behavioral diapause regulates life cycle of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) in Southeast Brazil. *Journal of medical entomology* 40(2):170-8.

Labruna MB, Kerber CE, Ferreira F, Faccini JLH, De Waal DT, Gennari SM. 2001. Risk factors to tick infestations and their occurrence on horses in the state of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology* 97: 1-14.

Labruna M.B., McBride JW, Bouyer DH et al. 2004b. Molecular evidence for a spotted fever group Rickettsia species in the tick *Amblyomma longirostre* in Brazil. *J. Med. Entomol.* 41: 533-537.

Labruna MB, Ogrzewalska M, Soares JF et al. 2011. Experimental infection of *Amblyomma aureolatum* ticks with *Rickettsia rickettsii*. *Emerging infectious diseases* 17(5):829-34.

Labruna MB, Pacheco RC, Ataliba AC, Szabó MPJ. 2007. Human parasitismo by the capybara tick, *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae) in Brazil. *Entomol. News* 118: 77-80.

Labruna MB, Withwhort T, Horta M et al. 2004a. *Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of São Paulo, Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. *J. Clin. Microbiol.* 42: 90-98.

Mangold AJ, Bargues MD, Mas-Coma S. 1998. Mitochondrial 16S rDNA sequences and phylogenetic relationships of species of *Rhipicephalus* and other tick genera among Metastriata (Acari: Ixodidae). *Parasitol Res.* 84: 478-484.

Martins TF, Onofrio V, Barros-Battesti D et al. 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases* 1 (2):75-99.

Martins TF, Venzal JM, Terassini FA, Costa FB et al. 2014. New tick records from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Experimental & Applied Acarology*. 62:121-128.

Mastropao M, Nava S, Guglielmone AA, Mangold AJ. 2011. Biological differences between two allopatric populations of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) in Argentina. *Exp. Appl. Acarol.* 53, 371-375.

Nava S, Beati L, Labruna MB, Cáceres AG, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2014. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum* and *Amblyomma sculptum* (Ixodida: Ixodidae). *Ticks Tick Borne Dis.* 5(3):252-76. doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.11.004.

Nava S, Venzal JM, Labruna MB, Mastropao M et al. 2010. Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology* 51:335-351.

Nava S, Guglielmone A, Mangold A. 2009. An overview of systematics and evolution of ticks. *Frontiers in bioscience* 14:2857-77.

Oliveira PR, Borges LM, Leite RC, Freitas CM. 2003. Seasonal dynamics of the Cayenne tick, *Amblyomma cajennense* on horses in Brazil. *Med Vet Entomol* 17(4): 412-416. Doi:10.1111/j.1365- 2915.2003.00459.x.

Oliveira PR, Borges LMF, Lopes CML, Leite RC. 2000. Population dynamics of the free-living stages of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) on pastures of Pedro Leopoldo, Minas Gerais State, Brazil. *Vet Parasitol* 92(4): 295-301. [http://dx.doi.org/doi:/10.1016/S0304-4017\(00\)00322-8](http://dx.doi.org/doi:/10.1016/S0304-4017(00)00322-8).

Onofrio VC, Labruna MB, Pinter A et al. 2006. Comentários e chaves para as espécies de *Amblyomma*. In: Barros-Battesti DM, M Arzua, HG Bechara,eds. Carrapatos de

importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox, São Paulo 2006; 53-71.

Pacheco RC, Horta MC, Pinter A, Moraes-Filho J, Martins TF et al. 2009. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42(3): 351-353.

Pacheco RC. 2007. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma dubitatum* Newman 1899 e *Amblyomma triste* Koch 1844 provenientes do Brasil e Uruguai, respectivamente. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo/SP. 52p.

Parola P, Paddock CD, Raoult D. 2005. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clin Microbiol Rev.* 18: 719-56.

Perez CA, Almeida AF, Almeida A et al. 2008. Carapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) e suas relações com os hospedeiros em área endêmica para febre maculosa no estado de São Paulo. *Rev Bras Parasitol Vet* 17(4): 210-217.

Pinter A, França AC, Souza CE, Sabbo C, Nascimento EMM, Santos FCP et al. 2011. Febre Maculosa Brasileira. *Suplemento Bepa* 8. ISSN1806-4272.(online).

Queirogas VL et al. 2012. Capybaras and ticks in the urban areas of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil: ecological aspects for the epidemiology of tick-borne diseases. *Experimental and Applied Acarology* 57(1): 75-82.

Queirogas VL. 2010. Capivaras (Rodentia) e carapatos (Acari: Ixodidae): alterações ecológicas e a interação do parasito e hospedeiro em áreas urbanas. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 56f.

Ramos VN, Osava C, Piovezan U et al. 2014. Ticks on humans in the Pantanal wetlands, Brazil. *Ticks Tick-borne Dis.* Doi:10.1016/j.ttbdis.2014.03.004.

Ramos VN. 2013. Ecologia da interação entre carapatos e hospedeiros no pantanal: o papel do porco monteiro, do gado nelore e de pequenos mamíferos para a ixodofauna na sub-região da Nhecolândia, MS. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 184 f.

- Rechav Y. 1982. Dynamics of tick populations in the Eastern Cape province of South-Africa. *J Med Entomol* 19: 679-700.
- Rodrigues MV. 2008. Comportamento social e reprodutivo de capivaras em áreas com diferentes níveis de influência humana. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Viçosa, MG. 46f.
- Rosa AG. 2002. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, MG). *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 36f.
- Santolin IDA, Luz HR, Alchorne NM et al. 2012. Ticks on birds caught on the campus of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 21(3):213-218.
- Serra Freire NMS. 1982. Epidemiologia de *Amblyomma cajennense*: ocorrência estacional e comportamento dos estádios não parasitários em pastagens do Estado do Rio de Janeiro. *Arq. Univ. Fed. Rur.* 5:187-193.
- Sonenshine DE, Lane RS, Nicholson WL. 2002. Ticks (Ixodida). In: Mullen G, Durden LA. *Medical and Veterinary Entomology*. Nova York: Academic Press. p. 517-558.
- Souza AL, Souza CE, Neto EJR. 2006. Dinâmica sazonal de carapatos (Acari: Ixodidae) na mata ciliar de uma área endêmica para febre maculosa na região de Campinas, São Paulo, Brasil. *Ciência Rural* 36(3): 887-891.
- Szabó M, Pinter A, Labruna M. 2013. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3:27.
- Szabó MPJ, Olegário MMM, Santos ALQ. 2007. Tick fauna from two locations in the Brazilian savannah. *Exp Appl Acarol* 43:73-84.
- Terassini FA, Barbieri FS, Albuquerque S et al. 2010. Comparison of two methods for collecting free-living ticks in the Amazonian forest. *Ticks and Tick-borne Diseases* 1(4): 194-196.

Toledo RS, Tamekuni K, Haydu VB, Vidotto O. 2008. Dinâmica sazonal de carapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) em um parque urbano da cidade de Londrina, PR. *Rev Bras Parasitol Vet* 17(S1): 50-54.

Veronez VA, Freitas BZ, Olegário MMM, Carvalho WM, et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) within various phytophysiognomies of a cerrado reserve in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Exp.Appl.Acarol.* 50:169-179. doi: 10.1007/s10493-009-9294-7.

Viana LA, Winck GR, Almeida-Santos M. 2012. New host records for *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodidae) from Grussaí restinga, Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 21(3): 319-322.

Webb J, George J, Cook B. 1977. Sound as a host-detection cue for the soft tick *Ornithodoros concanensis*. *Nature* 3:265.

Zar JH. 2010. *Biostatistical Analysis 5th edition*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

## CAPÍTULO 2: INFESTAÇÃO POR CARRAPATOS E INFECÇÃO POR RIQUÉTSIAS NAS CAPIVARAS DO PARQUE DO SABIÁ

### 1. INTRODUÇÃO

Capivaras são roedores de grande porte, a maior espécie da subordem Caviomorfa, da qual fazem parte também os preás (*Cavia* spp.), cotias (*Dasyprocta* spp.) e pacas (*Cuniculus* spp.) (Honeycutt 2013). A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) está distribuída por toda a região Neotropical, é um herbíboro generalista, de hábito semiaquático e gregário. Adaptações morfológicas e fisiológicas em seu sistema digestivo permitem a obtenção de necessidades energéticas a partir de uma dieta com alto teor de fibras e baixo teor nutricional (Herrera 2012).

Esta espécie utiliza a água para regular a temperatura corporal, copular, fugir de predadores e forragear plantas aquáticas. Um bando necessita de uma área de vida com cerca de 16 hectares que inclua grande área de pastagem para alimentar-se, um corpo d'água permanente e uma área de terra seca para descansar (Ferraz et al. 2012).

O grupo familiar é liderado por um macho alfa responsável pela manutenção de um harém de fêmeas adultas e facilmente reconhecido por possuir uma glândula nasal muito desenvolvida. Alguns machos beta e filhotes compõem o resto do bando, que pode ser muito grande em áreas antropizadas (Verdade 2006). Os machos dominantes são muito agressivos e expulsam outros machos após a puberdade, que formam grupos satélites celibatários (Alho et al. 1987).

Machos ficam sexualmente maduros aos 18 meses de idade e as fêmeas aos 24 meses. O período de gestação dura cerca de 150 dias e as ninhadas possuem de um a oito filhotes, que nascem de olhos abertos e ativos (Ferraz et al. 2012). Geralmente há um pico reprodutivo anual, mas como as fêmeas possuem ciclo poliéstrico não estacional, um bando pode conter filhotes de várias idades ao longo do ano (Alho et al. 1987).

Em áreas naturais seus predadores são onças, pumas, jacarés, surus e jibóias. Cachorros-do-mato, jaguatirica e carcarás já foram relatados predando filhotes. Porém, com a ausência destes predadores em áreas antropizadas, o controle populacional é

mínimo, restrito à caça ilegal, ataque de cachorros ferais e atropelamentos (Moreira et al. 2012).

As populações de capivaras têm aumentado em algumas regiões do Brasil, especialmente em áreas altamente povoadas do Sudeste e Sul. A rápida expansão de terras agrícolas próximo a corpos d'água proporcionou alimento farto e um habitat muito adequado, já que as Mata ciliares foram substituídas por reservatórios e grandes plantações de cana-de-açúcar, soja e milho (Ferraz et al. 2007).

A superpopulação de capivaras tem importância social, econômica e de saúde pública. O conflito é frequente, já que o crescimento das zonas urbanas e a intensa fragmentação ambiental aproximou o contato de seres humanos com capivaras. Moreira e Pinheiro (2012) relatam estes animais utilizando jardins para forrageamento de plantas ornamentais, áreas recreativas contaminadas com fezes e carapatos, afogamentos em piscinas, ataques a cães de companhia e acidentes de trânsito.

As capivaras desempenham um papel importante no ciclo epidemiológico da Febre Maculosa Brasileira, zoonose causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*, que por sua vez é transmitida aos humanos pela picada de carapatos (Labruna 2012). O carapato *Amblyomma sculptum*, principal vetor da FMB na região sudeste, é capaz de completar todo o seu ciclo de vida em capivaras, que albergam naturalmente grande infestação por carapatos. Perez et al. (2008) relataram uma infestação média individual de 2.860 carapatos em três adultos saudáveis. Assim, uma grande população de capivaras está relacionada com uma grande infestação ambiental por carapatos (Queirogas et al. 2012, Souza et al. 2006).

É importante destacar que a *R. rickettsii* é patogênica para *A. sculptum* (Labruna et al. 2008) e a taxa de carapatos infectados é inferior a 1%, mesmo em áreas endêmicas (Guedes et al. 2005, Krawczak et al. 2014). Deste modo, a tendência é que a bactéria desapareça da população de carapatos ao longo do tempo (Soares et al. 2012).

Neste contexto, para a manutenção da circulação de riquetsias torna-se necessária a presença de hospedeiro(s) amplificador(es), que são espécies susceptíveis à *Rickettsia* e com potencial de aumentar a prevalência de riquetsias na população de carapatos. Segundo Labruna (2009), os requisitos necessários para um hospedeiro amplificador ideal são: 1) ser abundante na área endêmica, 2) ser um hospedeiro

importante para o carapato vetor, 3) ser susceptível à infecção por *Rickettsia rickettsii*, 4) ser capaz de manter *R. rickettsii* em seu organismo por tempo e quantidade suficientes para infectar os carapatos que se alimentam nele, 5) possuir uma alta taxa reprodutiva, introduzindo continuamente animais jovens e não-imunes na população.

De fato, desde os anos 1940 sabe-se que capivaras são hospedeiros susceptíveis à *R. rickettsii* (Travassos e Vallejo 1942). Mais recentemente, Souza et al. (2009) infestaram experimentalmente capivaras com *A. sculptum* infectados com *R. rickettsii* e acompanharam os animais ao longo do tempo. A ricketsemia começou no dia 9 pós-infestação e durou até o 15º dia. A soroconversão começou no 12º dia e os títulos mais altos (8.192 a 32.768) permaneceram até o fim do experimento, no 146º dia (cerca de cinco meses). Nenhum dos animais teve febre nem sintomas clínicos. Estes autores observaram que carapatos alimentados nas capivaras durante o período de ricketsemia se tornaram infectados e foram capazes de transmitir *R. rickettsii* para cobaias, que desenvolveram sintomas clínicos graves da doença.

Segundo Labruna (2009), após a ricketsemia, anticorpos são produzidos e o animal se torna refratário a uma nova infecção. Deste modo uma população composta predominantemente por animais jovens é mais susceptível à *Rickettsia rickettsii*.

A outra espécie de carapato que comumente infesta capivaras é *Amblyomma dubitatum*, cujo papel na epidemiologia da febre maculosa brasileira ainda é incerto, já que as riquetsias encontradas em *A. dubitatum* permanecem com sua patogenicidade indefinida para humanos. No estado de São Paulo, populações de *A. dubitatum* se mostraram com prevalência de *R. bellii* variando de 6,1 a 44,9% (Pacheco et al. 2009) e uma população foi relatada infectada por *R. bellii* e *R. parkeri* cepa Cooperi (Labruna et al. 2004a). Em Minas Gerais uma espécie nova - *Rickettsia* cepa Pampulha - foi encontrada em nove *A. dubitatum* recolhidos na cidade de Belo Horizonte (Almeida et al. 2011).

Considerando-se a interação importante entre capivaras, carapatos e riquetsias para a epidemiologia da Febre Maculosa Brasileira no sudeste brasileiro, neste capítulo estão apresentadas a associação entre este hospedeiro, vetor e patógenos no Parque Municipal do Sabiá de Uberlândia/MG.

## 2. OBJETIVOS

1. Determinar a prevalência e riqueza de espécies de carapatos nas capivaras do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG.
2. Avaliar a prevalência de anticorpos contra riquetsias do Grupo da Febre Maculosa (*R. rickettsii*, *R. parkeri*, *R. amblyommii* e *R. rhipicephali*) e para *R. bellii* nas capivaras do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG.
3. Pesquisar e identificar as espécies de riquetsias nos carapatos das capivaras do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Coleta de sangue e carapatos

Sangue e carapatos foram coletados de capivaras do Parque Municipal do Sabiá entre 2010 e 2011, quando houve um manejo da população residente. O processo de contenção das capivaras foi realizado pela equipe de veterinários do Zoológico do Parque do Sabiá. Os animais eram cevados, presos em bretes e depois sedados com um mg/Kg de Xilazina e dez mg/Kg de Cetamina IM.

A coleta de carapatos ocorreu de forma aleatória e sempre que possível foi padronizado uma coleta de dez minutos em cada animal anestesiado. Todos os carapatos coletados foram depositados em frascos com álcool isopropílico, com exceção das ninfas ingurgitadas, que foram mantidas vivas até sofrerem ecdise para a fase adulta. Os carapatos foram identificados de acordo com as chaves dicotômicas de Martins et al. (2010) e Onófrio et al. (2006).

As amostras de sangue foram coletadas da veia femoral, sem anticoagulante e centrifugadas para obtenção do soro (1500xg por dez minutos). O soro foi separado em alíquotas e armazenado a -20°C até processamento dos exames sorológicos.

### **3.2 Sorologia**

Sororeatividade das capivaras contra riquetsias foi determinada por Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) conforme descrito por Pacheco et al. (2007a).

Os antígenos foram produzidos a partir de cinco espécies de riquetsias do Grupo da Febre Maculosa - *R. rickettsii*, *R. parkeri*, *R. amblyommii* e *R. rhipicephali* - e de *R. bellii*, pelo Laboratório de Doenças Parasitárias do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

De forma resumida, os soros dos animais foram diluídos a 1:64 em solução tampão fosfatada (PBS) pH 7,2 e aplicados às lâminas com antígeno fixado e incubados por 30 minutos a 37°C em câmara úmida. Em seguida foi feita lavagem de 10 minutos em PBS e adicionado conjugado anti-capivara na titulação de 1:100. Novamente, as lâminas foram incubadas a 37°C por 30 minutos e lavadas conforme descrito acima. Após a secagem foi aplicada glicerina pH 8,5 e uma lamínula. Em cada lâmina soros controles sabidamente positivo e negativo foram também utilizados.

As amostras consideradas positivas foram submetidas novamente à reação conforme descrito anteriormente, diluídas sucessivamente na razão dois para obtenção do título final. Todas as lâminas foram examinadas em microscópio de epifluorescência no Laboratório de Sorologia do Centro de Controle de Zoonoses de Uberlândia.

### **3.3 Teste de Hemolinfa**

Este procedimento foi realizado de acordo com metodologia descrita no Capítulo 1, página 31.

### **3.4 Extração de DNA e PCR**

Estes procedimentos foram realizados de acordo com metodologia descrita no Capítulo 1, páginas 32 e 33.

### 3.5 Análise de dados

A porcentagem de prevalência (número de indivíduos infestados ou soropositivos dividido pelo número de indivíduos examinados x 100) foi calculada de acordo com Margolis et al. (1982).

A influência da classe etária (filhote, jovem e adulto) na soropositividade para riquétsias do Grupo da Febre Maculosa e para *R. bellii* foram testadas utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis (Zar 2010).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Carrapatos coletados nas capivaras

Trinta e quatro capivaras foram capturadas e removidas do Parque do Sabiá durante os anos 2010 e 2011. Todos os animais foram vistoriados para carrapatos e obtiveram-se amostras de sangue de trinta e dois indivíduos.

Vinte e cinco capivaras (78,1%) estavam infestadas com 1272 carrapatos das espécies *Amblyomma sculptum* e *A. dubitatum*, além de sete larvas *Amblyomma* sp. (TABELA 1).

### 4.2 Sorologia

Trinta e uma capivaras foram testadas contra o antígeno de cinco espécies de riquétsias. Dezoito animais apresentaram títulos acima de 1:64 para pelo menos uma das espécies de *Rickettsia* pesquisadas, numa prevalência geral de 58% (TABELA 2).

As prevalências para soropositividade contra riquétsias do Grupo da Febre Maculosa foram, em ordem decrescente, 58,4% para *R. rickettsii*, 41,9% para *R. parkeri*, 13% para *R. rhipicephali*, 9,7% para *R. amblyommii*. Apenas duas capivaras tiveram títulos contra *R. bellii*, numa prevalência de 6,4%.

TABELA 1. Carapatos coletados em capivaras do Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, 2010-2011.

Capivara	<i>Amblyomma sculptum</i> adulto	<i>Amblyomma sculptum</i> ninfas	<i>Amblyomma dubitatum</i> adulto	<i>Amblyomma dubitatum</i> ninfas	<i>Amblyomma</i> sp larva	Total
C01	6	0	16	1	3	<b>26</b>
C02	17	0	32	2	2	<b>53</b>
C03	11	0	43	0	0	<b>54</b>
C04	13	0	7	0	0	<b>20</b>
C05	7	0	37	3	0	<b>47</b>
C06	10	0	14	0	0	<b>24</b>
C07	28	1	110	9	0	<b>148</b>
C08	37	0	111	0	0	<b>148</b>
C09	42	3	102	3	0	<b>150</b>
C10	4	0	12	0	0	<b>16</b>
C11	60	0	44	0	0	<b>104</b>
C12	12	0	19	0	0	<b>31</b>
C13	58	0	41	0	0	<b>99</b>
C14	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C15	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C17	5	0	5	0	0	<b>10</b>
C19	16	0	0	0	0	<b>16</b>
C20	8	0	3	0	0	<b>11</b>
C21	7	0	13	0	0	<b>20</b>
C22	11	0	5	0	0	<b>16</b>
C23	6	0	5	1	0	<b>12</b>
C24	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C25	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C26	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C27	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C28	0	0	0	0	0	<b>0</b>
C29	4	0	1	0	0	<b>5</b>
C30	14	0	20	0	0	<b>34</b>
C31	26	0	14	2	0	<b>42</b>
C32	11	0	9	2	0	<b>22</b>
C33	15	6	20	0	1	<b>42</b>
C34	47	2	44	28	1	<b>122</b>
<b>Total</b>	<b>475</b>	<b>12</b>	<b>727</b>	<b>51</b>	<b>7</b>	<b>1272</b>

TABELA 2. Imunofluorescência indireta para detecção de anticorpos anti-riquétsias em soro de capivaras Parque do Sabiá, Uberlândia/MG, 2010-2013.

Data de Coleta	Id	Sexo	Classe Etária	<i>R. rickettsii</i>	<i>R. parkeri</i>	<i>R. rhipicephali</i>	<i>R. amblyommii</i>	<i>R. bellii</i>	P.A.E.R.H.
22/04/2010	C01	M	A	n.r.	64	n.r.	n.r.	n.r.	
27/04/2010	C02	M	J	256	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
27/04/2010	C03	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
04/05/2010	C04	M	I	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	128	<i>R. bellii</i>
04/05/2010	C05	M	A	1024	512	n.r.	n.r.	n.r.	
04/05/2010	C06	F	J	512	256	128	n.r.	n.r.	
27/05/2010	C07	M	A	512	1024	256	n.r.	n.r.	
27/05/2010	C08	F	A	512	256	n.r.	n.r.	n.r.	
27/05/2010	C09	F	A	256	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
18/08/2010	C10	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
04/11/2010	C11	F	A	1024	1024	256	64	n.r.	
04/11/2010	C12	F	A	1024	256	n.r.	128	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
04/11/2010	C13	M	A	512	256	n.r.	n.r.	n.r.	
04/01/2011	C14	F	I	512	n.r.	256	n.r.	n.r.	
07/02/2011	C15	M	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
14/04/2011	C19	F	A	64	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
14/04/2011	C20	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
14/04/2011	C21	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
14/04/2011	C22	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
14/04/2011	C23	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
20/04/2011	C24	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
20/04/2011	C25	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
20/04/2011	C26	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
20/04/2011	C27	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
20/04/2011	C28	I	FI	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
25/04/2011	C29	F	J	512	512	n.r.	n.r.	n.r.	
13/05/2011	C30	M	J	1024	1024	n.r.	256	512	
13/05/2011	C31	M	A	128	256	n.r.	n.r.	n.r.	
01/06/2011	C32	M	A	128	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
08/06/2011	C33	F	A	1024	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
06/09/2011	C34	F	A	128	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>

n.r. = não reativo, sexo: M=macho, F=fêmea, I=indeterminado. Classe Etária: A=adulto, J=jovem, FI=filhote.

P.A.E.R.H. = provável antígeno envolvido na reação homóloga.

Os títulos anti-riquétsias das capivaras variaram de 64 a 1024 com cinco animais exibindo reação homóloga, ou seja, a titulação final para uma espécie *Rickettsia* foi pelo menos quatro vezes maior do que as observadas para as outras espécies de *Rickettsia*. Destas reações homólogas, seis ocorreram contra o antígeno de *R. rickettsii* e uma contra *R. bellii*.

A classe etária foi um fator positivo para a soroprevalência apenas contra riquétsias do Grupo da Febre Maculosa, com adultos mais infectados do que jovens e filhotes ( $H=14,704$ ,  $p<0,05$ ), mas não para *R. bellii* ( $H=2,741$ ,  $p=0,254$ ).

#### 4.3 Teste da hemolinfa

O teste de hemolinfa foi realizado em 83 *A. sculptum* (23 F e 60 M) de doze capivaras. Destes, 20 apresentaram estruturas sugestivas no citoplasma dos hemócitos e foram considerados positivo/suspeitos. Entre os 179 *A. dubitatum* (106 M e 73 F) pertencentes a 19 capivaras, 32 carrapatos foram considerados suspeitos/positivos para este teste.

#### 4.4. Pesquisa de riquétsias por PCR nos carrapatos de capivaras

Foram extraídos o DNA de 106 carrapatos, incluindo 25 suspeitos/positivos no teste de hemolinfa. Destes, 26 *A. dubitatum* e 19 *A. sculptum* foram negativos para a PCR do gene *gltA*, que indica a presença de *Rickettsia*. Os outros carrapatos obtiveram resultado inconclusivo, pois o PCR para 16S foi negativo, sugerindo problemas na extração.

### 5. DISCUSSÃO

A prevalência de infestação de carrapatos nas capivaras do Parque do Sabiá foi de 78,1%, porém a taxa de infestação de capivaras em áreas naturais comumente chega perto de 100% (Debárbara et al. 2014). Neste estudo os animais sem carrapatos foram predominantemente filhotes, alguns criados em cativeiro após a captura para manejo e que receberam banho carrapaticida. A pouca representatividade de estágios imaturos da amostra pode ser um viés da coleta associada ao tamanho menor do parasito.

As duas espécies de carrapatos encontradas - *A. sculptum* e *A. dubitatum* - são parasitos habituais de *Hydrochoerus hydrochaeris* no Brasil (van der Heijden et al. 2005, Pacheco et al. 2007b, Sinkoc et al. 1997). O carrapato mais prevalente (61,2%) nas capivaras foi o *A. dubitatum*, embora, como apresentado no capítulo anterior, tenha representado apenas 8% daqueles coletados no ambiente. Esta associação com capivaras se explica por esta espécie de carrapato ter preferência pelo mesmo ambiente que as capivaras frequentam, ou seja, áreas muito úmidas e alagáveis (Queirogas et al. 2012,

Szabó et al. 2007), além de possuir uma grande especificidade pelo hospedeiro (Debárbora et al. 2014, Nava et al. 2010, Labruna et al. 2004b, Almeida et al. 2001).

Incidência e prevalência são as medidas mais utilizadas para descrever a epidemiologia de uma infecção em uma determinada população. A prevalência é uma medida pontual, que descreve a proporção de animais infectados/infestados em uma população em um momento particular. A incidência é o número de novas infecções/infestações em uma população em risco ao longo do tempo. A prevalência de anticorpos (ou seja, a soroprevalência) descreve a proporção de indivíduos dentro de uma população que possui anticorpos contra um agente patogênico específico no soro e fornece evidências de uma exposição prévia a este patógeno (Gilbert et al. 2013).

Neste estudo as capivaras adultas se mostraram mais soroprevalentes do que os animais jovens e filhotes ( $H=14.704$ ;  $p<0,05$ ). Animais mais velhos tem maior exposição aos carrapatos ao longo da vida, portanto, as chances de entrarem em contato com carrapato infectado com riquetsia aumentam. Além disso, como exposto acima, os filhotes foram criados em regime de cativeiro e com medidas de controle de carrapatos.

A maior porcentagem de animais foi sororeativa contra *R. rickettsii* e *R. parkeri* (54% e 42%, respectivamente), prevalência similar a outros estudos em áreas endêmicas e não endêmicas para Febre Maculosa Brasileira. Por exemplo, Krawczak et al. (2014) observaram 48% de soropositividade para *R. rickettsii* em um condomínio em Itu, no interior do estado de São Paulo em um local com caso recente de doença humana.

Fortes et al. (2011) estudaram capivaras de vida livre e de cativeiro de uma área não endêmica em Foz do Iguaçu/PR. Obtiveram prevalência geral de 61,3%, sendo 45,2% para *R. rickettsii*, 38,7% para *R. bellii*, 16,1% para *R. parkeri*, 12,9% para *R. amblyommii* e 9,7% *R. rhipicephali*.

Souza et al. (2008), encontraram diferenças na prevalência para *R. rickettsii* na região de Campinas/SP. Nas capivaras capturadas em áreas onde ocorreram casos humanos de Febre Maculosa, a sororeatividade variou entre 7,3% e 59,4% enquanto que nas áreas não endêmicas todos os animais foram negativos.

Pacheco et al. (2007a) coletaram soro de 72 capivaras em seis localidades do estado de São Paulo sem casos de FMB, e observaram reação positiva para *R. rickettsii* em 26% das capivaras analisadas, 34% para *R. parkeri* e 50% para *R. bellii*.

Diantes de tais resultados da literatura, os títulos anti-riquetsia parecem ser mais importantes do que a soroprevalência como indicadores da circulação de riquétsias. Krawczak et al. (2014) notaram que em uma área com caso humano recente, as capivaras apresentavam títulos de até 8.192. Em nosso caso, o maior título alcançado foi de 1.024 contra as espécies *R. rickettsii* e *R. parkeri*, com algumas reações homólogas (quando o título é quatro vezes superior ao de qualquer outra riquétsia) (Spolidorio et al. 2013, Sangioni et al. 2011, Labruna et al. 2007, Horta et al. 2004).

Entretanto, deve-se considerar que a resposta de anticorpos pode variar de acordo com a dose de patógeno e de características imunológicas individuais (Turmelle et al. 2010). Além disso, existe a possibilidade de infecções em uma mesma área por mais de uma espécie de riquétsia (Szabó et al. 2013). Outro fator a ser considerado é que ocorre reação cruzada entre espécies de riquétsias, característica explorada na produção de vacinas e de diagnósticos. *Rickettsia conorii*, agente causador da Febre Maculosa do Mediterrâneo, quando injetada em cobaias, fornece proteção imunológica contra *Rickettsia rickettsii* (Walker et al. 1984). Em pacientes humanos infectados naturalmente com *R. conorii* e *R. rickettsii*, a reação cruzada é tão extensa que impossibilita a identificação os agentes causadores por testes de diagnóstico sorológico (Hechemy et al. 1989).

Em vista dos expostos, o conjunto dos nossos resultados indica que as capivaras do Parque do Sabiá foram infectadas por riquétsias do Grupo da Febre Maculosa, mas aparentemente, trata-se de infecção mais antiga.

A pesquisa da fonte desta infecção foi feita na hemolinfa e detecção do DNA de riquétsias nos carrapatos. Todos os carrapatos avaliados por PCR foram negativos, tanto aqueles hemolinfa positivos quanto os não testados para hemolinfa. A este respeito deve-se considerar que o teste de hemolinfa possui problemas técnicos inerentes, tais como excesso de corante e perda da camada de células de hemolinfa fixadas na lâmina, que podem levar a resultados inconclusivos (Pacheco 2007).

A não detecção do DNA de riquetsias pode ter ocorrido pela ausência de riquetsias na amostragem de carapatos. De fato, devido à baixa eficiência da transmissão transestadal e transovariana de *R. rickettsii* em *A. sculptum* e comprometimento do ciclo de vida do carapato infectado, a taxa de infecção detectável nesta espécie é muito baixa (Labruna 2012). Por exemplo, Guedes et al. (2011) trabalhando em uma área endêmica de FMB, encontraram apenas 1% dos *A. sculptum* em vida livre infectados por *R. rickettsii* (2 em 200) e nenhuma infecção em carapatos retirados de cavalos.

A baixa prevalência de animais sororeativos para *R. bellii* é curiosa, já que esta espécie é comumente encontrada infectando *A. dubitatum*, a espécie mais prevalente sobre as capivaras do presente trabalho (Labruna et al. 2004, Estrada et al. 2006, Pacheco et al. 2007a, 2009, Brites-Neto et al. 2013).

Pacheco et al. (2007a) verificaram uma relação entre capivaras infestadas por *A. dubitatum* e soropositividade para *R. bellii*. Nos locais onde mais de 80% dos carapatos coletados em capivaras foram *A. dubitatum*, 52,6 a 100% das capivaras foram soropositivos para *R. bellii*. Por outro lado, em Bonfim Paulista, onde apenas 25% dos carapatos das capivaras foram *A. dubitatum*, apenas 23,1% das capivaras foram soropositivos para *R. bellii*. Portanto, *A. dubitatum* pode ser o vetor potencial de *R. bellii* às capivaras soropositivas. Em outro estudo de Pacheco et al. (2009) verificou-se uma taxa de infecção de 23,8% de *A. dubitatum* por *R. bellii*.

No presente trabalho, a baixa sororeatividade dos animais contra *R. bellii* pode ser uma indicação da ausência ou baixa prevalência desta espécie de riquetsia nos carapatos, dificultando sua detecção molecular. Entretanto, uma vez que apenas 8% da amostra coletada foi submetida ao PCR, a presença de carapatos infectados não pode ser descartada.

A população de capivaras do Parque do Sabiá passou por uma redução brusca em dois períodos, durante os anos de 2008 e novamente em 2010-2011. A retirada visou a diminuição da infestação ambiental por carapatos (descrito no Capítulo 1). Porém, como relatado em Pereira (2007), a retirada parcial do bando não é uma medida eficiente, pois as capivaras remanescentes voltam a se reproduzir e o aumento de indivíduos jovens torna a população susceptível a novas riquetsemias, que vão resultar

em maior quantidade de carapatos infectados e maior risco aos visitantes (Labruna 2012).

## 6. CONCLUSÕES

- 1) Capivaras do Parque do Sabiá são infestadas com carapatos das espécies *Amblyomma dubitatum* e *Amblyomma sculptum*.
- 2) *Amblyomma dubitatum* é a espécie mais prevalente nas capivaras do Parque do Sabiá.
- 3) As capivaras do Parque do Sabiá são sororeagentes contra riquétsias, principalmente das espécies do Grupo da Febre Maculosa;
- 4) Não foram detectadas riquétsias nos carapatos de capivaras por PCR.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho CJR, Campos ZMS, Gonçalves HC. 1987. Ecologia da capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, Rodentia) do Pantanal: I. Habitats, densidades e tamanho de grupo. *Rev Bras Biol.* 47:87-97.
- Almeida ATS, Daemon E., Faccini JLH. 2001. Life cycle of female ticks of *Amblyomma cooperi* Nuttal & Warburton, 1908. (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Arq Bras Med Vet Zootech.* 53:316-320.
- Almeida P, Cunha L, Bello A et al. 2011. A novel *Rickettsia* infecting *Amblyomma dubitatum* ticks in Brazil. *Ticks and tick-borne diseases* 2(4): 209-212.
- Barros-Battesti DM et al. 2006. *Carapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. São Paulo: Vox/ICTTD/Butantan. 223p.
- Brites-Neto J et al. 2013. Environmental infestation and rickettsial infection in ticks in an area endemic for Brazilian spotted fever. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 22(3): 367-372.

- Debárbora V, Atilio J, Mangold A, Eberhardt, GGuglielmone A, Nava S. 2014. Natural infestation of *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Amblyomma dubitatum* ticks. *Exp Appl Acarol.* 63: 285-294.doi 10.1007/s10493-014-9768-0.
- Estrada D, Schumaker T, Souza C et al. 2006. Rickettsiae detection in *Amblyomma* ticks (Acari: Ixodidae) collected in the urban area of Campinas City, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 39(1):68-71.
- Ferraz KM, Ferraz SFB, Moreira JR, Couto HTZ, Verdade LM. 2007. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. *J Biogeogr.* 34:223-230.
- Ferraz KM, Izar P, et al. 2012. Social and Spatial relationships of Capybaras in a semi-confined Production system. In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp. 243-260.
- Fortes F, Santos L, et al. 2011. Anti-*Rickettsia* spp. antibodies in free-ranging and captive capybaras from southern Brazil. *Pesq. Vet. Bras.* 31 (11): 1014-1018.
- Gilbert et al. 2014. Deciphering Serology to Understand the Ecology of Infectious Diseases in Wildlife. *EcoHealth* 10, 298–313. DOI: 10.1007/s10393-013-0856-0.
- Guedes E, Leite RC, Pacheco RC, Silveira I, Labruna MB. 2011. *Rickettsia* species infecting *Amblyomma* ticks from an area endemic for Brazilian spotted fever in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 20(4): 308-311. Doi:10.1590/S1984-29612011000400009.
- Guedes E, Leite RC, Prata MCA, Pacheco RC, Walker DH, Labruna MB. 2005. Detection of *Rickettsia rickettsii* in the tick *Amblyomma cajennense* in a new Brazilian spotted fever-endemic area in the state of Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 100(8): 841-845. doi:10.1590/S0074-02762005000800004.
- Hechey KE, Raoult D, Fox J, Han Y, Elliot I, Rawlings J. 1989. Cross-reaction of immune sera from patients with rickettsial diseases . *J. Med. Microbiol.* 29:199-202.

- Herrera EA. 2012. Capybara digestive adaptations. In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 97-106.
- Honeycutt RL. 2012. Phylogenetics of Caviomorph Rodents and genetic perspectives on the evolution of sociality and mating systems in the Caviidae. In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 61–81.
- Horta MC, Labruna MB, Sangioni LA et al. 2004. Prevalence of antibodies to spotted fever group Rickettsiae in humans and domestic animals in a Brazilian Spotted fever endemic area in the state of São Paulo, Brazil: serological evidence for infection by *Rickettsia rickettsii* and another spotted fever group *Rickettsia*. *J. Trop. Med. Hyg* 71: 93-97.
- Krawczak F, Nieri-Bastos F, Nunes F, Soares J, Moraes-Filho J, Labruna M. 2014. Rickettsial infection in *Amblyomma cajennense* ticks and capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in a Brazilian spotted fever-endemic area. *Parasites & Vectors* 2014, 7:7.
- Labruna MB et al. 2007a. Human parasitism by the capybara tick, *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). *Entomological News*, 1118(1): 77-80.
- Labruna MB, Pinter A, Teixeira RHF. 2004b. Life cycle of *Amblyomma cooperi* (Acari: Ixodidae) using capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) as hosts. *Exp Appl Acarol* 32:79-88.
- Labruna MB, Whitworth T, Horta MC, Bouyer DH, McBride JW, Pinter A, Popov V, Gennari SM, Walker DH. 2004. *Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of São Paulo Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. *J. Clin. Microbiol.* 42:90-98.
- Labruna MB. 2012. Brazilian spotted fever: the role of capybaras. In: Moreira J R, Ferraz K, Herrera E A, Macdonald D W (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 371-383.

Labruna MB; Horta MC, Aguiar MD et al. 2007b. Prevalence of *Rickettsia* infection in dogs from the urban and rural areas of Monte Negro Municipality, Western Amazon, Brazil. *Vector-Borne Dis.* 7:249-256.

Margolis L, Esch GW, Holmes JC, Kuris AM, Schad GA. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131-133.

Martins TF, Onofrio V, Barros-Battesti D et al. 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases* 1 (2):75-99.

Moreira JR, Pinheiro MS. 2012. Capybara production in Brazil: Captive Breeding or sustainable management? In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 333-344.

Moreira JR., Wiederhecker H., Ferraz KMPMB, Aldana-Domínguez J., Verdade LM., Macdonald DW. 2012. Capybara demographic traits. In: Moreira JR, Ferraz KMPMB, Herrera EA, Macdonald DW (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 147-167.

Nava S, Venzal JM, Labruna MB, Mastropao M, González EM, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2010. Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum*. *Exp Appl Acarol* 51:335-351. doi:10.1007/s10493-009-9331-6.

Pacheco RC et al. 2007a. Rickettsial infection in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from São Paulo, Brazil: serological evidence for infection by *Rickettsia bellii* and *Rickettsia parkeri*. *Biomédica* 27(3): 364-371.

Pacheco RC, Horta MC, Pinter A, Moraes-Filho J, Martins TF et al. 2009. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42(3): 351-353.

Pacheco RC. 2007b. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma dubitatum* Newman 1899 e *Amblyomma triste* Koch 1844 provenientes do Brasil e Uruguai, respectivamente. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo/SP. 52p.

Perez CA, Almeida AFde, Almeida A et al. 2008. Ticks of genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) and their relationship with hosts in endemic area for spotted fever in the state of São Paulo. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 17(4): 210-217.

Queirogas VL, Del Claro K, Nascimento AR, Szabó MP. 2012. Capybaras and ticks in the urban areas of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil: ecological aspects for the epidemiology of tick-borne diseases. *Exp Appl Acarol* 2012; 57(1): 75-82. doi:10.1007/s10493-012-9533-1.

Sangioni C et al. 2011. Rickettsial infection in Cerro Largo, State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 63(2): 511-514.

Sinkoc AL, Werner JG, Müller GB, Begrow A, Paulsen AMM. 1997. Ocorrência de ixodidae parasitos de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) na estação ecológica do Taim, Rio Grande - RS, Brasil. *Ciência Rural* 27(1): 119-122.

Soares JF, Soares HS, Barbieri AM, Labruna MB. 2012. Experimental infection of the tick *Amblyomma cajennense*, Cayenne tick, with *Rickettsia rickettsii*, the agent of Rocky Mountain spotted-fever. *Med. Vet. Entomol.* 26:139-151. doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00982.x.

Souza CE, Moraes-Filho J, Ogrzewalska M. et al. 2009. Experimental infection of capybaras *Hydrochaeris hydrochaeris* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vet.Parasitol.* 161:116-121.

Spolidorio M. et al. 2013. Serosurvey for tick-borne diseases in the Eastern Amazon. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 22(2): 214-219.

Szabó M, Pinter A, Labruna M. 2013. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3:27.

Szabó MPJ, Olegário MMM, Santos ALQ. 2007. Tick fauna from two locations in the Brazilian savannah. *Exp Appl Acarol* 43:73-84.

Travassos J, Vallejo A. 1942. Comportamento de alguns cavídeos (*Cavia aperea* e *Hydrochoerus capybara*) às inoculações experimentais do vírus da febre maculosa. *Me. Inst. butantan*, v.15, p.73-86.

Turmelle F, Jackson R, Green D, McCracken M., Rupprecht C. 2010. Host immunity to repeated rabies virus infection in big brown bats. *Journal of General Virology* 91, 2360-2366.

van der Heijden KM, Szabó MPJ, Egami MI, Pereira MC, Matushima ER. Histopathology of tick-bite lesions in naturally infested capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Brazil. *Journal Experimental & Applied Acarology*. 37(3-4): 245-255.

Walker DH, Montenegro M, Hegarty B C, Tringali G R .1984. Rocky Mountain spotted fever vaccine. A regional need. *Southern Medical Journal* 77: 447-449.

## CAPÍTULO 3: CARRAPATOS E INFECÇÃO POR RIQUÉTSIAS EM PEQUENOS MAMÍFEROS DE VIDA LIVRE NO PARQUE DO SABIÁ

### 1. INTRODUÇÃO

A fauna urbana é composta por muitas espécies de animais que se adaptaram às condições das cidades, como ausência de predadores, abundância de abrigos e nichos ecológicos, resíduos alimentares e, em alguns casos, tolerância dos humanos à sua presença. Animais sinantrópicos, especialmente roedores e marsupiais, desempenham um importante papel na epidemiologia das doenças infecciosas emergentes e das zoonoses transmitidas por carrapatos (McFarlane et al. 2012).

Roedores são importantes hospedeiros amplificadores em diversos sistemas epidemiológicos de zoonoses transmitidas por carrapato. Considerando-se exemplos de diversas partes do globo, podem-se citar as interações entre *Microtus agrestis* (Cricetidae), carrapatos *Ixodes ricinus* e *I. trianguliceps* e as bactérias *Anaplasma phagocytophilum* e *Babesia microti* na Inglaterra (Bown et al. 2008); o roedor *Peromyscus leucopus* (Cricetidae), carrapatos *Ixodes scapularis* e a espiroqueta *Borrelia burgdorferi* nos Estados Unidos (Ostfeld e Keesing 2000).

Burgdorfer e colaboradores (1966), nos Estados Unidos, demonstraram experimentalmente que roedores silvestres das famílias Cricetidae e Sciuridae infectados com *R. rickettsii* desenvolveram ricketsemia em amplitude suficiente para infectar larvas de carrapatos do gênero *Dermacentor*. Na natureza foi comprovado que *R. rickettsii* é mantido através de interações entre os carrapatos vetores (*D. andersoni* e *D. variabilis*) e várias espécies de pequenos roedores das família Cricetidae (revisto por Labruna 2012).

No Brasil, a participação dos pequenos mamíferos na epidemiologia das ricketsioses permanece inconclusiva (Szabó et al. 2013a). Em estudo sobre a ecologia de *Rickettsia* cepa Mata Atlântica, um roedor silvestre (*Euryoryzomys russatus*) parece ser um elo importante na epidemiologia desta nova ricketsiose humana, pois apresentou altos títulos sorológicos e é hospedeiro das formas imaturas de *Amblyomma ovale*, vetor de onde essa espécie de riquétsia foi isolada (Szabó et al. 2013b).

Marsupiais são considerados prováveis hospedeiros amplificadores de *Rickettsia rickettsii* para carapatos *Amblyomma sculptum* na natureza (Labruna 2012, Labruna 2009). Horta et al. (2009) demonstraram experimentalmente a capacidade de *Didelphis aurita* - o gambá de orelha preta da Mata Atlântica - em infectar carapatos *A. sculptum* por *R. rickettsii*. Moreira e Magalhães (1935) sugeriram *Cavia aperea* (preá) e *Dasyprocta azarae* (cutia) como prováveis hospedeiros silvestres de *R. rickettsii* no Brasil.

Além disso, excetuando-se *Rhipicephalus sanguineus*, que é um carapato nidícola muito especializado em cães, todas as espécies de carapatos implicados na epidemiologia das riquetsioses brasileiras (*Amblyomma sculptum*, *A. aureolatum*, *A. ovale* e *A. dubitatum*) utilizam roedores silvestres e marsupiais em seus estágios imaturos (Guglielmone et al. 2011, Guglielmone e Nava 2011, Guglielmone e Nava 2010).

Pelos motivos expostos, pequenos mamíferos do Parque do Sabiá foram capturados para determinação das espécies residentes no local, avaliação da infestação por carapatos e possível infecção por riquetsias.

## 2. OBJETIVOS

- 1) Determinar a riqueza de espécies, carga parasitária e prevalência de carapatos em pequenos mamíferos de vida livre no Parque do Sabiá;
- 2) Comparar as espécies de carapatos em vida livre com as espécies encontradas parasitando pequenos mamíferos;
- 3) Determinar aspectos sazonais do ciclo de vida das espécies de carapatos encontradas nos pequenos mamíferos.
- 4) Pesquisar sororeatividade contra riquetsias nos pequenos mamíferos de vida livre do Parque do Sabiá;

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Captura de pequenos mamíferos

Pequenos mamíferos foram capturados em campanhas bimestrais, durante quatro noites consecutivas, nas áreas naturais do Parque do Sabiá, mais precisamente nos pontos Mata da Lagoa, Mata da Guarita, Mata do Riacho, Mata do Zoológico e Brejinho (TABELA 1, CAPÍTULO 1, página 26).

Foram utilizadas oitenta e cinco armadilhas do tipo Sherman (tamanhos 43 x 12,5 x 14,5 cm e 25 x 8 x 9 cm) e dezesseis armadilhas do tipo Tomahawk (30 x 17,5 x 15,5 cm). Além dessas, duas Tomahawk grandes (115 x 55 x 60 cm) foram montadas nas campanhas de dezembro de 2012 e abril de 2013 para a captura de cotias. Para iscas utilizou-se uma mistura de banana, paçoca, aveia e mortadela para atrair mamíferos onívoros e milho, maçã, repolho e cenoura para atrair roedores herbívoros (preás e cutias).

As armadilhas foram dispostas em transectos lineares a uma distância de dez metros entre os pontos. Duas armadilhas foram colocadas em cada ponto do transecto, uma no solo e outra na árvore. Eventualmente algumas armadilhas foram colocadas em recintos do zoológico onde se notou atividade de roedores sinantrópicos. As armadilhas foram vistoriadas pela manhã (7h-9h) momento em que as iscas foram respostas.

Os animais capturados foram anestesiados através de injeção intramuscular de cetamina (100mg/Kg) + Acepromazina (5mg/kg) e cada indivíduo foi identificado, pesado, medido e marcado com brinco numerado na orelha direita. Para cada animal capturado foram coletadas as seguintes informações: data de captura, número e altura da armadilha, espécie, sexo, classe etária e condição reprodutiva. A classe etária foi estimada pelo padrão de erupção dentária nos marsupiais e pelo tamanho e peso corporal e aspecto das pelagens.

A identificação dos animais capturados em campo foi realizada com auxílio de guia e chave de gênero (Bonvicino et al. 2008). Espécimes testemunho foram coletados na ocorrência de eventual óbito. Tais espécimes foram encaminhados à Coleção de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais/PUC Minas, para confirmação de espécie e tombamento.

Após a realização de todos os procedimentos e do retorno completo da anestesia, os animais foram devolvidos ao mesmo ponto de captura.

### **3.2 Coleta de ectoparasitos e sangue**

Através de busca visual e esfregando-se um algodão com éter no pelo dos animais, todos os ectoparasitos foram coletados com auxílio de uma pinça e colocados em frascos com álcool isopropílico, exceto os carapatos ingurgitados, que foram levados para o Laboratório de Ixodologia a fim de completar a ecdise para a fase de ninfa ou adulta e facilitar a identificação da espécie, realizada de acordo com Barros-Battesti et al. 2006, Martins et al. 2010 e Marques et al. 2004.

A coleta de sangue foi feita pela punção da veia caudal ventral ou intracardíaca. As amostras de sangue foram coletadas sem anti-coagulante, centrifugadas (1500xg por 10 minutos) para obtenção do soro e armazenadas a -20°C até processamento dos exames sorológicos.

### **3.3 Sorologia**

Títulos de anticorpos contra diversas espécies de riquétsias foram determinados utilizando-se a reação de imunofluorescência indireta (RIFI) de acordo com metodologia descrita no Capítulo 2, página 55.

A triagem dos roedores arborícolas foi realizada com dois anticorpos secundários, conjugado anti-rato (Anti-imunoglobulina G de rato - Sigma, IgG de cabra conjugado a FITC) e anti-camundongo (Anti-imunoglobulina G de camundongo - Sigma, IgG de ovelha conjugado a FITC), na diluição 1:80. O conjugado de melhor reatividade na triagem foi utilizado para a titulação.

Os soros dos marsupiais foram testados com conjugado anti-gambá (anti-imunoglobulina G de gambá (IgG de coelho conjugado a FITC) na diluição 1:400. Considerando a proximidade filogenética, os soros de preás e cutia foram testados com anticorpo anti-capivara na diluição 1:100.

### **3.4 Análise dos dados**

Cada evento de captura foi considerado uma unidade amostral, assim, um animal recapturado dentro da mesma campanha foi examinado novamente para a presença de carapatos e esses dados foram considerados para os cálculos de prevalência e infestação média.

A prevalência (número de indivíduos infestados ou soropositivos dividido pelo número de indivíduos examinados x 100) e a intensidade média de infestação (número total de carapatos presentes em uma amostra dividido pelo número de hospedeiros infestados) foram calculadas de acordo com Margolis et al. (1982).

Diferenças interanuais foram testadas por Kruskal-Wallis e entre estações por Mann-Whitney (Zar 2010).

## **4. RESULTADOS**

Doze campanhas foram realizadas entre março de 2011 e abril de 2013, com esforço total de 5040 armadilhas-noite. Em 154 eventos de captura examinou-se 130 indivíduos de nove espécies e seis famílias (TABELA 1).

TABELA 1. Número e espécies de pequenos mamíferos capturados, prevalência e intensidade de infestação por carapatos no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011 a 2013.

Ordem	Família	Espécies	Indivíduos Capturados	Número de Recapturas	Indivíduos Examinados	Indivíduos Infestados	Prevalência* (%)	Intensidade de Infestação **
<b>Didelphimorphia</b>	<b>Didelphidae</b>	<i>Didelphis albiventris</i>	30	14	44	25	83,3	23,5
		<i>Gracilinanus agilis</i>	21	2	23	3	14,3	1,3
<b>Cingulata</b>	<b>Dasypodidae</b>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	0	1	1	100,0	100
<b>Rodentia</b>	<b>Cricetidae</b>	<i>Oecomys sp.</i>	59	7	66	15	25,4	2,1
		<i>Oligoryzomys sp</i>	1	0	1	0	0,0	0,0
		<i>Rhipidomys sp.</i>	6	1	7	3	50,0	1,7
	<b>Muridae</b>	<i>Rattus norvegicus</i>	8	0	8	1	12,5	2,0
	<b>Caviidae</b>	<i>Cavia aperea</i>	3	0	3	3	100,0	6,3
	<b>Dasyproctidae</b>	<i>Dasyprocta azarae</i>	1	0	1	1	100,0	100,0
<b>Total</b>			<b>130</b>	<b>24</b>	<b>154</b>	<b>52</b>	<b>33,8</b>	<b>12,6</b>

\* (nº de indivíduos infestados / nº indivíduos examinados) x 100.

\*\* (nº total dos carapatos / nº hospedeiros infestados) x 100.

Entre os roedores, a espécie mais frequente nas áreas naturais foi *Oecomys* sp. (59 indivíduos capturados), seguida de *Rhipidomys* sp. (seis indivíduos) e *Cavia aperea* (três indivíduos capturados). Dos oito indivíduos de *Rattus norvegicus*, três foram capturados nas áreas de mata e cinco nos recintos do Zoológico. O gênero *Oligoryzomys* teve apenas um indivíduo capturado. Apesar de serem muitos avistados nas matas do Parque do Sabiá, apenas um indivíduo de cutia - *Dasyprocta azarae* - foi capturado.

Dentre os marsupiais, 30 indivíduos de gambá ou saruê *Didelphis albiventris* foram examinados em 44 eventos de captura (sete indivíduos foram recapturados diversas vezes) e 21 indivíduos de cuíca-graciosa, *Gracilinanus agilis*, foram capturados 23 vezes. Em oportunidade casual, um indivíduo de tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) foi contido manualmente pelos pesquisadores.

Além dos carrapatos, também foram encontrados ectoparasitos das ordens Mesostigmata, Siphonaptera e Phthiraptera que não foram contados e identificados em nível taxonômico além de ordem.

#### **4.1. Infestação dos pequenos mamíferos por carrapatos**

A prevalência geral para presença de carrapatos foi de 33,8%. Das nove espécies estudadas, apenas *Oligoryzomys* não apresentou infestação, porém esta espécie teve apenas um exemplar examinado.

Foram coletados 655 carrapatos (13 adultos, 137 ninfas e 505 larvas). Destas, 99 ninfas eram da espécie *Amblyomma dubitatum*, um adulto e 24 ninfas *Amblyomma sculptum* e 12 adultos e 15 ninfas de *Ixodes loricatus* (TABELA 2). Uma larva de Argasídeo, 27 larvas *Ixodes* sp. e 477 larvas de *Amblyomma* estão guardadas para posterior identificação de espécie por técnicas moleculares.

TABELA 2. Espécies de carapatos em pequenos mamíferos do Parque Municipal do Sabiá, 2011-2013, Uberlândia/MG.

Hospedeiro	Número de Indivíduos capturados	<i>Amblyomma sculptum</i>		<i>Amblyomma dubitatum</i>		<i>Ixodes loricatus</i>		<i>Amblyomma</i> sp	<i>Ixodes</i> sp	Argasidae	TOTAL
		adulto	ninfa	adulto	ninfa	adulto	ninfa	larva	larva	larva	
<i>Didelphis albiventris</i>	30	1	20	0	79	12	3	457	15	1	588
<i>Gracilinanus agilis</i>	21	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4
<i>Dasipus novemcinctus</i>	1	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Oecomys</i> sp.	59	0	0	0	0	0	8	12	11	0	31
<i>Rhipidomys</i> sp.	6	0	0	0	0	0	1	4	0	0	5
<i>Rattus norvegicus</i>	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Cavia aperea</i>	3	0	1	0	17	0	0	1	0	0	19
<i>Dasycrocta azarae</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>98</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>477</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>655</b>

A infestação de carapatos nos pequenos mamíferos foi mais alta na estação seca do que na estação chuvosa ( $U=2256$ ;  $p<0,05$ ).

As larvas representaram 77% da amostra total de carapatos nos pequenos mamíferos e destas 94,5% pertencem ao gênero *Amblyomma*. Entre as ninfas, *A. dubitatum* correspondeu a 71,5% da amostra, enquanto *A. sculptum* representou 17,5% e *I. loricatus* a 10,9%.

Os carapatos adultos encontrados nos hospedeiros corresponderam a 2% da amostra total (12 *I. loricatus* e um *A. sculptum*), todos retirados de *D. albiventris*.

Dos sete indivíduos de *Rhipidomys* sp. examinados, apenas três estavam infestados com quatro larvas de *Amblyomma* sp. e uma ninfa de *I. loricatus*. A prevalência para esta espécie foi de 42,8% e a intensidade média de infestação foi de 1,67 carapato/hospedeiro.

Quinze indivíduos de *Oecomys* sp. estavam infestados com onze larvas e oito ninfas de *I. loricatus* e doze larvas *Amblyomma* sp. (prevalência de 25,4% e intensidade média 2,1 carapatos/hospedeiro).

Os três indivíduos de *C. aperea* examinados apresentaram carapatos, a maioria ninfas de *A. dubitatum* ( $n=17$ ). Além destes, uma ninfa de *A. sculptum* e uma larva de *Amblyomma* sp também foram encontrados (prevalência de 100% e intensidade medida de infestação de 6,3 carapatos/hospedeiro).

Dentre os oito *R. norvegicus* examinados, apenas um indivíduo capturado na área de mata apresentou duas larvas de *Amblyomma* sp (prevalência de 12,5%). O único indivíduo de *D. azarae* capturado estava infestado com duas ninfas de *A. dubitatum*. O *D. novemcinctus* examinado albergava três ninfas de *A. sculptum* e uma larva de *Amblyomma* sp.

*G. agilis* apresentou apenas estágios imaturos de *I. loricatus* (uma ninfa e três larvas), com taxa de prevalência de 14,3% e intensidade média de infestação de 1,3 carapato/hospedeiro. A prevalência de *D. albiventris* foi de 83,3% e esta espécie albergou 89,8% de todos os carapatos coletados. A intensidade média de infestação foi 23,5 carapatos/hospedeiro.

## 5.2 Sorologia para *Rickettsia* spp. em pequenos mamíferos do Parque do Sabiá.

A soroprevalência total para *Rickettsia* spp. nos pequenos mamíferos do Parque do Sabiá foi de 45,6% (52 positivos em 114 amostras testadas) (TABELA 3).

A sorologia anti-riquétsia foi realizada em 58 amostras de roedores arborícolas e onze indivíduos (18,9%) expressaram título maior ou igual a 1:64 contra pelo menos um dos抗ígenos testados (TABELA 4).

Dez *O. bicolor* apresentaram sororeatividade contra riquétsias, sendo que dois indivíduos reagiram contra o抗ígeno *R. rickettsii* com título 1:64, dois contra o抗ígeno *R. parkeri* com título 1:64, três contra o抗ígeno *R. amblyommii* com título 1:64, um contra o抗ígeno *R. rhipicephali* com título 1:128 e cinco contra o抗ígeno *R. bellii*, quatro com títulos 1:64 e um 1:128. Apenas um *R. macrurus* exibiu reação (título 1:64) contra *R. bellii*. Uma reação homóloga demonstrou a circulação de *R. bellii*.

Todos os *R. norvegicus* foram sororeativos contra diversas espécies de riquétsias, notadamente do Grupo da Febre Maculosa. Quatro animais apresentaram títulos altos, com maior valor de 1:4096 para *Rickettsia parkeri* mas nenhuma reação homóloga foi observada (TABELA 5).

*D.azarae* e *C. aperea* foram testados com conjugado anti-capivara. Os três indivíduos de *C. aperea* reagiram contra抗ígeno *R. bellii* com títulos variando de 1:64 a 1:128 (TABELA 6).

Sororeatividade de *G. agilis* contra os抗ígenos de riquétsia ocorreu em oito indivíduos, dos dezessete testados (prevalência de 47,1%). Possível reação homóloga foi observada contra *R. rickettsii*, *R. parkeri*, *R. bellii* e *R. rhipicephali* (TABELA 7).

Foram testadas amostras de 27 *D. albiventris*. Destes, 22 indivíduos apresentaram títulos iguais ou maiores que 1:64 contra alguma espécie de riquétsia (prevalência de 81,5%). Todos os animais recapturados permaneceram com soropositividade nos testes subsequentes (TABELA 8). Reações homólogas indicam uma circulação predominante de *R. bellii* e *R. amblyommii* entre *D. albiventris*.

TABELA 3. Soroprevalência para *Rickettsia* spp. em pequenos mamíferos capturados no Parque do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011-2013.

Espécies	Número Indivíduos Testados	Número Indivíduos Soropositivos	Prevalência (%)
<i>Didelphis albiventris</i>	27	22	81,5
<i>Gracilinanus agilis</i>	17	8	47,1
<i>Oecomys sp. /Rhipidomys sp.</i>	58	11	19,0
<i>Rattus norvegicus</i>	8	8	100,0
<i>Cavia aperea</i>	3	3	100,0
<i>Dasyprocta azarae</i>	1	0	0,0
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>52</b>	<b>45,6</b>

TABELA 4. Roedores arborícolas com titulação para *Rickettsia* spp, Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011 a 2013.

Espécie	Sexo	C.E.	Estação	<i>R. rickettsii</i>	<i>R. parkeri</i>	<i>R. amblyommii</i>	<i>R. rhipicephali</i>	<i>R. bellii</i>	P.A.E.R.H.
<i>Oecomys sp</i>	M	J	chuva 2012	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	64	
<i>Oecomys sp</i>	M	J	chuva 2011	n.r.	n.r.	64	n.r.	n.r.	
<i>Oecomys sp</i>	F	A	chuva 2011	n.r.	n.r.	64	128	n.r.	
<i>Oecomys sp</i>	M	J	seca 2012	n.r.	n.r.	64	n.r.	n.r.	
<i>Oecomys sp</i>	F	A	seca 2013	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	128	<i>R. bellii</i>
<i>Oecomys sp</i>	F	A	seca 2013	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	64	
<i>Oecomys sp</i>	F	A	seca 2013	n.r.	64	n.r.	n.r.	64	
<i>Oecomys sp</i>	F	A	seca 2013	n.r.	64	n.r.	n.r.	n.r.	
<i>Oecomys sp</i>	F	Fi	seca 2013	64	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
<i>Oecomys sp</i>	F	A	seca 2013	64	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
<i>Rhipidomys sp</i>	F	A	seca 2013	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	64	

n.r.=Não Reagente. Sexo: F=fêmea, M=Macho, C.E.=Classe Etária:A=adulto, J=jovem, FI=filhote.

TABELA 5. Títulos anti- *Rickettsia* spp. de *Rattus norvegicus*, Parque Municipal do Sabiá. Uberlândia/MG, 2011-2013.

Indivíduo	Sexo	Classe Etária	<i>R. rickettsii</i>	<i>R. parkeri</i>	<i>R. amblyommii</i>	<i>R. rhipicephali</i>	<i>R. bellii</i>
RN1	F	adulto	2048	4096	2048	2048	n.r.
RN2	F	adulto	256	256	256	256	64
RN3	M	adulto	2048	1024	256	256	64
RN4	F	jovem	256	256	2048	128	2048
RN5	F	adulto	128	64	1024	64	256
RN6	M	adulto	512	64	512	1024	1024
RN7	F	adulto	128	512	1024	512	512
RN8	M	adulto	512	64	2048	512	2048

n.r. = Não Reativo, sexo: M=macho, F=fêmea. Classe Etária: A=adulto, J=jovem.

TABELA 6. Títulos anti-*Rickettsia* spp em *Cavia aperea* e *Dasyprocta azarae*. Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011 a 2013.

Indivíduo	Sexo	Classe Etária	<i>R. rickettsii</i>	<i>R. parkeri</i>	<i>R. amblyommii</i>	<i>R. rhipicephali</i>	<i>R. bellii</i>
<i>Cavia aperea</i> 1	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	128
<i>Cavia aperea</i> 2	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	128
<i>Cavia aperea</i> 3	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	64
<i>Dasyprocta azarae</i>	I	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

TABELA 7. Títulos anti-*Rickettsia* spp em *Gracilinanus agilis*. Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, nos anos 2011 a 2013.

Indivíduo	Estação	Sexo	C.E.	<i>R. rickettsii</i>	<i>R.parkeri</i>	<i>R.ambyommii</i>	<i>R.rhipicephali</i>	<i>R.bellii</i>	P.A.E.R.H.
49	chuva 2012	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	64	1024	<i>R. bellii</i>
2534	chuva 2012	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2534 re	chuva 2012	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2534 re	seca 2012	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2615	chuva 2012	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2626	chuva 2012	M	A	n.r.	64	n.r.	n.r.	n.r.	
2632	chuva 2012	F	A	128	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
M78	chuva 2012	M	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
M82	chuva 2012	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
M83	chuva 2012	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2538	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2541	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2541 re	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2542	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2542 re	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2547	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2547 re	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2601	seca 2012	F	J	256	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. rickettsii</i>
2607	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	256	n.r.	<i>R. rhipicephali</i>
2614	seca 2012	F	A	n.r.	128	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. parkeri</i>
2637	seca 2013	F	J	64	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2661	seca 2013	M	J	128	n.r.	n.r.	n.r.	512	<i>R. bellii</i>

n.r.=não reagente. Sexo: F=fêmea, M=macho, C.E.=Classe Etária:A=adulto, J=jovem.

P.A.E.R.H. = provável antígeno envolvido na reação homóloga

TABELA 8. Títulos anti-*Rickettsia* spp em *Didelphis albiventris* capturados no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011 a 2013.

Indivíduo	Estação	Sexo	C.E.	<i>R. rickettsii</i>	<i>R. parkeri</i>	<i>R. amblyommii</i>	<i>R. rhipicephali</i>	<i>R. bellii</i>	P.A.E.R.H.
2503	chuva 2011	F	J	n.r.	n.r.	1024	n.r.	n.r.	<i>R.amblyommii</i>
34	chuva 2012	F	FI	64	n.r.	n.r.	128	n.r.	
34 re	chuva 2012	F	J	128	n.r.	n.r.	128	n.r.	
38	chuva 2012	M	J	n.r.	n.r.	n.r.	128	n.r.	<i>R. rhipicephali</i>
38 re	seca 2012	M	J	n.r.	128	n.r.	128	64	
2535	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	256	<i>R. bellii</i>
2602	seca 2012	F	A	64	128	64	128	256	
2602 re	seca 2012	F	A	128	64	64	512	512	
2603	seca 2012	F	A	n.r.	64	64	128	n.r.	
2603 re	chuva 2012	F	A	n.r.	256	128	n.r.	n.r.	
2603 re	seca 2012	F	A	n.r.	128	128	64	n.r.	
2603 re	seca 2013	F	A	n.r.	128	128	n.r.	n.r.	
2604	seca 2012	M	A	512	128	2048	256	n.r.	<i>R. amblyommii</i>
2609	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	64
2610	seca 2012	M	A	64	n.r.	n.r.	128	64	
2611	seca 2012	M	A	128	64	128	128	128	
2611 re	seca 2012	M	A	128	256	256	128	64	
2612	seca 2012	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	64	128	
2617	chuva 2012	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	256	
2617 re	seca 2013	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	512	<i>R. bellii</i>
2621	seca 2013	F	A	64	n.r.	64	n.r.	512	<i>R. bellii</i>
2622	seca 2013	M	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2631	chuva 2012	F	J	n.r.	128	256	n.r.	n.r.	
2639	seca 2013	F	J	64	n.r.	64	64	256	<i>R.bellii</i>
2641	seca 2013	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2642	seca 2013	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2643	seca 2013	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	512	<i>R. bellii</i>
2646	seca 2013	M	J	64	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2649	seca 2013	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	2048	<i>R. bellii</i>
2656	seca 2013	M	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2659	seca 2013	F	A	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	
2660	seca 2013	F	J	n.r.	n.r.	128	n.r.	n.r.	<i>R. amblyommii</i>
2667	seca 2013	F	J	n.r.	256	n.r.	n.r.	n.r.	<i>R. parkeri</i>
2668	seca 2013	M	J	512	64	1024	128	1024	
2674	seca 2013	F	J	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	256	<i>R. bellii</i>

n.r.=Não Reagente. Sexo: F=fêmea, M=Macho, C.E.= Classe Etária: A=adulto, J=jovem, FI=filhote.

P.A.E.R.H. = provável antígeno envolvido na reação homóloga

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Pequenos mamíferos do Parque do Sabiá

Neste estudo os pequenos mamíferos de vida livre do Parque do Sabiá foram pesquisados pela primeira vez. Os gêneros mais amostrados (*Oecomys*, *Rhipidomys*, *Didelphis* e *Gracilinanus*) são animais de hábito florestal e de ampla distribuição no Brasil (Cáceres, 2008). A área estudada é um fragmento isolado de mata imerso em ambiente urbano e tais alterações ambientais podem prejudicar espécies habitat-especialistas e beneficiar espécies generalistas.

*Didelphis albiventris* Lund 1841 é um marsupial onívoro e generalista, encontrados em diversos tipos de vegetação – mata de galeria, cerradão, cerrado sentido restrito e campos sujos (Alho 2005). Também se adapta facilmente a áreas urbanas e periurbanas, pois seleciona seu habitat de acordo com a disponibilidade de alimento. Possui hábito preferencialmente noturno e uma dieta onívora, que pode incluir frutos, artrópodes, néctar e pequenos vertebrados (Ribeiro e Marinho-Filho 2005). As alterações na cadeia trófica, como ausência de predadores, também podem aumentar sua abundância (Graipel e Filho 2006).

*Gracilinanus agilis* (Burmeister, 1854) é um marsupial de porte pequeno, com massa corporal entre 10 e 40g, cauda longa e preênsil. É classificado como onívoro/insetívoro e possui hábito de locomoção arbóreo e noturno (Paglia et al. 2012, Reis et al. 2006), podendo explorar o solo ocasionalmente. Camargo et al. (2011) relatam sua importância como dispersor de sementes em áreas de Cerrado no Brasil Central.

O gênero *Oecomys* é caracterizado por ter um porte pequeno a médio (peso 30-120g), cauda maior que o comprimento do corpo com pincel e, no caso das fêmeas, quatro pares de mamas (Reis et al. 2006). Possui dieta composta de frutas e sementes e locomoção essencialmente arborícola (Paglia et al. 2012). Palma (2002) relatou a diminuição da população de *Oecomys* em florestas de galeria alteradas em relação às áreas bem preservadas, considerando este gênero sensível às modificações de habitat.

O gênero *Rhipidomys* tem algumas características externas semelhantes ao *Oecomys*, também possui cauda maior que o comprimento do corpo, porém com pincel

mais definido e possui manchas escuras bem nítidas na superfície superior das patas traseiras. As fêmeas apresentam três pares de mamas (Reis et al. 2006). *Rhipidomys* é frugívoro e predador de sementes e de locomoção exclusivamente arborícola (Paglia et al. 2012).

*Rattus norvegicus* é uma espécie introduzida no Brasil pela colonização europeia. Tem hábito semiaquático, nada e escala com facilidade e escava galerias extensas. É um roedor social colonial e de hábitos noturnos. O peso corporal adulto varia entre 150 a 300g, é onívoro e sua dieta pode incluir aves (adultos, ovos e filhotes), invertebrados e frutos (Reis et al. 2006). É um animal oportunista, se adaptando bem à urbanização e causa grande impacto em populações de aves em ilhas que foi introduzido (Major et al. 2006). Shepherd e Ditgen (2012) relatam a predação de pequenos mamíferos nativos por *R. norvegicus* em um parque nacional na Argentina.

Ratos sinantrópicos (*Rattus* sp.) são uma fonte de patógenos responsáveis por zoonoses de significante morbidade e mortalidade humana (*Leptospira* spp, *Yersinia pestis*, *Rickettsia typhi*, *Seoul Hantavirus*, entre outros). O ambiente urbano é particularmente problemático em relação a riscos de saúde associados a ratos porque as cidades fornecem um habitat ideal, levando a grandes populações e contato estreito com ser humano (Himsworth et al. 2013). Em um levantamento sorológico realizado por Costa et al. (2014), foram detectados anticorpos contra Seoul vírus, *Leptospira* spp e *Bartonella* spp. em *R. norvegicus* de favelas em Salvador/BA.

Preás (*Cavia aperea* Erxleben, 1777) são roedores herbívoros que habitam bordas de Mata Atlântica e formações próximas a corpos d'água como matas de galeria do Cerrado. A cutia *Dasyprocta azarae* Lichtenstein, 1823 tem hábito terrestre e se alimenta de frutas, sementes e raízes. Cutias e preás são consideradas espécies comuns e podem atingir altas densidades (Reis et al. 2006). Moreira e Magalhães (1935) sugeriram *C. aperea* e *D. azarae* como prováveis hospedeiros silvestres de *R. rickettsii* no Brasil.

Finalmente, o tatu-galinha *Dasyurus novemcinctus* Lineu 1758 (Dasyproctidae) é um animal que utiliza a escavação para busca de alimento e para a construção de suas tocas, as quais variam 0,5 a 3 metros de profundidade e até sete metros de comprimento e alimenta-se principalmente de invertebrados e pequenos vertebrados (Gardner 2005).

## 6.2 Infestação por carapatos

Entre os pequenos mamíferos estudados, *Didelphis albiventris* foi a espécie mais infestada, albergando 89,8% de todos os carapatos encontrados, sendo que a maioria destes correspondeu a larvas *Amblyomma* sp. Perez et al. (2008) realizaram um levantamento de mamíferos de vida livre no Campus Luiz de Queiroz da Escola Superior de Agricultura (ESALQ/USP) em Campinas/SP e encontraram 80% de *D. albiventris* infestados por formas imaturas de *Amblyomma* sp., com abundância média de 135 carapatos/animal.

A prevalência de infestação em *D. albiventris* (83,3%) foi mais alta do que a encontrada em fragmentos de Mata Atlântica no estado de Pernambuco por Dantas-Torres et al. (2012), onde 66,7% dos *D. albiventris* examinados estavam infestados por carapatos na forma larval.

Ainda, *D. albiventris* estavam parasitados pelos únicos espécimes adultos de *Ixodes loricatus*, corroborando achados de Guglielmone et al. (2011) e Barros-Battesti et al. (2000), que atestam que adultos de *I. loricatus* são encontrados quase que unicamente em Didelphidae. A interação de *I. loricatus* e *D. albiventris* já é bem conhecida e foi descrita previamente no Brasil por Dantas-Torres et al. (2012), Miziara et al. (2008), Horta et al. (2007), Müller et al. (2005) e Barros-Battesti e Knisak (1999).

*Gracilinanus agilis* estavam infestados exclusivamente por formas imaturas de *Ixodes*, com prevalência de 14,3%, resultado semelhante ao de Coelho (2013), em área florestal na região periurbana do município de Uberlândia, que registrou prevalência de 17,5% em *G. agilis*, que se encontravam parasitados por larvas e ninfas de *Ixodes* sp. Já Saraiva et al. (2012) encontraram duas ninfas de *A. sculptum* em *G. agilis* capturados no estado de Minas Gerais.

Os roedores arborícolas *Oecomys* sp. e *Rhipidomys* sp. estavam infestados apenas por formas imaturas de carapatos (larvas de *Amblyomma* e de *Ixodes* e ninfas *I. loricatus*), confirmado achados de Guglielmone e Nava (2010) e de Nava et al. (2004) que descreveram a utilização de roedores Sigmodontinae e Cricetinae por larvas e ninfas de *I. loricatus* em seu ciclo de vida.

*A. dubitatum* foi encontrado em *D. albiventris*, *C. aperea* e *D. azarae*, evidenciando a proposição de que marsupiais e roedores das subfamílias Caviinae e Sigmodontinae podem ser hospedeiros alternativos para larvas e ninfas dessa espécie (Debarbora et al. 2014). Horta et al (2007) também encontraram *A. sculptum* e *A. dubitatum* em *D. albiventris* em cidades no interior do estado de São Paulo. Perez et al. (2008) alimentaram artificialmente 263 carapatos imaturos coletados de *D. albiventris* do campus da Esalq e dos que fizeram a ecdise para a forma adulta, 72,4% eram *A. sculptum* e 27,6% eram *A. dubitatum*.

Neste estudo, 20 ninfas de *A. sculptum* foram retiradas de *D. albiventris*, uma de *D. novemcinctus* e duas de *C. aperea*, e apenas um adulto foi encontrado em *D. albiventris*. Formas imaturas de *A. sculptum* possuem baixa especificidade por hospedeiros e são encontrados em várias espécies de mamíferos e aves, incluindo humanos (Labruna et al. 2002). Entretanto, a abundância dessa espécie no ambiente (discutida no CAPÍTULO 1) e baixa infestação de *A. sculptum* encontrada nos pequenos mamíferos do parque, pode indicar uma aparente falta de afinidade deste carapato por esses hospedeiros. Resultados semelhantes foram descritos por Ramos (2013) no Pantanal, região da Nhecolândia/MT.

De forma geral, observou-se que formas imaturas das espécies de carapatos encontrados nas capivaras foram achadas em diversos pequenos mamíferos e marsupiais, notadamente *A. dubitatum* e *A. sculptum* sobre *D. albiventris*. Essas interações com *D. albiventris* podem ser importantes sob o ponto de vista epidemiológico. Neste sentido Moreira e Magalhães (1935) e Travassos (1937) isolaram *R. rickettsii* de gambás em Minas Gerais. Além disso, Horta et al. (2009) demonstraram experimentalmente a capacidade de *D. aurita* em infectar carapatos *A. sculptum* por *R. rickettsii*.

A infestação de carapatos nos pequenos mamíferos como um todo e nos gambás foi mais alta na estação seca do que na estação chuvosa. É provável que este fato seja uma consequência da sazonalidade de *A. sculptum* e *A. dubitatum*, cujas formas imaturas são mais abundantes entre os meses de maio a setembro (como discutido no CAPÍTULO 1), já que 94% da amostra de carapatos retirados dos pequenos mamíferos são larvas de *Amblyomma* sp.

### 6.3 Sorologia para *Rickettsia* spp em roedores

No presente trabalho, a prevalência da sororeatividade dos pequenos mamíferos variou entre diversos grupos de animais; os roedores silvestres arborícolas exibiram uma soroprevalência de 19%, enquanto que 68% dos marsupiais (81,5% de *D. albiventris* e 47,1% de *G. agilis*) e 100% dos cavídeos e ratos sinantrópicos reagiram contra *Rickettsia* spp.

De forma geral as reações homólogas observadas sugerem a circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa e de *R. bellii*, mas os títulos baixos indicam infestações mais antigas. As observações da sororeatividade em roedores silvestres e marsupiais acompanharam resultados de pesquisas anteriores, embora ainda não existam padrões de associação com a circulação de riquétsias no Brasil.

Aparentemente dinâmicas intrínsecas de cada local de estudo parecem moldar a soroprevalência para riquétsias nos pequenos mamíferos. Szabó et al. (2013a), Ogrzewalska et al. (2012), Dantas-Torres et al. (2012) e Milagres et al. (2010), em levantamentos realizados na Mata Atlântica, encontraram valores distintos, independente da área ser considerada endêmica ou não-endêmica para Febre Maculosa Brasileira.

Szabó et al. (2013a) encontrou reações homólogas para *R. parkeri* em *Euryoryzomys russatus* e para *R. rickettsii* em *D. aurita* em estudo realizado em Peruíbe/SP, área com registro de nova riquetsiose humana. Ogrzewalska et al. (2012) encontraram soroprevalência similar para os pequenos mamíferos em áreas endêmicas e não endêmicas em áreas periurbanas de Mata Atlântica na região da grande São Paulo.

Finalmente, Dantas-Torres et al. (2012) registraram 68,8% de reatividade para riquétsias no soros de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata Atlântica no entorno de Recife/PE, enquanto Milagres et al. (2010) encontraram prevalência de 42% para *D. aurita* em área rural da região do Vale do Rio Doce em Minas Gerais.

Uma observação frequente é uma alta prevalência de infestação por carapatos e grande sororeatividade contra riquétsias em gambás (Horta et al. 2007; Szabó et al. 2013a), que é um potencial hospedeiro amplificador de *R. rickettsii* (Horta et al. 2009).

Porém, Coelho (2013) encontrou valores diferentes em fragmentos de mata na área rural do município de Uberlândia. Entre os marsupiais, *G. agilis* obteve prevalência similar ao deste estudo (40%) enquanto que a prevalência de *D. albiventris* foi visivelmente menor, de 37,5%. É possível que o isolamento do Parque do Sabiá restrinja os movimentos de dispersão de *D. albiventris*, fazendo com que um maior número de indivíduos dentro da população tenha contato frequente com carapatos, que por sua vez, aumenta a chance de se infectarem por *Rickettsia* spp.

Em relação aos roedores silvestres, em Coelho (2013) *Oecomys bicolor* foi soronegativo (n=11 indivíduos) e *Rhipidomys macrurus* obteve soroprevalência de 23% (n=86 indivíduos). No Parque do Sabiá a situação se inverteu, pois *Oecomys* sp. obteve maior soroprevalência. As duas espécies possuem comportamento similar, pois ambas são arborícolas e utilizam pouco o solo. Assim dinâmicas locais de competição interespecífica (demarcação de território e de ninhos para reprodução) podem atuar na exposição destas espécies às riquétsias.

Embora se tenha notado uma tendência para associação entre infestação por carapatos e soroprevalência anti-riquétsias nos diversos grupos, as observações em *R. norvergicus* foram discrepantes em vários sentidos. Estes animais exibiram baixa prevalência de infestação por carapatos (apenas duas larvas *Amblyomma* sp em oito animais) e os mais altos títulos contra riquétsias do grupo da febre maculosa. Resultados similares foram recentemente observados na Zona da Mata mineira por Milagres e colaboradores (2013) e Pena et al. (2010) envolvendo outra espécie sinantrópica, o *Rattus rattus*. Estes animais apresentaram a maior soroprevalência dentre todos os roedores.

Segundo Himsworth et al. (2013) alguns patógenos estão tão adaptados aos *Rattus* sp que as infecções não provocam uma resposta imune funcional, fazendo com que muitos indivíduos infectados com *Leptospira* spp. e *Bartonella* spp. não desenvolvam resposta de anticorpos contra o agente patogênico. Indo na direção oposta, especulamos que a infecção com *Rickettsia* do Grupo da Febre Maculosa seja uma interação recente com essas espécies de roedores e esta pode ser a causa das reações intensas destes animais. De qualquer forma, a situação deverá ser investigada.

Os três *C. aperea* capturados foram soropositivos. Assim como os *Didelphis*, estes animais estavam infestados com várias ninfas de *A. dubitatum* e *A. sculptum* e podem ter um papel na manutenção dessa espécie de riquetsia no Parque do Sabiá.

## 7. CONCLUSÕES

- 1) As espécies de pequenos mamíferos que habitam o Parque do Sabiá estão infestadas por formas adultas e imaturas de pelo menos três espécies de carrapatos - *Amblyomma sculptum*, *A. dubitatum* e *Ixodes loricatus*.
- 2) Os pequenos mamíferos apresentaram reação sorológica contra espécies de *Rickettsia* spp, com indicação de circulação de *R. bellii* e de riquetsias do grupo da Febre Maculosa Brasileira.
- 3) Ratos sinantrópicos *Rattus norvergicus* apresentaram os mais elevados títulos contra riquetsias do grupo da Febre Maculosa Brasileira e baixa prevalência de infestação por carrapatos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho CJR. 2005. Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchy cerrado landscape. *Arquivos do Museu Nacional* 63(1): 41-48.
- Barros-Battesti D, Knysak I. 1999. Catalogue of the Brazilian Ixodes (Acari: Ixodidae) material in the mite collection of Instituto Butantan, São Paulo, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 41:49-57.
- Barros-Battesti DM et al. 2000. Land fauna composition of small mammals of a fragment of Atlantic Forest in the State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17 (1): 241-249.
- Barros-Battesti DM et al. 2006. *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. São Paulo: Vox/ICTTD/Butantan. 223p.

C. R. Bonvicino C. R., J. A. Oliveira JA, P. S. D'Andrea PS. 2008. *Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos*. Rio de Janeiro: Centro Pan-American de Febre Aftosa - OPAS/OMS. , 2008.120p.

Bown K. J. et al. 2008. Relative importance of *Ixodes ricinus* and *Ixodes trianguliceps* as vectors of *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia microti* in field voles (*Microtus agrestis*) populations. *Appl Environ Microbiol.* 74: 7118-25.

Breitschwerdt EB, Kordick DL. 2000. Bartonella infection in animals: Carriership, reservoir potential, pathogenicity, and zoonotic potential for human infection. *Clin Microbiol Rev* 13:428-438.

Cáceres NC et al. 2008. Distribuição geográfica de pequenos mamíferos não voadores nas bacias dos rios Araguaia e Paraná, região centro-sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia.* 98: 173-180.

Calderwood MS, Athanazio DA, Hartskeerl RA, Pereira MM, et al. 2008. Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from an urban setting highly endemic for leptospirosis in Brazil. *Acta Trop.* 108:1-5.

Camargo NF, Cruz RMS, Ribeiro JF, Vieira EM. 2011. Frugivoria e potencial dispersão de sementes pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphidae: Didelphimorphia) em áreas de Cerrado no Brasil central. *Acta Bot. Bras.* 25(3): 646-656 .

Coelho MG. 2013. Evidência sorológica de infecção por riquetsias do grupo da febre maculosa e *Rickettsia bellii* em pequenos mamíferos na área periurbana de Uberlândia, Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 68f.

Costa F, Porter FH, Rodrigues G, et al. 2014. Infections by *Leptospira interrogans*, Seoul virus, and *Bartonella* spp. among Norway rats (*Rattus norvegicus*) from the urban slum environment in Brazil. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 14(1): 33-40.

Dantas-torres F, Alessio F, Siqueira DB et al. 2012. Exposure of small mammals to ticks and Rickettsiae in Atlantic Forest patches in the metropolitan area of Recife, North-eastern Brazil. *Parasitology* 139(1): 83-91.

Gardner AL. 2005. Order Cingulata. Vol 1:94-99, in: *Mammal Species of the World, Third Edition* (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 2 Volumes, 2141 pp.

Graipel ME, Filho MS. 2006. Reprodução e dinâmica populacional de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied (Mammalia: Didelphimorphia) em ambiente periurbano na Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas* 19(1): 65-73.

Guglielmone AA, Nava S, Díaz M. 2011. Relationships of South American marsupials (Didelphimorphia, Microbiotheria and Paucituberculata) and hard ticks (Acari: Ixodidae) with distribution of four species of *Ixodes*. *Zootaxa* 3086: 1-30.

Guglielmone AA, Nava S. 2010. Rodents of the subfamily Caviinae as hosts for hard ticks (Acari: Ixodidae). *Mastozoología Neotropical* 17: 279-286.

Guglielmone AA, Nava S. 2011. Rodents of the subfamily Sigmodontinae (Myomorpha: Cricetidae) as hosts for South American hard ticks (Acari: Ixodidae) with hypotheses on life history. *Zootaxa*, 2904: 45-65.

Himsworth CG, Parsons KL, Jardine C, Patrick DM. 2013. Rats, Cities, People, and Pathogens: A Systematic Review and Narrative Synthesis of Literature Regarding the Ecology of Rat-Associated Zoonoses in Urban Centers. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*. 13(6): 349-359.

Horta M, Labruna MB, Pinter A, Linardi P, Schumaker T. 2007. *Rickettsia* infection in five areas of the state of São Paulo, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102(7): 793-801.

Horta MC, Moraes-Filho J, Casagrande RA et al. 2009. Experimental infection of opossums *Didelphis aurita* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 9, 109-118.

Labruna MB, de Paula CD, Lima TF, Sana DA. 2002. Ticks (Acari: Ixodidae) on wild animals from the Porto-Primavera Hydroelectric Power Station Area, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 97(8): 1133-1136.

Labruna MB. 2012. Brazilian spotted fever: the role of capybaras. In: Moreira J R, Ferraz K, Herrera E A, Macdonald D W (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 371-383.

Major HL et al. 2006. Assessing the effects of Norway rats (*Rattus norvegicus*) on survival and productivity of Least Auklets (*Aethia pusilla*). *Auk* 123: 681-694.

Margolis L, Esch GW, Holmes JC, Kuris AM, Schad GA. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131-133.

Marques S, Barros-Battesti D, Onofrio V, Famadas K, Faccini J, Keirans J. 2004. Redescription of larva, nymph and adults of *Ixodes* (I.) *loricatus* Neumann, 1899 (Acari: Ixodidae) based on light and scanning electron microscopy. *Systematic Parasitology* 59: 135-146.

Martins TF, Onofrio V, Barros-Battesti D et al. 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions and identification key. *Ticks and Tick-borne Diseases* 1 (2):75-99.

McFarlane R, Sleigh A, McMichael T. 2012. Synanthropy of Wild Mammals as a Determinant of Emerging Infectious Diseases in the Asian-Australasian Region. *EcoHealth* 9:24-35. doi: 10.1007/s10393-012-0763-9

Milagres BS, Padilha A, Barcelos R et al. 2010. *Rickettsia* in Synanthropic and Domestic Animals and Their Hosts from Two Areas of Low Endemicity for Brazilian Spotted Fever in the Eastern Region of Minas Gerais, Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 83(6): 1305-1307. doi:10.4269/ajtmh.2010.10-0239.

Milagres BS, Padilha AF, Montandon CE, Freitas RN, Pacheco R, Walker DH, Labruna MB, Mafra CL, Galvão MA. 2013. Spotted fever group *Rickettsia* in small rodents from areas of low endemicity for Brazilian spotted fever in the eastern region of Minas Gerais State, Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 88(5): 937-939. doi: 10.4269/ajtmh.12-0609.

Miziara SR et al. Ocorrência de *Ixodes loricatus* Neumann, 1899 (Acari: Ixodidae) parasitando *Didelphis albiventris* (Lund, 1841), (Didelphimorphia: Didelphidae), em Campo Grande, MS. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* (Online) 17(3): 158-160.

Moreira JA, Magalhães O. 1935. Thypho exantematico em Minas Gerais. *Brasil Médico* 19(21) : 465-470.

Muller G, Brum JG, Langone PQ et al. 2005. *Didelphis albiventris* Lund, 1841, parasitado por *Ixodes loricatus* Neumann, 1899, e *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) (Acari: Ixodidae) no Rio Grande do Sul. *Arq. Inst. Biol.* 72(3): 319-324.

Nava S, Lareschi M, Beldoménico PM, Zerpa C, Venzal JM, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2004. Sigmodontinae rodents as hosts for larvae and nymphs of *Ixodes loricatus* Neumann, 1899 (Acari: Ixodidae). *Parasite* 11:411-414.

Ogrzewalska M, Saraiva D. et al. 2012. Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. *Parasitology* 139, 1283-1300.

Ostfeld RS, Keesing F. 2000. The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases. *Can. J. Zool.* 78: 2061-2078.

Paglia AP, da Fonseca GA, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LM, Chiarello AG, Patton JL. 2012. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil* 2<sup>a</sup> Edição.

Pena DHC, Mafra LC, Calic SB. 2010. Serologic survey for antibodies to Rickettsia among domestic and wild animal populations in Brazil. *Clinical Microbiology and Infection* 15 (2):243-244. doi:10.1111/j.1469-0691.2008.02165.x

Perez CA, Almeida AF, Almeida A et al. 2008. Carapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) e suas relações com os hospedeiros em área endêmica para febre maculosa no estado de São Paulo. *Rev Bras Parasitol Vet* 17(4): 210-217.

Ramos VN. 2013. *Ecologia da interação entre carapatos e hospedeiros no pantanal: o papel do porco monteiro, do gado nelore e de pequenos mamíferos para a ixodofauna na sub-região da Nhecolândia, MS, Brasil.* Tese (doutorado). Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. 184 fl.

Reis NL, Perachi AL, Pedro WA, Lima IP (eds.). 2006. *Mamíferos do Brasil*. Universidade Estadual de Londrina, Brasil.

Ribeiro R, Marinho-Filho J. 2005. Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4): 898-907.

Shepherd JD, Ditgen R. 2012. Predation by *Rattus norvegicus* on a native small mammal in an *Araucaria araucana* forest of Neuquén, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 85: 155-159.

Szabó M P, Nieri-Bastos FA, Spolidorio M et al. 2013a. In vitro isolation from *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) and ecological aspects of the Atlantic rainforest *Rickettsia*, the causative agent of a novel spotted fever rickettsiosis in Brazil. *Parasitology* 719-728.

Szabó M, Pinter A, Labruna M. 2013b. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3:27.

Travassos J. 1937. Identification d'un virus semblable à celui du "Typhus exanthématique de São Paulo", isolé de la sarigue marsupiale (*Didelphis paraguayensis*). *Compt. Rend. Soc. Biol.* 126: 1054-1056.

## CAPÍTULO 4: INFESTAÇÃO POR CARRAPATOS NAS AVES DO PARQUE DO SABIÁ

### 1. INTRODUÇÃO

O papel das aves silvestres no ciclo de vida dos carrapatos se torna cada vez mais evidente à medida que as pesquisas científicas se expandem nos biomas brasileiros. Segundo dados revisados por Luz e Faccinni (2013), vinte e uma espécies de carrapatos dos gêneros *Amblyomma*, *Ixodes*, *Rhipicephalus* e *Haemaphysalis* já foram relatadas parasitando 200 espécies de aves, a grande maioria da Ordem Passeriformes.

A Mata Atlântica concentra grande parte dos estudos, como se pode ver em Sanches et al. (2013), Ogrzewalska et al. (2012, 2011, 2010a, 2009a, 2008), Pacheco et al. (2012), Labruna et al. (2007), Pinter (2007), Storni et al. (2005) e Arzua et al. (2003). No bioma Cerrado essas interações foram estudadas por Tolesano-Pascoli et al. (2014), Ogrzewalska et al. (2013), Torga et al. (2013), Luz et al. (2013), Pascoal et al. (2012), Tolesano-Pascoli et al. (2010) e Szabó et al. (2008). Observações esporádicas foram ainda relatadas na Amazônia por Ogrzewalska et al. (2010b) e Barros-Battesti et al. (2003) descreveram uma nova espécie de carrapato em aves que habitam cavernas.

As interações carrapato-aves em ambiente urbano são pouco conhecidas e estão restritas a um levantamento em um parque na cidade de Curitiba (Arzua et al. 2005) e a dois estudos em fragmentos de vegetação nativa nos campi da UFRJ e Esalq, realizados por Santolin et al. (2012) e Perez et al. (2008), respectivamente. O papel das aves na epidemiologia da Febre Maculosa Brasileira é desconhecida, embora sejam hospedeiras frequentes de um importante vetor da doença, o *A. aureolatum* (Ogrzewalska et al. 2012).

Por outro lado, há um número elevado de relatos de genes de riquetsias em carrapatos retirados de aves. DNA de *Rickettsia* spp. foi encontrado em três espécies de carrapatos muito comuns em aves, *Amblyomma longirostre*, *A.nodosum* e *A.calcaratum* (Labruna et al. 2007). Pacheco et al. (2012) encontraram *R. amblyommii* (cepa AL) e *R.parkeri* (cepa NOD) em 13 ninfas (38,2%) de *A. longirostre* coletados de aves em fragmentos de Mata Atlântica na região de Londrina/PR.

Em estudo na Mata Atlântica da área periurbana de São Paulo, Ogrzewalska et al. (2012) encontraram *R. amblyommii* (cepa Conduru) em 43% dos *A. longirostre* e *R. parkeri* em *Amblyomma parkeri* retirados de aves. Em outro estudo na Mata Atlântica do estado de São Paulo, Ogrzewalska et al. (2008) relataram 100% de prevalência de *A. longirostre* por *R. amblyommii* (cepa AL).

Ogrzewalska et al. (2013) fizeram o primeiro relato de *Rickettsia* sp. cepa NOD (geneticamente semelhante a *R. parkeri*) infectando *Amblyomma calcaratum*, espécie ecologicamente similar a *A. nodosum*, no Cerrado de Mato Grosso do Sul. Do carapato *Amblyomma nodosum* foram isolados *R. bellii* cepa Pontal e *R. parkeri* cepa NOD, com prevalências de 23,6% e 5,7%, respectivamente (Ogrzewalska et al. 2009b).

A patogenicidade de *R.amblyommii* e *R. bellii* para humanos e animais ainda é desconhecida (Pacheco et al. 2012). Já *R. parkeri* é um agente muito semelhante a *R. africae*, *R. sibirica* e *Rickettsia* cepa Mata Atlântica, todos causadores de um tipo brando de Febre Maculosa em diferentes continentes, inclusive em áreas litorâneas brasileiras (Parola et al. 2005, Paddock et al. 2004, Szabó et al. 2013b).

Esses achados reforçam o potencial das aves como disseminadores de carapatos infectados, porém o papel das aves como hospedeiros amplificadores no Brasil é desconhecido. Lundgrenet al. (1966), em infecção experimental com *R. rickettsii* nos EUA, concluíram que certas espécies das famílias Columbidae, Falconidae e Accipitridae podem se tornar infectadas na natureza e têm o potencial de infectar carapatos durante a alimentação, estabelecendo assim um ciclo carapato-ave-carapato ou carapato-ave-carapato-mamífero.

## 2. OBJETIVOS

1. Determinar a riqueza de espécies, carga parasitária e prevalência de carapatos em aves do Parque do Sabiá.
2. Relacionar a infestação por carapatos com dieta e estrato de forrageamento.
3. Determinar aspectos sazonais do ciclo de vida das espécies de carapatos parasitando as aves.

4. Comparar qualitativamente a riqueza de espécies de carapatos das aves com as espécies em vida livre e encontradas parasitando capivaras e pequenos mamíferos.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Locais de captura das aves**

As aves foram capturadas em um fragmento de mata de aproximadamente 19 ha dentro da área do Zoológico Municipal de Uberlândia. Nesta área foram capturadas em quatro locais diferentes; na Mata da Lagoa, Mata da Guarita, Mata do Zoológico e Brejinho (TABELA 1, CAPÍTULO 1, página 26).

### **4.2 Técnica e esforço de captura**

As aves foram capturadas entre os meses de maio de 2011 e maio de 2013, em dez campanhas. Para as capturas foram utilizadas redes de neblina, cada qual com 12 metros de comprimento e 2,6 metros de altura. A quantidade de redes utilizadas em cada local variou de 4 a 10, dependendo do tamanho das trilhas já existentes nas áreas de estudo. O mesmo esforço de captura (quantidade de redes de neblina) foi mantido em cada campanha e em cada área.

Em cada ponto e a cada campanha as redes ficaram abertas por quatro horas pela manhã e três horas no fim do dia por três dias consecutivos.

### **4.3 Identificação das aves e coleta de amostras**

A identificação das espécies de aves foi feita com guias de campo (Ridgely e Tudor 1989, 1994, Sigrist 2005). As aves identificadas receberam uma anilha metálica de identificação cedida pelo CEMAVE/ICMBio. Após o anilhamento, todas foram pesadas e medidas. A nomenclatura das aves foi feita de acordo com Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CRBO 2011).

Infestação por carapatos foi avaliada em todas as aves capturadas. Para tal, a superfície do corpo, especialmente cabeça, pescoço e ouvidos, foram cuidadosamente inspecionados afastando-se as penas com uma pinça ou com sopro. Os carapatos das aves foram coletados com auxílio da pinça e colocados em frascos plásticos identificados.

#### **4.4 Análise de Dados**

A classificação das guildas das aves brasileiras foi realizada de acordo com Motta-Jr (1990), Sick (1997), Marini & Cavalcanti (1998) e Almeida (2002). O termo guilda descreve uma unidade organizacional dentro das comunidades que é orientada pelo consumo de recursos e, portanto, transcende limites taxonômicos (Hawkins & MacMahon 1989).

A prevalência e taxas de infestação foram calculadas de acordo com Labruna et al. (2007). A influência da dieta, estrato de forrageamento e sazonalidade na prevalência e intensidade de infestação foi calculada com Teste Exato de Fisher e Chi-Quadrado através do programa Quantitative Parasitology versão 3 (Rózsa 2000).

### **5. RESULTADOS**

Foram capturadas 320 aves, abrangendo 52 espécies distribuídas em 22 famílias, 14 da Ordem Passeriforme e oito famílias não-Passeriformes (TABELAS 1 e 2).

TABELA 1. Aves não-passeriformes capturadas no Parque do Sabiá, Uberlândia/MG. 2011 a 2013.

N	ORDEM, Família, Gênero e espécie	Nº indivíduos	DIETA	ESTRATO	HÁBITO	Sensitividade
<b>PELECANIFORMES</b> Sharpe, 1891						
<b>Threskiornithidae</b> Poche, 1904						
1	<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	1	ONI	INF	F2	M
<b>GRUIFORMES</b> Bonaparte, 1854						
<b>Rallidae</b> Rafinesque, 1815						
2	<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	1	ONI	SB	F2	A
<b>COLUMBIFORMES</b> Latham, 1790						
<b>Columbidae</b> Leach, 1820						
3	<i>Columba talpacoti</i> (Temminck, 1811)	8	GRA	SB/INF	C2	B
4	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	2	FRU	SB/INF	F2	B
5	<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	1	FRU	SB/INF	F2	M
<b>PSITTACIFORMES</b> Wagler, 1830						
<b>Psittacidae</b> Rafinesque, 1815						
6	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	1	Pred. Sem.	SUP	F2	M
<b>APODIFORMES</b> Peters, 1940						
<b>Trochilidae</b> Vigors, 1825						
7	<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	1	NEC	SUP	F2	B
8	<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	3	NEC	SB/SUP	F2	M
9	<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	1	NEC	SUP	F2	B
<b>CORACIFORMES</b> Forbes, 1844						
<b>Alcedinidae</b> Rafinesque, 1815						
10	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	1	CAR	SB	A	B
<b>GALBULIFORMES</b> Fürbringer, 1888						
<b>Galbulidae</b> Vigors, 1825						
11	<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	9	INS	SB/SUP	F2	B
<b>PICIFORMES</b> Meyer & Wolf, 1810						
<b>Picidae</b> Leach, 1820						
12	<i>Picumnus albosquamatus</i> d'Orbigny, 1840	2	INS	SB/SUP	F2	B
<b>Indivíduos Totais</b>		<b>31</b>				

Guilda = ONI: onívoro, GRA: granívoro, FRU: frugívoro, PRED.SEM: predador de semente, NEC: nectarívoro, CAR:carnívoro, INS:insetívoro. Estrato = INF: inferior, SB: sub-bosque, SUP:superior. Hábito = F2: essencialmente florestal, C2: essencialmente campestre, A: aquático. Sensitividade = A: alto, M: médio, B: baixa.

TABELA 2. Aves Passeriformes capturadas no Parque do Sabiá, 2011-2013, Uberlândia/MG.

N	ORDEM, Família, Gênero e espécie	N	DIETA	ESTRATO	HÁBITO	Sensitividade
<b>PASSERIFORMES</b>						
<b>Thamnophilidae</b> Swainson, 1824						
13	<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	2	INS	SB	F1	B
<b>Dendrocolaptidae</b> Gray, 1840						
14	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	3	INS	SB	F2	M
<b>Furnariidae</b> Gray, 1840						
15	<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	6	INS	SB/INF	F2	B
16	<i>Hylocryptus rectirostris</i> (Wied, 1831)	7	INS	INF	F2	A
<b>Pipridae</b> Rafinesque, 1815						
17	<i>Antilophia galeata</i> (Lichtenstein, 1823)	27	ONI	SB/SUP	F2	M
<b>Rhynchocyclidae</b> Berlepsch, 1907						
18	<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	1	INS	SB	F1	M
19	<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	8	INS	SUP	F2	M
20	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	1	INS	SB/SUP	F2	B
<b>Tyrannidae</b> Vigors, 1825						
21	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	3	ONI	SB	F2	B
22	<i>Elaenia mesoleuca</i> (Deppe, 1830)	1	ONI	SB	F2	B
23	<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	3	INS	SB	F2	B
24	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	1	INS	SB/SUP	C2	B
25	<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	1	ONI	SB/SUP	F2	B
26	<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	4	ONI	SB/SUP	F2	B
27	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	2	ONI	SUP	F2	B
28	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	13	ONI	SB/SUP	F2	B
29	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	1	ONI	SUP	C2	B
30	<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	1	INS	INF	A	B
31	<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	1	INS	SB	F2	B
<b>Vireonidae</b> Swainson, 1837						
32	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	1	ONI	SB/SUP	F2	B
<b>Troglodytidae</b> Swainson, 1831						
33	<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845)	4	INS	SB	F2	B

Guilda = ONI: onívoro, GRA: granívoro, FRU: frugívoro, NEC: nectarívoro, INS: insetívoro. Estrato = INF: inferior, SB: sub-bosque, SUP:superior. Hábito = F1: exclusivamente de ambientes florestais, F2: essencialmente florestal, C2: essencialmente campestre, A: aquático. Sensitividade = A: alto, M: médio, B: baixa.

TABELA 2, Cont.

N	ORDEM, Família, gênero e espécie	Nº indivíduos	DIETA	ESTRATO	HÁBITO	Sensitividade
<b>Turdidae</b> Rafinesque, 1815						
34	<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	14	ONI	SB	F2	B
35	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	28	ONI	SB	F2	B
36	<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	15	ONI	SB	F2	B
<b>Coerebidae</b> d'Orbigny & Lafresnaye, 1838						
37	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	15	NEC	SB/SUP	F2	B
<b>Thraupidae</b> Cabanis, 1847						
38	<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	11	ONI	SB/SUP	F2	B
39	<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	1	ONI	SB/SUP	F2	B
40	<i>Lanio penicillatus</i> (Spix, 1825)	6	ONI	SB/SUP	F2	M
41	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	4	ONI	SUP	F2	B
42	<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	11	ONI	SUP	F2	B
43	<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	7	ONI	SUP	F2	M
44	<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	6	ONI	SUP	F2	B
<b>Emberizidae</b> Vigors, 1825						
45	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	14	GRA	INF	C2	B
46	<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	7	GRA	INF	C2	B
47	<i>Sporophila caerulescens</i> (Vieillot, 1823)	3	GRA	INF	C2	B
<b>Parulidae</b> Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947						
48	<i>Arremon flavirostris</i> Swainson, 1838	9	GRA	SB	F1	M
49	<i>Basileuterus hypoleucus</i> Bonaparte, 1830	10	INS	SUP/SB	F2	B
50	<i>Basileuterus flaveolus</i> (Baird, 1865)	13	INS	SB/INF	F2	M
51	<i>Basileuterus leucophrys</i> Pelzeln, 1868	19	INS	SB/INF	F2	M
<b>Icteridae</b> Vigors, 1825						
52	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	5	INS	INF	C2	B
<b>Total Passeriformes</b>						
<b>289</b>						
<b>Total Passeriformes e Não Passeriformes</b>						
<b>320</b>						

Guilda = ONI: onívoro, GRA: granívoro, FRU: frugívoro, NEC: nectarívoro, INS: insetívoro. Estrato = INF: inferior, SB: sub-bosque, SUP: superior. Hábito = F1: exclusivamente de ambientes florestais, F2: essencialmente florestal, C2: essencialmente campestre, A: aquático. Sensitividade = A: alto, M: médio, B: baixa.

As espécies mais frequentes foram *Antilophia galeata* e *Turdus leucomelas* (27 e 28 indivíduos, respectivamente), seguidas de *Basileuterus leucophrys* (19 indivíduos), *Turdus amaurochalinus* e *Coereba flaveola* (15 indivíduos), *Turdus rufiventris* e *Volatinia jacarina* (14 indivíduos), *Pitangus sulphuratus* e *Basileuterus flaveolus* (13 indivíduos), *Saltator maximus* e *Tangara cayana* (11 indivíduos), *Basileuterus hypoleucus* (10 indivíduos).

A maioria das espécies capturadas possui hábito florestal (43). De acordo com o grau de sensitividade à alteração ambiental, apenas duas espécies são mais sensíveis (*Hylocriptus rectirostris* e *Aramides cajanea*), treze espécies apresentam sensitividade média e 37 apresentam sensitividade baixa.

A Família com maior número de indivíduos foi a Paruliidae (51). A guilda alimentar com maior número de espécies foi onívora (n=21), compreendendo 158 indivíduos, seguida pelos insetívoros (16 espécies, 97 indivíduos).

### **5.1. Infestação por carapatos nas aves**

Foram coletados 57 carapatos, sendo 39 larvas e 18 ninfas. A grande maioria das larvas estava fixada na região dos olhos e as ninfas no pescoço. A prevalência geral de infestação por carapatos das aves do Parque do Sabiá foi de 9,4 % (30 indivíduos infestados em 320 aves examinadas). Dentre os não-passeriformes, apenas um indivíduo se apresentou parasitado (TABELA 3). A intensidade média de infestação foi de 1,9 carapatos por ave. Foram identificadas em três espécies de ninfas: *Amblyomma longirostre*, *Amblyomma nodosum* e *Amblyomma sculptum*.

TABELA 3. Espécies de carapatos em aves, Parque do Sabiá, Uberlândia/MG. 2011 a 2013.

Hospedeiro	Nº	Nº	Prevalência	Nº	Intensidade	Densidade	<i>Amblyomma</i> sp	<i>A. longirostre</i>	<i>A. nodosum</i>	<i>A. sculptum</i>	DIETA	ESTRATO	HÁBITO	Sensitividade
	Capturados	Infestados	(%)	Carapatos	Média	Relativa	Larva	Ninfa	Ninfa	Ninfa	ONI	SB	F2	M
<i>Antilophia galeata</i>	27	2	7,4	5	2,5	0,68	4	1	0	0	ONI	SB	F2	M
<i>Aramides cajanea</i>	1	1	100	1	1	0,01	1	0	0	0	ONI	SB/INF	F2	A
<i>Basileuterus flaveolus</i>	13	1	7,7	2	2	0,26	0	0	2	0	INS	SB	F2	M
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	10	1	10	1	1	0,1	0	1	0	0	INS	SUP/SB	F2	B
<i>Basileuterus leucophrys</i>	19	4	21,1	9	2,3	0,43	6	0	3	0	INS	SB/INF	F2	M
<i>Cantorchilus leucotis</i>	4	1	25	1	1	0,04	0	0	1	0	INS	SB/INF	F2	M
<i>Dacnis cayana</i>	6	1	16,7	2	2	0,12	2	0	0	0	ONI	SUP	F2	B
<i>Fluvicola nengeta</i>	1	1	100	1	1	0,01	0	0	0	1	INS	INF	A	B
<i>Hylocryptus rectirostris</i>	7	1	14,3	1	1	0,07	1	0	0	0	INS	SB/INF	F2	A
<i>Lanio penicillatus</i>	6	1	16,7	2	2	0,12	1	1	0	0	ONI	SB/SUP	F2	M
<i>Pipraeidea melanonota</i>	7	1	14,3	1	1	0,07	0	0	1	0	ONI	SUP	F2	M
<i>Saltator maximus</i>	11	2	18,2	7	3,5	0,39	6	1	0	0	ONI	SB	F2	B
<i>Synallaxis frontalis</i>	6	1	16,7	1	1	0,06	1	0	0	0	INS	SB/INF	F2	B
<i>Turdus amaurochalinus</i>	15	3	20	9	3	0,45	7	1	1	0	ONI	SB	F2	B
<i>Turdus leucomelas</i>	28	3	10,7	7	2,3	0,65	5	1	0	1	ONI	SB	F2	B
<i>Turdus rufiventris</i>	14	6	43	7	1,2	0,16	5	0	2	0	ONI	SB	F2	B
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>30</b>	<b>9,4</b>	<b>57</b>	<b>1,9</b>	<b>6,08</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>				

*Turdus rufiventris* (43%), *Turdus amaurochalinus* (20%) e *Basileuterus leucophrys* (21,1%) foram as espécies com maiores índices de prevalência por carapatos. Seis ninfas de *A. longirostre* foram encontradas em seis espécies: *Antilophia galeata*, *Turdus leucomelas*, *Turdus amaurochalinus*, *Saltator maximus*, *Lanio penicillatus* e *Basileuterus hypoleucus*.

Dez ninfas de *A. nodosum* foram achadas em *T. amaurochalinus*, *Turdus rufiventris*, *Basileuterus leucophrys*, *Basileuterus flaveolus*, *Cantorchilus leucotis* e *Pipraeidea melanonota*. *Fluvicola nengeta* e *Turdus leucomelas* albergavam uma ninfa de *A. sculptum* cada um.

Todas as aves infestadas por carapatos pertencem às guildas insetívora e onívora (TABELA 4), e não houve diferença significativa para prevalência e intensidade de infestação entre as guildas alimentares ( $p = 0,69$  e  $p = 0,702$ ).

TABELA 4. Prevalência e intensidade de infestação de acordo com a guilda de alimentação.

Dieta	Indivíduos Total	Indivíduos Infestados	Prevalência	Intensidade média	Mediana
<b>Insetívoros</b>	97	10	10,30%	1,6	1
<b>Onívoros</b>	158	20	12,70%	2,05	10

Em relação às guildas de forrageamento, as aves foram classificadas em cinco categorias (TABELA 1). As aves que forrageiam no sub-bosque e sub-bosque inferior foram mais prevalentes ( $\chi^2 = 10.315$ ,  $p = 0,035$ , g.l.=4) do que as aves que forrageiam em outras alturas. Porém não houve diferença estatisticamente significante entre as guildas em relação à intensidade média de infestação ( $p = 0,813$ , bilateral) (TABELA 5). Os meses com maior infestação de carapatos nas aves foram maio/2011 e maio/2013, com 11 e 17 carapatos, respectivamente (FIGURA 1 e TABELA 6).

TABELA 5. Infestação de carrapatos de acordo com a guilda de forrageamento. Parque do Sabia, Uberlândia/MG. 2011 a 2013.

Estrato de Forrageamento	Indivíduos Totais	Indivíduos Infestados	Prevalência	Intensidade média	Mediana
<b>Inferior</b>	38	1	2,6%	1	1
<b>Subbosque</b>	86	14	16,3%	1,79	1
<b>Subbosque - inferior</b>	49	6	12,2%	2	1,5
<b>Subbosque - superior</b>	105	6	5,7%	2,5	1,5
<b>Superior</b>	42	2	4,8%	1,5	1,5

TABELA 6. Espécies de carrapatos retirados de aves de acordo com o mês de coleta. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG. 2011-2013.

Data	<i>A. longirostre</i>	<i>A. sculptum</i>	<i>A. nodosum</i>	<i>Amblyomma</i> sp*	Total/mês
chuva 2011	2	0	2	7	11
seca 2011	0	0	0	0	0
seca 2011	2	0	3	1	6
chuva 2011	0	0	1	0	1
chuva 2012	0	0	0	0	0
chuva 2012	0	0	0	5	5
seca 2012	0	0	1	5	6
seca 2012	0	2	1	4	7
chuva 2012	1	0	1	0	2
seca 2013	1	0	1	17	19
<b>Total por espécie</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>39</b>	<b>57</b>

\* Carrapatos com identificação de espécie são ninfas e *Amblyomma* sp. são larvas

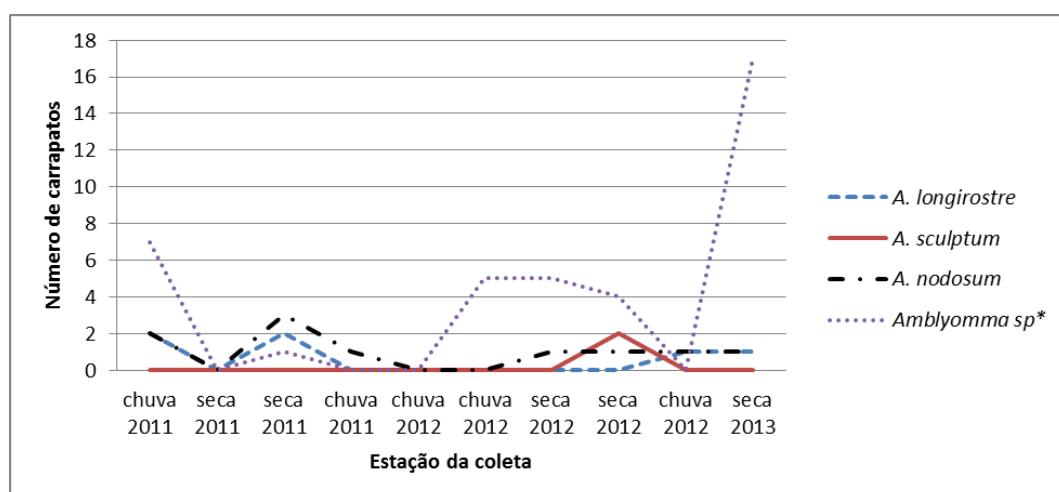


FIGURA 1. Distribuição mensal dos carrapatos coletados em aves. Parque do Sabiá, Uberlândia/MG, 2011-2013.

A prevalência de carapatos nas aves foi maior na estação seca em relação à estação chuvosa ( $x^2=4.019$ ,  $p=0,045$ , g.l.=1), mas não houve diferença estatisticamente significativa na intensidade média de infestação entre as duas estações ( $p=0,619$  bilateral) (TABELA 7).

TABELA 7. Prevalência e Intensidade Média de Infestação das aves do Parque do Sabiá de acordo com a estação do ano.

Estação do ano	Indivíduos Totais	Indivíduos Infestados	Prevalência	Intensidade média	Mediana
<b>Chuva</b>	174	11	6,3%	1,73	1
<b>Seca</b>	148	19	12,8%	2	1

## 6. DISCUSSÃO

As espécies de aves encontradas nesse estudo são típicas de Matas semi-deciduas e de Cerradão (Cavarzere et al. 2011), incluindo três espécies endêmicas do Cerrado (*Hylocryptus rectirostris*, *Antilophia galeata* e *Basileuterus leucophrys*).

A amostra estudada (52 espécies) corresponde a 34% das espécies registradas para o Parque do Sabiá em levantamento de avifauna realizado por Franchin e Marçal-Jr (2003). Essa diferença se deve em parte a um viés metodológico conferido pela captura por redes de neblina, pois a altura máxima de 3,5 m restringe a amostra para aquelas espécies aves que forrageiam mais baixo (Vogel et al. 2012). As capturas ocorreram em apenas um local do Parque, dentro das matas, portanto grandes grupos foram excluídos, como Anseriformes, Falconiformes e Psitaciformes.

A prevalência total para a presença de carapatos foi de 9,3 %, deste modo, em 322 aves examinadas, 30 indivíduos estavam infestados por 57 carapatos de três espécies diferentes (*A. longirostre*, *A. nodosum* e *A. sculptum*). Larvas permaneceram identificadas ao nível de gênero (*Amblyomma* sp) pela ausência de chave de identificação para elas.

A prevalência de infestação observada é relativamente baixa se comparada com outros estudos de área urbana, como 16,2% em Arzua et al. (2003) em um parque com Floresta de Araucária na cidade de Curitiba e 37,5% em Perez et al. (2008) no campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, em Piracicaba.

As áreas verdes do Parque do Sabiá estão isoladas há mais de 40 anos, impacto que pode ter diminuído a população dos hospedeiros naturais das formas adultas dos carapatos mais comuns em aves (*Coendou* sp para *A. longirostre* e *Tamandua* sp para *A. nodosum*).

Por outro lado, os resultados do presente estudo são bastante similares aos encontrados em seis fragmentos florestais ao longo do rio Uberabinha (município de Uberlândia) por Torga et al. (2013). Estes pesquisadores capturaram 352 aves de 62 espécies, e 31 indivíduos (8,8%) estavam parasitados por 56 carapatos das espécies *A. nodosum* e *A. longirostre*. Porém os autores especularam que a baixa prevalência pode ter ocorrido pela ausência de amostragem nos meses de inverno, época de imaturos de carapatos *Amblyomma* sp., o que não aconteceu em nosso caso.

A prevalência de carapatos nas aves foi significativamente correlacionada com forrageamento nos estratos inferiores e com a estação seca (TABELAS 5 e 7). É possível supor que o forrageamento nos estratos inferiores facilite o contato com aquelas espécies de carapatos que aguardam por hospedeiros na vegetação. Infelizmente não há dados sobre a ecologia de *A. nodosum* e *A. longirostre* que indiquem inequivocamente a altura na vegetação em que estas espécies esperam por hospedeiros. Por outro lado, *A. sculptum* é comum nas proximidades do solo do Cerrado (Szabó et al. 2007; Veronez et al. 2010) e que explica, em parte, a infestação de aves que forrageiam mais próximo do solo.

Em relação à estação de prevalência, sabe-se que no Brasil as formas imaturas de *Amblyomma* predominam na estação seca (Labruna 2009) e que poderia explicar a prevalência sazonal dos carapatos nas aves.

As duas espécies de aves com maior prevalência de infestação por carapatos foram aqueles do gênero *Turdus*. Aves da família Turdidae estão entre as mais adaptadas a ambientes urbanos em todo o mundo, graças à sua plasticidade dietária, que abrange frutos, sementes e invertebrados (Del Hoyo 2005). Gasperin e Pizo (2009)

verificaram que *T. rufiventris*, *T. amaurochalinus*, *T. leucomelas* e *T. albicolis* passam até 70% do tempo de forrageamento no chão, revirando folhas à procura de invertebrados.

Ninfas de *A. longirostre* foram encontradas em *T. leucomelas*, *T. amaurochalinus*, *Antilophia galeata*, *Saltator maximus*, *Lanio penicillatus* e *Basileuterus hypoleucus*, espécies que forrageiam nos estratos Subosque ou Subbosque-superior.

Pinter (2007), na Mata Atlântica, encontrou resultados semelhantes, com a maioria dos *A. longirostre* retirados de aves que forrageiam em estratos mais altos. No caso específico desta espécie de carapato é possível supor que o contato das aves com as larvas e ninfas do carapato aconteça nas árvores, já que seu hospedeiro primário é o *Coendou* sp, o porco-espinho, um mamífero arborícola (Labruna et al. 2009).

Tolesano-Pascoli et al. (2010) descreveram *A. longirostre* em *A. galeata*, *B. hypoleucus* e em *S. maximus*, que por sua vez já foi relatado em Ogrzewalska et al (2013) e Aragão (1936). *A. longirostre* em *S. similis* foi descrito por Labruna et al. (2007) e Pacheco et al. (2012). Finalmente, *A. longirostre* em *T. amaurochalinus* foi relatado em Ogrzewalska et al. (2012). Torga et al. (2013) encontraram apenas duas espécies parasitadas por *A. longirostre*, *S. maximus* e *B. hypoleucus*.

A forma adulta de *A. nodosum* parasita tamanduás (*T. tetradactyla* e *M. tridactyla*). Ninfas dessa espécie foram achadas em *Turdus rufiventris* e *Pipraeidea melanonota* (primeira descrição da interação), *T. amaurochalinus* (relatado por Luz et al. 2012), *Basileuterus leucophrys* (descrito anteriormente por Tolesano-Pascoli et al. 2010), *Basileuterus flaveolus* (descrito anteriormente por Ogrzewalska et al. 2009) e *Cantorchilus leucotis* (relatado por Tolesano-Pascoli et al. 2010).

A terceira espécie de carapato encontrada em aves, ninfas de *A. sculptum* foram retiradas de *T. leucomelas* e *Fluvicola nengeta*, cada qual com um exemplar do carapato. Ambas as observações se constituem no primeiro relato de parasitismo por *A. sculptum* nessas espécies de hospedeiro.

*Fluvicola nengeta* é um tiranídeo insetívor, originalmente restrito à região nordeste do país, mas que a partir dos anos 1980 teve sua distribuição ampliada para as

regiões sudeste e sul. Habita preferencialmente locais abertos de vegetação arbustiva, com presença de corpos d'água, como margens de pequenas lagoas naturais ou reservatórios artificiais em área urbana ou rural (Sick 1997).

Segundo Straube et al. (2007) a expansão de *F. nengeta* pelo território brasileiro está associada ao processo de alteração de paisagem, no qual áreas florestadas foram substituídas por ambientes abertos e agropastoris. Este mesmo ambiente antropizado tem favorecido especialmente o aumento populacional de capivaras, responsáveis pela manutenção de altas populações de *A. sculptum* no ambiente.

Neste sentido é interessante mencionar que Santolin et al (2012) encontraram apenas *A. sculptum* nas aves do Campus da UFRJ, local com presença de capivaras e cavalos. Perez et al (2008) encontraram infestação por *A. sculptum* nas aves coletadas na ESALQ apenas entre os meses de março a junho, quando há maior infestação ambiental por larvas.

As duas aves infestadas por *A. sculptum* foram capturadas em agosto de 2012, mês com a maior infestação ambiental por ninfas desta espécie (ver TABELA 7 e FIGURA 10, página 35 do Capítulo 1) e ambas foram capturadas na Mata da Lagoa, área frequentada por capivaras, demonstrando que formas imaturas de *A. sculptum* tem pouca especificidade por hospedeiros e em caso de grande infestação ambiental podem se alimentar em aves passeriformes.

*T. leucomelas*, o sabiá barranqueiro, mantém grandes populações em ambientes urbanos e pode servir como carreador de ninfas de *A. sculptum* das áreas de mata para habitações vizinhas do Parque do Sabiá.

## 7. CONCLUSÕES

As aves do parque do sabiá são hospedeiras de ninfas de *A. nodosum*, *A. longirostre*, *A. sculptum* e de larvas *Amblyomma* sp.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida MEC. 2002. Estrutura de comunidades de aves em áreas de cerrado na região nordeste do estado de São Paulo. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de São Carlos, SP. 134p.
- Arzua M, Silva MAN, Famadas KM, Beati L, Barros-Battesti DM. 2003. *Amblyomma aureolatum* and *Ixodes auritulus* (Acari: Ixodidae) on birds in southern Brazil, with notes on their ecology. *Experimental and Applied Acarology* 31(3-4): 283-296.
- Barros-Battesti DM, Arzua M, Pichorim M, Keirans JE. 2003. *Ixodes (Multidentatus) paranaensis* n. sp. (Acari: Ixodidae) a parasite of *Streptoprocne biscutata* (Sclater, 1865) (Apodiformes: Apodidae) birds in Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98: 93-102. Doi 10.1590/S0074-02762003000100013.
- Bowman R, Marzluff JM. 2001. Integrating avian ecology into emerging paradigms in urban ecology. p. 569-578. In J. M. Marzluff, R. Bowman, and R. E. Donnelly [EDS.], *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic, Norwell, MA.
- Cavarzere V et al. 2011. Birds from cerradão woodland an overlooked forest of the Cerrado region. Brazil Papéis Avulsos de Zoologia, 51(17):260-273.
- Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*. 68:129-138.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2011. Listas das aves do Brasil. 9<sup>a</sup> Edição, 1/1/2011, Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: junho/2012.
- Fernández-Juricic E. 2001. Avian spatial segregation at edges and interiors of urban parks in Madrid, Spain. *Biodiversity and Conservation* 10: 1303-1316.
- Flores A, Pickett STA, Zipperer WC, Pouyat RV, Pirani R. 1998. Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. *Landscape and Urban Planning*. 39: 295-308.
- Franchin AG, Marçal OJ. 2004. A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). *Biotemas* 17: 179-202.

- Gasperin G, Pizo MA. 2009. Frugivory and habitat use by thrushes (*Turdus* spp.) in a suburban area in south Brazil. *Urban Ecosyst* 12:425-436.
- Hawkins CP, MacMahon J. 1989. Guilds: the multiple meanings of a concept. *Ann. Rev. Entomol.* 34: 423-451.
- Labruna MB et al. 2007. Ticks collected on birds in the state of São Paulo, Brazil. *Experimental and Applied Acarology* 43(2):147-160.
- Lundgren DL, Thorpe BD, Haskell CD. 1966. Infectious Diseases in Wild Animals in Utah VI. Experimental Infection of Birds with *Rickettsia rickettsii*. *Journal Of Bacteriology* 91(3): 963-966.
- Luz HR, Faccini JLH, Landulfo GA et al. 2012. Bird ticks in area of the Cerrado of Minas Gerais State, southeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 58(1): 89-99.
- Luz HR, Faccini JLH. 2013. Ticks on Brazilian birds: overview. In: *Birds: evolution and behavior, breeding strategies, migration and spread of disease*. Eds: Ruiz, F.; Iglesias, F. Cap. 6. p.97-126.
- Marini MA, Cavalcanti RB. 1998. Habitat and foraging substrate use of three *Basileuterus* warblers from Central Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 4: 69-76.
- McDonnell MJ, Pickett STA, Groffman P, Bohlen P, Pouyat RV, Zipperer C et al. 1997. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosyst.* 1: 21-36.
- Motta-Junior JC. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. *Ararajuba*. v. 1, p. 65-71.
- Ogrzewalska A, Uezu A, Labruna MB. 2010b. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the eastern Amazon, northern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. *Parasitology Research* 106(4): 809-816.
- Ogrzewalska M, Martins T, Capek M, Literak I, Labruna MB. 2013. A *Rickettsia parkeri*-like agent infecting *Amblyomma calcaratum* nymphs from wild birds in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Ticks and Tick Borne Dis.* 4(1-2):145-7.

Ogrzewalska M, Pacheco R, Uezu A, Ferreira F, Labruna MB et al. 2008. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in an Atlantic Forest area in the state of São Paulo, Brazil, with isolation of *Rickettsia* from the tick *Amblyomma longirostre*. *Journal of Medical Entomology* 45:770-774.

Ogrzewalska M, Pacheco R, Uezu A, Richtzenhain LJ, Ferreira F, Labruna MB et al. 2009a. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic Rain Forest region of Brazil. *Journal of Medical Entomology* 46: 1225:1229.

Ogrzewalska M, Pacheco RC, Uezu A, Richtzenhain LJ, Ferreira F, Labruna MB. 2009b. *Rickettsial infection* in *Amblyomma nodosum* ticks (Acari: Ixodidae) from Brazil. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 103:413–425

Ogrzewalska M, Saraiva D et al. 2012. Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. *Parasitology* 139, 1283-1300.

Ogrzewalska M, Uezu A, Labruna MB. 2010a. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting wild birds in the Atlantic Forest in northeastern Brazil, with notes on rickettsial infection in ticks. *Parasitology Research* 108: 665–670.

Pacheco RC, Arzua M, Nieri-Bastos F, Moraes-Filho J, Marcili A, Richtzenhain L, Barros-Battesti D, Labruna MB et al. 2012. Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) collected on birds in southern Brazil. *Journal of Medical Entomology*. 49(3):710-716.

Paddock CD, Sumner JW, Comer JA et al. 2004. *Rickettsia parkeri*: a newly recognized cause of spotted fever rickettsiosis in the United States. *Clin. Infect. Dis.* 38: 805-811.

Parola P, Davoust B, Raoult D. 2005. Tick and tick-born e rickettsial emerging zoonoses. *Vet. Res.* 36: 469-492.

Partecke J, van't Hof TJ, Gwinner E. 2004. Differences in the timing of reproduction between urban and forest European blackbirds (*Turdus merula*): result of phenotypic flexibility or genetic differences? *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol.* 271: 1995-2001.

Pascoal JO, Amorim MP, Martins MM, Melo C, Silva Junior EL, Ogrzewalska M, Labruna MB, Szabó MPJ. 2012. Ticks on birds in a savanna (Cerrado) reserve on the

outskirts of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária Jaboticabal* 22(1): 46-52.

Perez CA, Almeida AF, Almeida A et al. 2008. Carapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) e suas relações com os hospedeiros em área endêmica para febre maculosa no estado de São Paulo. *Rev Bras Parasitol Vet* 17(4): 210-217.

Pinter A. 2007. *Aspectos ecológicos da febre maculosa brasileira em um foco endêmico no estado de São Paulo*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 86f.

Pirnat, J. 2000. Conservation and management of forest patches and corridors in suburban landscape. *Landscape and Urban Planning*.n.52: , p.135-143.

Ridgely RS, Tudor G. 1989. *The Birds of South America, V. 1, The Oscine Passerines*. Oxford University Press, U.K.516p.

Ridgely RS, Tudor G. 1994. *The Birds of South America, V. 2, The Suboscine Passerines*. Oxford University Press, U.K.814p.

Rózsa L, Reiczigel J, Majoros G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* 86: 228-232.

Sanches GS, Martins TF, Lopes IT, Costa LFS, Nunes PH, Camargo-Mathias MI, Labruna MB. 2013. Ticks infesting birds in Atlantic Forests fragments in Rio Claro, State of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira Parasitologia Veterinária* 22(1): 6-12.

Santolin IDA, Luz HR, Alchorne NM et al. 2012. Ticks on birds caught on the campus of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 21(3):213-218.

Sarvad JPL, Clergeau P, Mennechez G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and UrbanPlanning* 8: 1-142.

Sick H. 1997. Ornitologia brasileira. Volumes 1 e 2. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Sigrist T. 2006. Aves do Brasil: uma visão artística. 2<sup>a</sup> edição. Fósforo. 672p.

Slabbekoorn H, Ripmeester EAP. 2008. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Mol. Ecol.* 17, 72–83.

Storni A, Alves MAS, Valim MP. 2005. Ácaros de penas e carapatos (Acari) associados a *Turdus albicollis* Vieillot (Aves, Muscicapidae) em uma área de Mata Atlântica da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 22 (2): 419-423.

Szabó MPJ, Tolesano-Pascoli GV et al. 2008. Brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* parasitizing the bird *Coereba flaveola* in the Brazilian Cerrado. *Ciência Rural* 38(2): 543-545.

Tolesano-Pascoli G, Garcia FI, Gomes KR et al. 2014. Ticks (Acari: Ixodidae) on swifts (Apodiformes: Apodidae) in Minas Gerais, southeastern Brazil. *Experimental and Applied Acarology*. doi:10.1007/s10493-014-9797-8.

Tolesano-Pascoli GV, Torga K, Franchin AG, Ogrzewalska M, Gerardi M, Olegário MM et al. 2010. Ticks on birds in a Forest fragment of Brazilian cerrado (savanna) in the municipality of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 19(4): 244-248.

Torga K, Tolesano-Pascoli GV, Vasquez JB, Luciano E, Labruna MB, Martins TF, Ogrzewalska M, Szabó MPJ. 2013. Ticks on birds from Cerrado forests patches along the Uberabinha river in the Triângulo Mineiro region of Minas Gerais, Brazil. *Ciência Rural* 43 (10): 1852-1857.

Vogel HF, Pujals A, Zawadzki CH. 2012. La selectividad de las redes de niebla para la captura de zorzales: unum estudioestúdio enem el sur de Brasil. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* 8(3):931-937.

## CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 1. INFESTAÇÃO POR CARRAPATOS

O Parque Municipal do Sabiá, inaugurado na década de 1980, é o principal parque público de Uberlândia, que serve como um local de lazer para cerca de 5.000 visitantes semanais. Igualmente, é uma unidade de conservação, sendo um dos últimos refúgios da biodiversidade local em área urbana (Pina e Santos 2009).

As observações sobre as relações carrapato-hospedeiro e infecção por riquétsias no Parque do Sabiá mostraram algumas conexões ecológicas importantes e que merecem uma investigação mais minuciosa. O carrapato *A. sculptum* predominou nas amostras ambientais perfazendo mais de 90% dos carrapatos coletados. Por outro lado, nenhum dos hospedeiros avaliados tinha *A. sculptum* como espécie mais prevalente.

Nas capivaras *A. dubitatum* representou 61,2% dos carrapatos e *A. sculptum* apenas 38,8%. Nos pequenos mamíferos, *A. sculptum* representou 17,5% das ninfas enquanto *A. dubitatum* correspondeu a 71,5%. Nas aves apenas 11% das ninfas eram *A. sculptum* (dois carrapatos em duas aves), contrastando com a prevalência de 55% de *A. nodosum* e 33% de *A. longirostre*.

A aparente dissociação entre prevalência de espécies de carrapatos em vida livre e aqueles infestando animais pode ter diversas explicações. A principal se refere a um viés metodológico na amostragem ambiental. As coletas de carrapato foram realizadas predominantemente dentro de matas e sobre gramados, desfavorecendo carrapatos nidícolas e aqueles de ambientes mais úmidos como o *A. dubitatum* (Szabó et al. 2007; Nava et al. 2010).

Outra possibilidade é que a maior prevalência de *A. sculptum* esteja representada pelas larvas *Amblyomma* sp que não foram identificadas e que predominaram entre os pequenos mamíferos e aves. Por outro lado, a amostragem ambiental com maior prevalência de *A. sculptum* possui uma grande importância na epidemiologia de doenças transmitidas por carrapatos, já que este cenário comprova uma maior exposição dos usuários do parque a esta espécie de carrapato (FIGURA 1), sabidamente agressiva ao ser humano e vetor da Febre Maculosa Brasileira (Labruna 2012, Ramos et al. 2014).



FIGURA 1. Frequentadores do Parque do Sabiá descansando em frente à lagoa principal. Uberlândia/MG, setembro 2011. Foto: M. Nagoa.

A prevalência de *A. dubitatum* em pequenos mamíferos é também uma observação relevante e sua presença frequente em diversos hospedeiros indica uma relação não casual. *A. dubitatum* foi a espécie mais prevalente em gambás, capivaras e preás, os dois primeiros sabidamente envolvidos na epidemiologia da Febre Maculosa Brasileira (Souza et al. 2009, Horta et al. 2009). Embora o *A. dubitatum* não seja uma espécie agressiva ao ser humano (Labruna et al. 2007), poderia atuar como elo do agente infeccioso entre hospedeiros.

As aves apresentaram espécies distintas de carapatos do que os achados em mamíferos, indicando uma ocupação de nichos diferentes por essas espécies (*A. longirostre* e *A. nodosum*) e necessidade de investigação adicional. Porém a presença de *A. sculptum* indica que existe uma pequena sobreposição das aves com nichos dos mamíferos, portanto as aves não podem ser eliminadas das investigações sobre ecologia de doenças transmitidas por carapatos.

## 2. RESULTADOS SOROLÓGICOS E PCR

A sorologia demonstrou a circulação de riquetsias no Parque do Sabiá, tanto em capivaras, como nos pequenos mamíferos. Os resultados obtidos indicam a circulação predominante de riquetsia do Grupo da Febre Maculosa em todos os hospedeiros, exceto para *D. albiventris*, que exibiu títulos e prevalência elevados também contra *R. bellii*.

Observou-se uma associação na sororeatividade e níveis de infestação por carrapatos em todos os animais (capivaras e gambás foram os mais infestados e obtiveram os maiores títulos), com exceção dos ratos sinantrópicos (*R. norvegicus*). Estes animais apresentaram os maiores títulos anti-riquetssia, predominantemente contra o Grupo da Febre Maculosa, porém a origem da infecção e a espécie de riquetsia que circula nestes animais precisa ser elucidada.

A ausência de detecção de riquetsias nos carrapatos por PCR também pode ser atribuída a vários fatores. A principal explicação seria a baixa prevalência de infecção dos carrapatos, já que *R. rickettsii*, mesmo em áreas endêmicas, infecta apenas 1% dos *A. sculptum* (Guedes et al. 2005). Em *A. dubitatum* o encontro de *R. bellii* é mais provável, já que há estudos que verificaram até 44,9% de infecção por *R. bellii* em algumas populações deste carrapato no estado de São Paulo (Pacheco et al. 2009). A maioria dos carrapatos submetidos a PCR vieram das capivaras, e a baixa resposta sorológica desses animais à *R. bellii* pode ser um indício da ausência dessa riquetsia nos carrapatos amostrados.

Em todo caso o número de carrapatos avaliados por PCR poderá ter sido insuficiente para a detecção das riquetsias, e, uma vez que cerca de 10% dos carrapatos totais foi submetida ao PCR, a presença de carrapatos infectados não pode ser descartada. Além disso, *R. bellii* também é mais prevalente em *I. loricatus* (Szabó et al. 2013). De fato, os resultados sorológicos de gambás foram mais prevalentes e intensos contra *R. bellii* e sugerem uma circulação desta riquetsia entre o marsupial e seus carrapatos. Assim a avaliação dos *I. loricatus* por PCR é fundamental para comprovar esta infecção por *R. bellii*.

Analizados em conjunto, os resultados apresentados indicam a circulação de riquetsias no Parque do Sabiá e para as capivaras, hospedeiros mais expostos aos

carapatos, os títulos da sorologia indicam uma infecção mais antiga e provavelmente por riquetsias do Grupo da Febre Maculosa. É importante lembrar que a ocorrência da febre maculosa está diretamente relacionada com o tamanho da população de carapatos, já que a infestação humana por *A. sculptum* é um evento acidental, resultante do grande número de carapatos de vida livre no meio ambiente. Portanto, a redução dessa infestação ambiental é o melhor meio de prevenir um surto da doença (Labruna 2012).

Após a retirada de uma grande parte da população das capivaras, percebeu-se uma tendência de diminuição da população de carapatos em vida livre no Parque do Sabiá ao longo dos anos 2011-2013, especialmente *A. dubitatum*. Porém, como a remoção das capivaras ocorreu de forma parcial, o controle da infestação ambiental por carapatos foi comprometido. A tendência é que a população de hospedeiros volte ao tamanho original dentro de poucos anos, ocorrendo o mesmo com os carapatos do ambiente. É importante ressaltar que capivaras jovens têm sensibilidade maior a infecções pela *R. rickettsii*. Estes animais jovens infectarão um número maior de carapatos, fato que aumenta a chance de eventuais riquetsioses humanas (Labruna 2009).

Neste contexto, junto com o manejo da infestação ambiental, é importante a implementação contínua de programas educacionais que alertem os frequentadores do parque para tomar medidas preventivas contra a picada por carapatos (por exemplo, procura regular no corpo após trilhas, uso de roupas mais fechadas e limitar o contato do com o solo) (FIGURA 2).



FIGURA 2. Placa fixada no início de uma trilha para alertar os usuários do Parque do Sabiá aos riscos de picada de carapato. Uberlândia/MG, 2011. Foto: G. Pascoli.

Novos paradigmas de urbanização resgataram a importância de parques naturais municipais como áreas verdes, que devem servir à população de forma a propiciar condições de lazer e recreação, contribuindo assim para a qualidade ambiental e de vida. Dessa forma, a visitação pública nessas áreas verdes se tornou um elemento essencial para a difusão de uma nova sensibilidade ambiental (Pina e Santos 2009).

Os planejadores e gestores ambientais devem considerar que essas reservas naturais frequentemente se encontram impactadas pela presença de animais domésticos (cães e gatos) e animais sinantrópicos e que esses fatores, somados às dinâmicas alteradas das populações naturais, podem levar ao desenvolvimento de doenças transmitidas por vetores, já que estas se caracterizam por serem um sistema complexo e dinâmico que engloba características de vetores, hospedeiros e ambientes abióticos e bióticos.

A própria complexidade destes sistemas e sua importância para a saúde ambiental demanda estudos contínuos e interdisciplinares em pequena e em grande escala, suficientes para aferir particularidades de cada área e os possíveis riscos para a população animal e humana.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guedes E, Leite RC, Prata MCA, Pacheco RC, Walker DH, Labruna MB. 2005. Detection of *Rickettsia rickettsii* in the tick *Amblyomma cajennense* in a new Brazilian spotted fever-endemic area in the state of Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 100(8): 841-845. Doi:10.1590/S0074-02762005000800004.
- Horta MC, Moraes-Filho J, Casagrande RA et al. 2009. Experimental infection of opossums *Didelphis aurita* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 9, 109-118.
- Labruna MB et al. 2007a. Human parasitism by the capybara tick, *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). *Entomological News*, 1118(1): 77-80.
- Labruna MB. 2009. Ecology of *Rickettsia* in South America. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1166:156-166.

- Labruna MB. 2012. Brazilian spotted fever: the role of capybaras. In: Moreira J R, Ferraz K, Herrera E A, Macdonald D W (eds) *Capybara: biology, use and conservation of an exceptional neotropical species*. Springer, New York, pp 371-383.
- Nava S, Venzal JM, Labruna MB, Mastropao M, González EM, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2010. Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum*. *Exp Appl Acarol* 51:335-351. doi:10.1007/s10493-009-9331-6.
- Pacheco RC, Horta MC, Pinter A, Moraes-Filho J, Martins TF et al. 2009. Pesquisa de *Rickettsia* spp em carapatos *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* no Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 42(3): 351-353.
- Pina JHA, Santos DG. 2012. A influência das áreas verdes urbanas na qualidade de vida: O caso dos Parques do Sabiá e Victório Siquierolli em Uberlândia-MG. *Ateliê Geográfico* 6(1): 143-169.
- Ramos VN, Osava C, Piovezan U et al. 2014. Ticks on humans in the Pantanal wetlands, Brazil. *Ticks Tick-borne Dis*. Doi:10.1016/j.ttbdis.2014.03.004.
- Souza CE, Moraes-Filho J, Ogrzewalska M. et al. 2009. Experimental infection of capybaras *Hydrochaeris hydrochaeris* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vet.Parasitol.* 161:116-121.
- Szabo MPJ, Castro MB, Ramos HGC et al. 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology* 143:147-154.
- Szabó MPJ, Pinter A, Labruna M. 2013. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3:27.

## **ANEXO A**

### **PROTOCOLO DE EXTRAÇÃO DE DNA POR TRIZOL, LABORATÓRIO DE IMUNOPARASITOLOGIA**

**Dr. Lourenço Costa**

O DNA foi extraído a partir do carrapato macerado utilizando-se Trizol® (Life Technologies Corporation, Carlsbad, CA, EUA) de acordo com instruções do fabricante, porém ajustado o volume recomendado para 500 µL de Trizol® por carrapato.

Resumidamente, as amostras de Trizol® e carrapato foram vigorosamente agitados por aproximadamente cinco minutos em temperatura ambiente e, em seguida, foram adicionados 200 µL de clorofórmio. A mistura foi novamente agitada e incubada por dois minutos à temperatura ambiente. Em seguida, foi realizada uma centrifugação a 12.000xg/15min/4°C. A fase aquosa, contendo o RNA, foi desprezada e seguiu-se a extração da fase orgânica adicionando 300 µL de etanol absoluto. A amostra foi agitada por inversão e incubada por dois minutos à temperatura ambiente sendo em seguida centrifugada (2.000xg/5min/4°C). O sobrenadante foi desprezado e o sedimento foi

lavado duas vezes com citrato de sódio 0,1M (10% de etanol, diluído com água destilada e autoclavada), incubando cada lavagem por 30 minutos e centrifugando a 2.000xg/5min/4°C. Ao final deste processo, o DNA foi lavado com 1,0 mL de etanol 75% (diluído com água destilada e autoclavada) e centrifugado (7.500xg/5min/4°C). Ao final, o sedimento foi secado dentro da câmara de fluxo laminar e ressuspenso com 20 µL de Tris-EDTA (1:10).

## **ANEXO B**

### **PROTOCOLO DE EXTRAÇÃO DE DNA POR TRIZOL, LABORATÓRIO DE VIROLOGIA**

**Prof. Jonny Yokosawa**

#### **MACERAÇÃO DOS CARRAPATOS COM TRIZOL**

1. Colocar os carrapatos em um tubo de 2 ml.
2. Com o tubo deitado, realizar cortes nos carrapatos com o auxilio de um bisturi.
3. Adicionar 20 µl de Trizol e macerar utilizando pistilo.
4. Ressuspender o macerado com 375 µl de Trizol e agitar o tubo em vórtex por 30s.
5. Centrifugar a amostra a 11.000xg por 10 minutos a 4°C.
6. Em outro tubo adicionar 125 µl de PBS.
7. Retirar 375 µl do macerado e adicionar ao tubo contendo PBS.

#### **EXTRAÇÃO DE RNA E DNA COM TRIZOL**

- **Procedimento inicial:**

1. Realizar a lise com 125 µl de amostra e 375 µl de Trizol. Após a homogeneização, incubar a mistura por 5' à temperatura ambiente. Neste estágio, pode-se guardar as amostras a -20°C.
2. Adicionar 2,5 µl de glicogênio (solução 20 mg/ml).
3. Adicionar 100 µl de clorofórmio. Agitar manualmente por 15'' e incubar por 3' à temperatura ambiente.
4. Centrifugar a 12.000 xg (no máximo) por 15' a 4°C.
5. Transferir a fase aquosa (superior) para tubo novo e seguir o protocolo para RNA.
6. Reservar a interfase e a fase fenólica, ou orgânica (inferior) para DNA.

- **DNA:**

1. Remover o restante da fase aquosa (inclusive a interfase) com pipeta.
2. Precipitar o DNA c/ 120 µl de etanol. Agitar por inversão e incubar 2-3' à temperatura ambiente.
3. Centrifugar a 2.000 xg (no máx.) por 5' a 4°C.
4. Desprezar o sobrenadante com pipeta.
5. Lavar o pellet duas vezes seguidas com 500 µl de 0,1M NaCitrato (autoclavado) / 10% etanol, incubando cada lavagem por 30' à temperatura ambiente.
6. Centrifugar a 2.000 xg por 5' a 4°C.
7. Desprezar o sobrenadante com pipeta.
8. Lavar o DNA com 750 µl de 75% etanol (preparado com H2O para biologia molecular).
9. Centrifugar a 7.500 xg por 5' e desprezar o sobrenadante com pipeta.
10. Secar o pellet no interior do fluxo laminar por 5 a 10'. Deixar os tubos abertos até a borda do pellet começar a ficar transparente.
11. Ressuspender o DNA com 50 µl de NaOH 8 mM.
12. Adicionar 1,5 µl de Hepes 1M (para neutralizar).
13. Guardar a -20°C ou seguir com a PCR.

- **RNA:**

7. Adicionar 300 µl de isopropanol para precipitar o RNA. Agitar por inversão e incubar 10' à temperatura ambiente.
8. Centrifugar a 12.000 xg (no máx.) por 10' a 4°C.
9. Desprezar o sobrenadante com pipeta.
10. Lavar o pellet com 500 µl de 75% etanol (preparado com água para biologia molecular e tratada com DEPC). Agitar por inversão.

11. Centrifugar a 7.500 xg por 5' a 4°C.
12. Desprezar o sobrenadante com pipeta.
13. Secar o sedimento (pellet) no interior do fluxo laminar por 5 a 10'. Deixar os tubos abertos até a borda do pellet começar a ficar transparente.
14. Dissolver o RNA com 20 µl de H2O (tratada com DEPC) e adicionar 0,5 µl de inibidor de RNase (opcional).
15. Prosseguir com a reação de transcrição reversa ou guardar imediatamente o RNA a -70°C.

## **ANEXO C**

### **PROTOCOLO DE EXTRAÇÃO DE DNA DE CARRAPATOS POR TIOCIANATO DE GUANIDINA (GT)**

**VPS/USP**

1. Colocar os carrapatos em microtubos identificados (a cada 10 ou 15 amostras incluir um C.E.).
2. Adicionar 150 µl de TE\* em cada microtubo.
3. Cortar os carrapatos pela metade com uma agulha 40x12. Depois tritura com ponteira queimada até a mistura ficar turva (teleóginas: utilizar apenas o terço anterior).
4. Homogeneizar no vórtex por 10''.
5. Centrifugar por 6-7s.
6. Adicionar 450 µl de GT (azul).
7. Termomix por 10' a 25°C, com vórtex a cada 2,5', agitando por 10''.
8. Spin 6''.
9. Acrescentar 100 µl de clorofórmio.
10. Inverter os tubos várias vezes ou vórtex por 10'', deixar descansando por 2'.
11. Centrifugar a 12000 rpm por 5' (obtenção de 2 fases)
12. Recuperar 400 µl da fase aquosa, colocando em outro microtubo já identificado. Desprezar o restante.
13. Adicionar 600 µl de isopropanol 100% (solubilizar o DNA).
14. Deixar no freezer (-20°C) por 2h no mínimo, ou então overnight.
15. Retirar as amostras do freezer e centrifugá-las por 15' a 12000 rpm e 4 °C.
16. Desprezar o sobrenadante virando o microtubo e secar a borda com mesmo papel que abriu o tubo.

17. Adicionar 800  $\mu$ l de etanol 70%.
18. Centrifugar a 12000 rpm por 5' a 4  $^{\circ}$ C.
19. Desprezar o sobrenadante (virando o tubo).
20. Desprezar o sobrenadante virando o microtubo e secar a borda com mesmo papel que abriu o tubo.
21. Secar o “pellet” a 37  $^{\circ}$ C por 1h, ou então, no termobloco a 56  $^{\circ}$ C por 15' (tubo aberto até secar).
22. Resuspender com TE (de 30 a 60  $\mu$ l, dependendo do nº de PCR que se pretende fazer).
23. Homogeneizar muito bem manualmente.
24. Incubar no termobloco a 56  $^{\circ}$ C por 15' (tubos fechados).
25. Spin por 6''. 26. Congelar a -20  $^{\circ}$ C.
- TE: Tris-EDTA = 1ml Tris-HCR (1m pH8) + 0,2ml EDTA (0,5mM) – completar com H<sub>2</sub>O MQ para dar 100ml.

#### ANEXO D

#### DADOS METEOROLÓGICOS, INMET/ MAPA

##### 1) Abril - Maio/ 2011



Figura 1. Registro da **temperatura** do ar nos dias 26 abril a 9 de maio de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 2. Registro da **umidade do ar** nos dias 26 abril a 9 de maio de 2011, Uberlândia/MG.

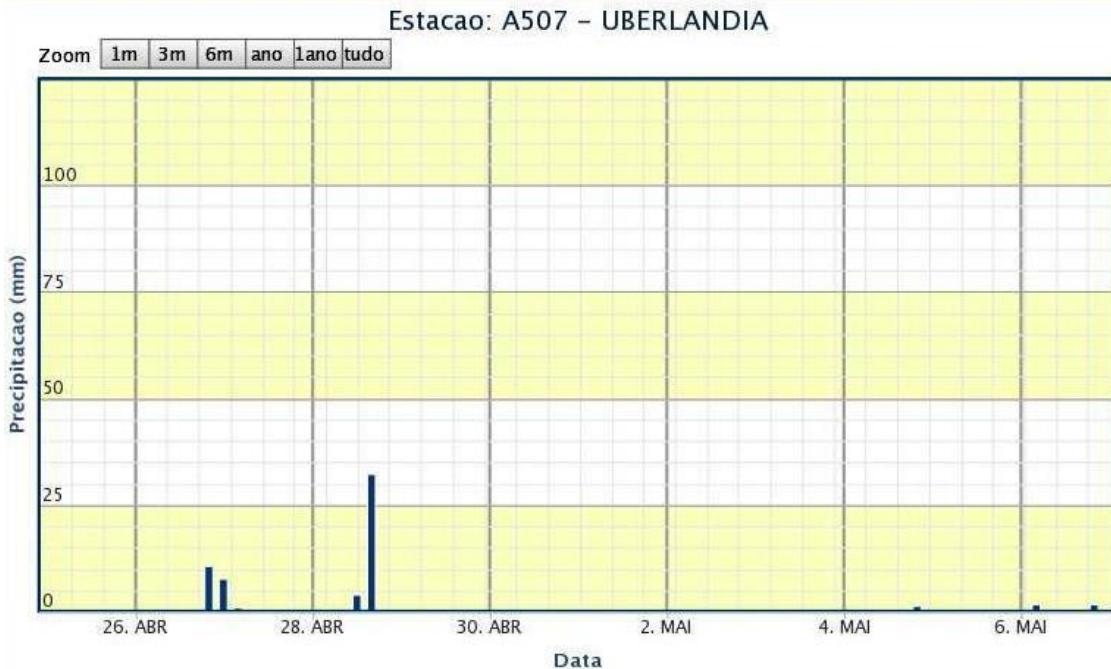


Figura 3. Registro da **precipitação** nos dias 26 abril a 9 de maio de 2011, Uberlândia/MG.

## 2) Junho 2011



Figura 4. Registro da **temperatura do ar** nos dias 24 de junho a 6 de julho de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 5. Registro da **Umidade do ar** nos dias 24 de junho a 6 de julho de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 6. Registro da **Precipitação** nos dias 24 de junho a 6 de julho de 2011, Uberlândia/MG.

### 3) Setembro 2011



Figura 7. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 2 de setembro a 10 de setembro de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 8. Registro da **Umidade do ar** nos dias 2 de setembro a 10 de setembro de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 9. Registro da **Precipitação** nos dias 2 de setembro a 10 de setembro de 2011, Uberlândia/MG.

#### 4) Dezembro 2011



Figura 10. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 12 de dezembro a 22 de dezembro de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 11. Registro da **Umidade do ar** nos dias 12 de dezembro a 22 de dezembro de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 12. Registro da **Precipitação** nos dias 12 de dezembro a 22 de dezembro de 2011, Uberlândia/MG.

## 5) Março 2012



Figura 14. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 28 de fevereiro a 9 de março de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 15. Registro da **Umidade do ar** nos dias 28 de fevereiro a 9 de março de 2012, Uberlândia/MG.

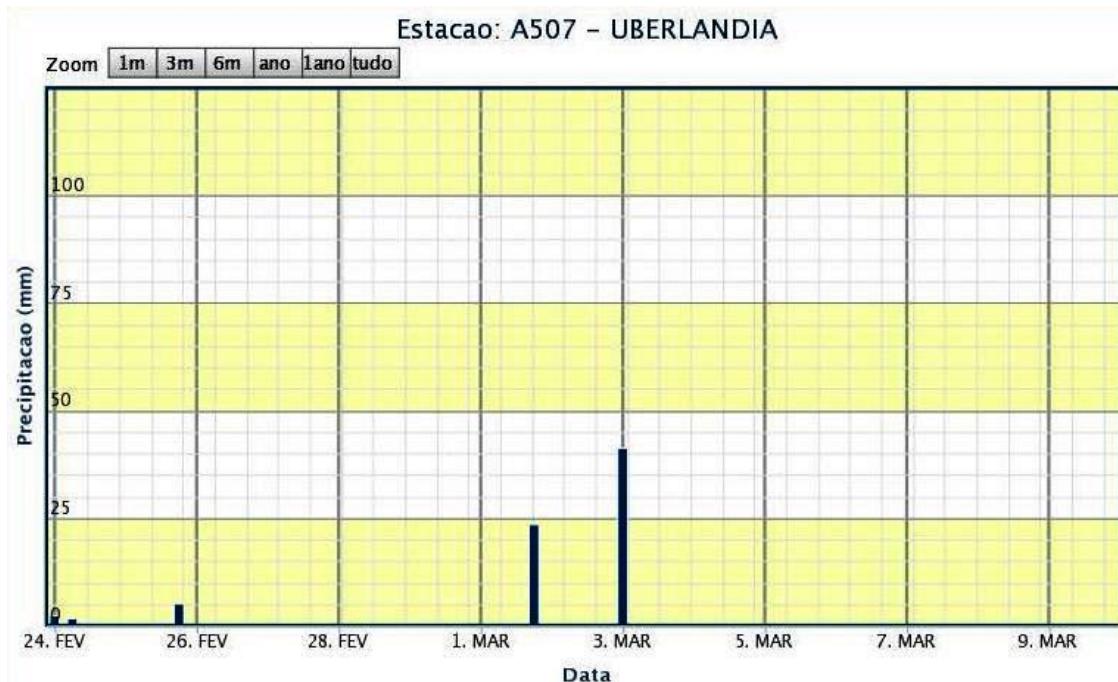


Figura 15. Registro da **Precipitação** nos dias 28 de fevereiro a 9 de março de 2012, Uberlândia/MG.

## 6) Maio 2012



Figura 16. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 26 de abril a 8 de maio de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 17. Registro da **Umidade do ar** nos dias 26 de abril a 8 de maio de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 18. Registro da **Precipitação** nos dias 26 de abril a 8 de maio de 2012, Uberlândia/MG.

## 7) Junho/julho 2012



Figura 19. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 26 de junho a 4 de julho de 2012, Uberlândia/MG.

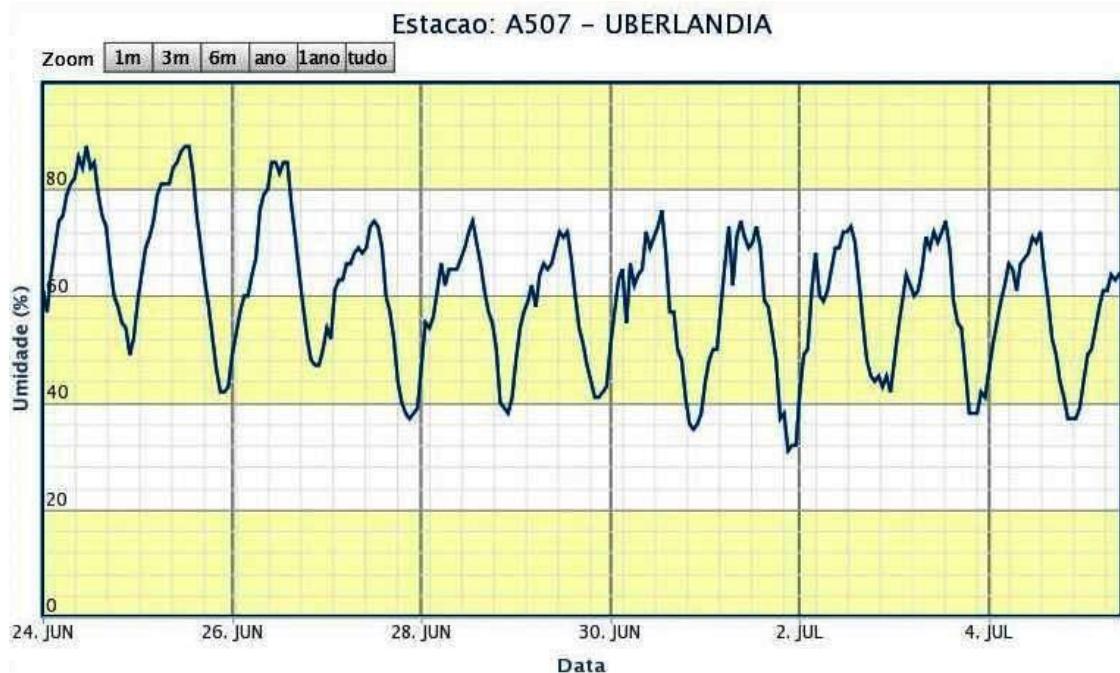


Figura 20. Registro da **Umidade do ar** nos dias 26 de junho a 4 de julho de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 21. Registro da **precipitação** nos dias 26 de junho a 4 de julho de 2012, Uberlândia/MG.

## 8) Agosto-setembro 2012

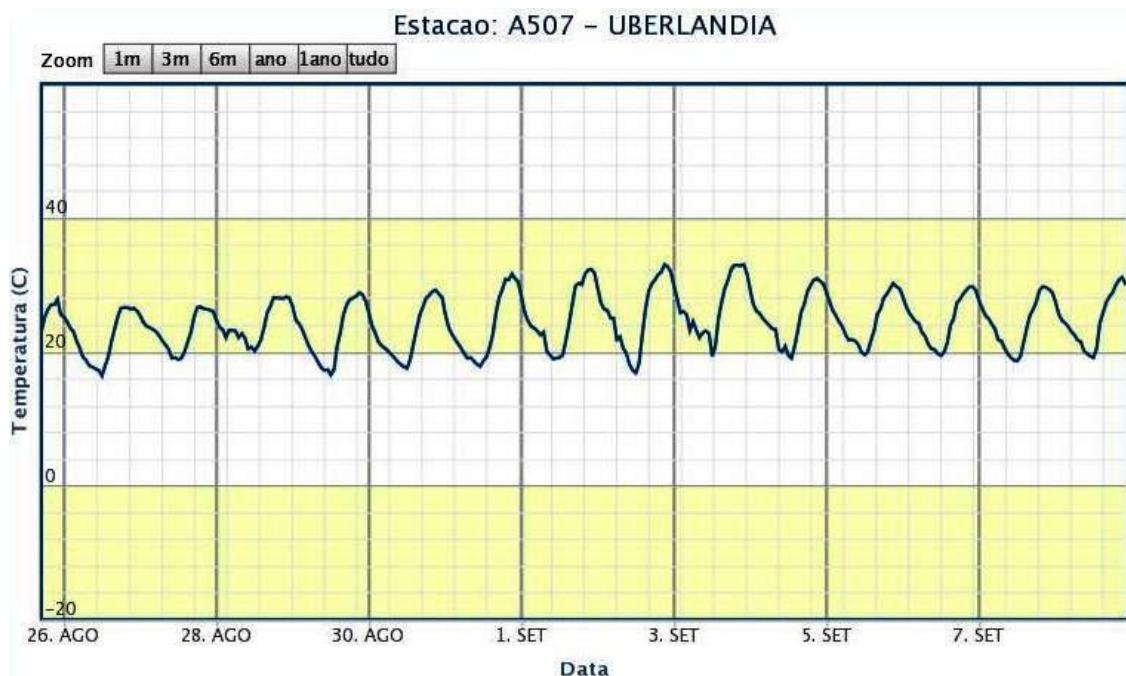


Figura 22. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 26 de agosto a 7 de setembro de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 23. Registro da **Umidade do ar** nos dias 26 de agosto a 7 de setembro de 2012, Uberlândia/MG.

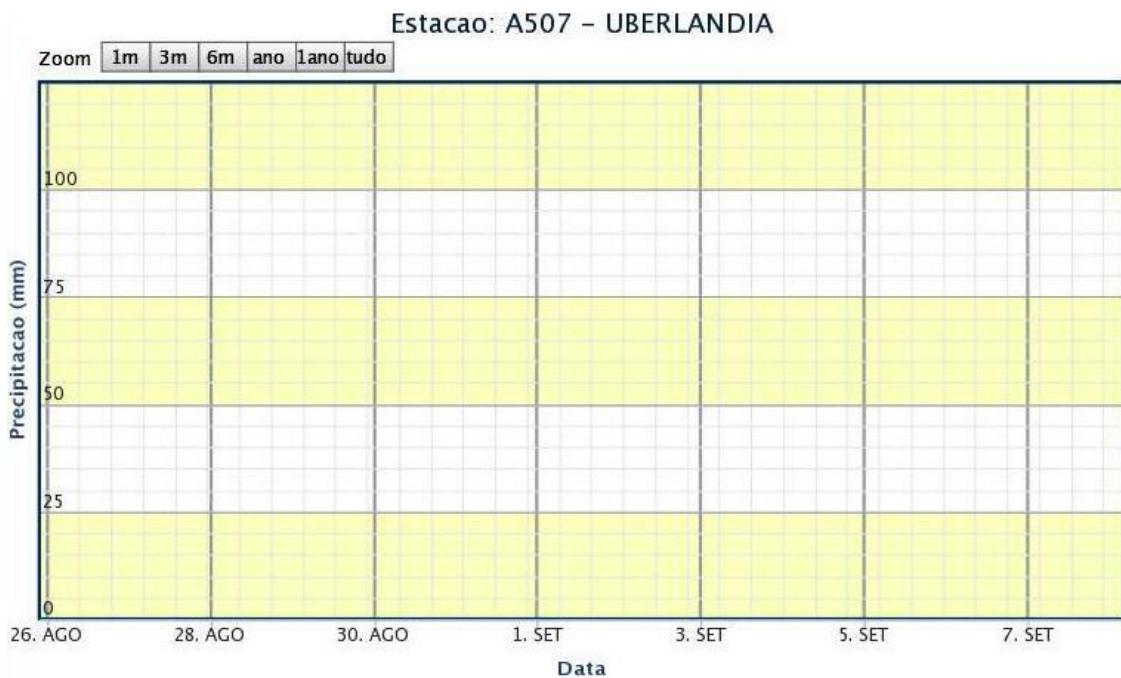


Figura 24. Registro da **Precipitação** nos dias 26 de agosto a 7 de setembro de 2012, Uberlândia/MG.

## 9) Outubro - Novembro 2012



Figura 25. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 26 de outubro a 3 de novembro de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 26. Registro da **Umidade do ar** nos dias 26 de outubro a 3 de novembro de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 27. Registro da **Precipitação** nos dias 26 de outubro a 3 de novembro de 2012, Uberlândia/MG.

## 10) Dezembro 2012



Figura 28. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 12 a 18 de dezembro de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 29. Registro da **Umidade do ar** nos dias 12 a 18 de dezembro de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 30. Registro da **Precipitação** nos dias 12 a 18 de dezembro de 2012, Uberlândia/MG.

## 11) Abril - Maio 2013

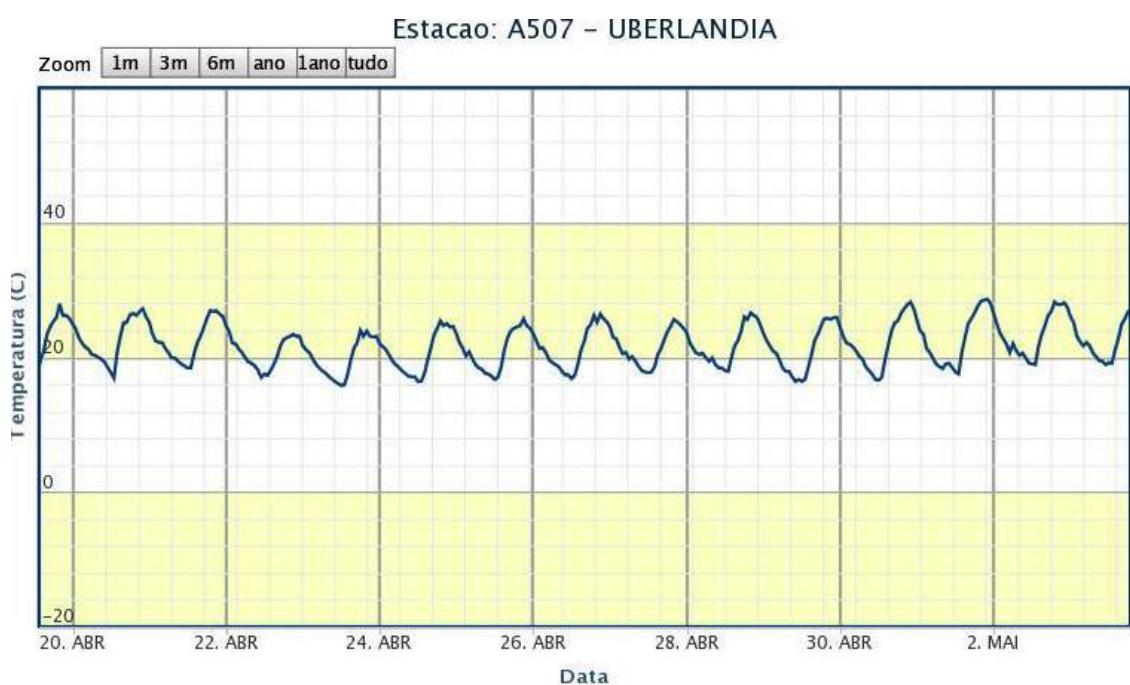


Figura 31. Registro da **Temperatura do ar** nos dias 20 de abril a 2 de maio de 2013, Uberlândia/MG.

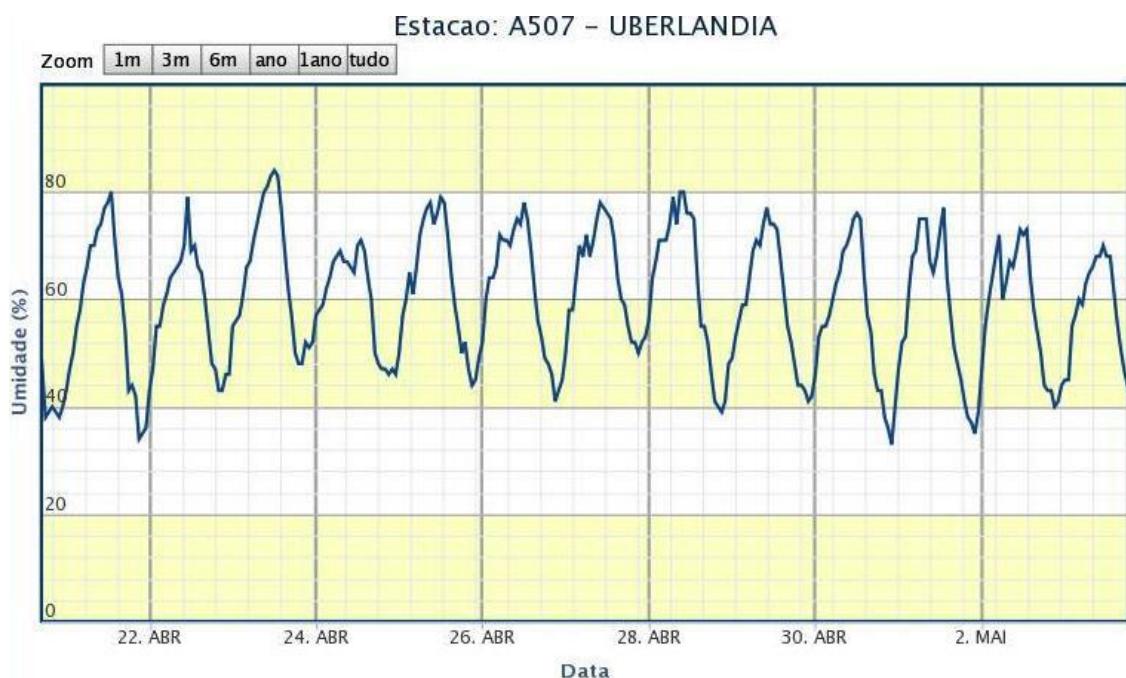


Figura 32. Registro da **Umidade do ar** nos dias 20 de abril a 2 de maio de 2013, Uberlândia/MG.



Figura 33. Registro da **precipitação** nos dias 20 de abril a 2 de maio de 2013, Uberlândia/MG.

## 12 ) Dados Meteorológicos Anuais para 2011



Figura 34. Registro da **Temperatura do ar** no ano de 2011, Uberlândia/MG.



Figura 35. Registro da **Umidade do ar** no ano de 2011, Uberlândia/MG.

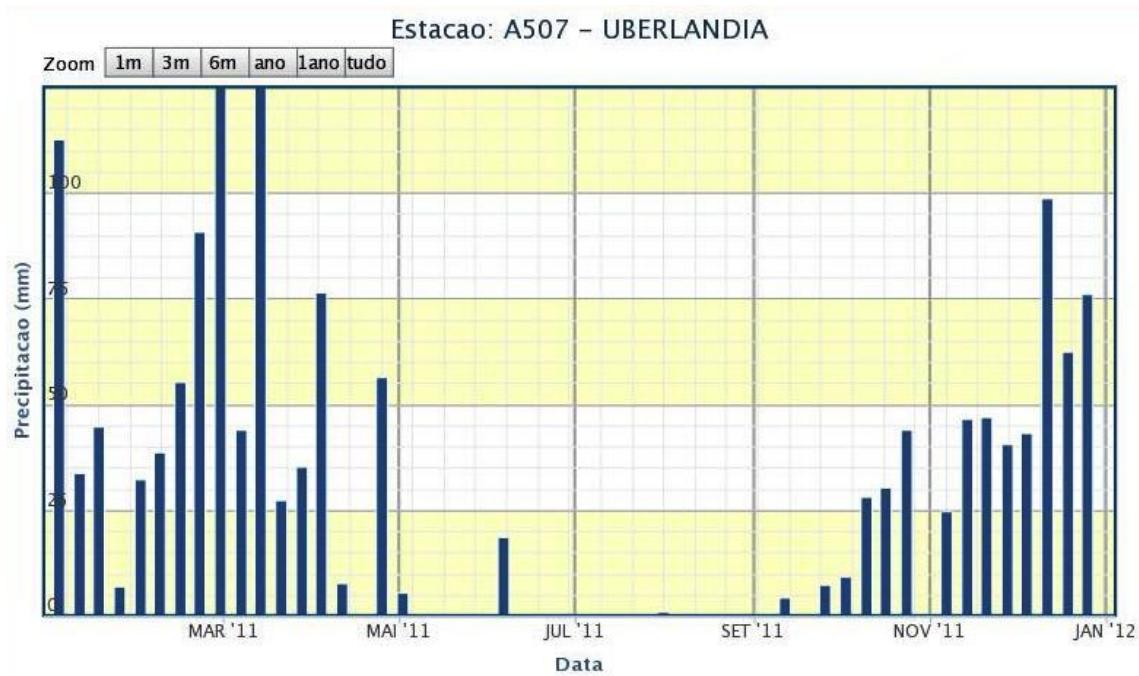


Figura 36. Registro da **Precipitação** no ano de 2011, Uberlândia/MG.

### 13) Dados Meteorológicos Anuais para 2012



Figura 37. Registro da **Temperatura do ar** no ano de 2012, Uberlândia/MG.



Figura 38. Registro da **Umidade do ar** no ano de 2012, Uberlândia/MG.

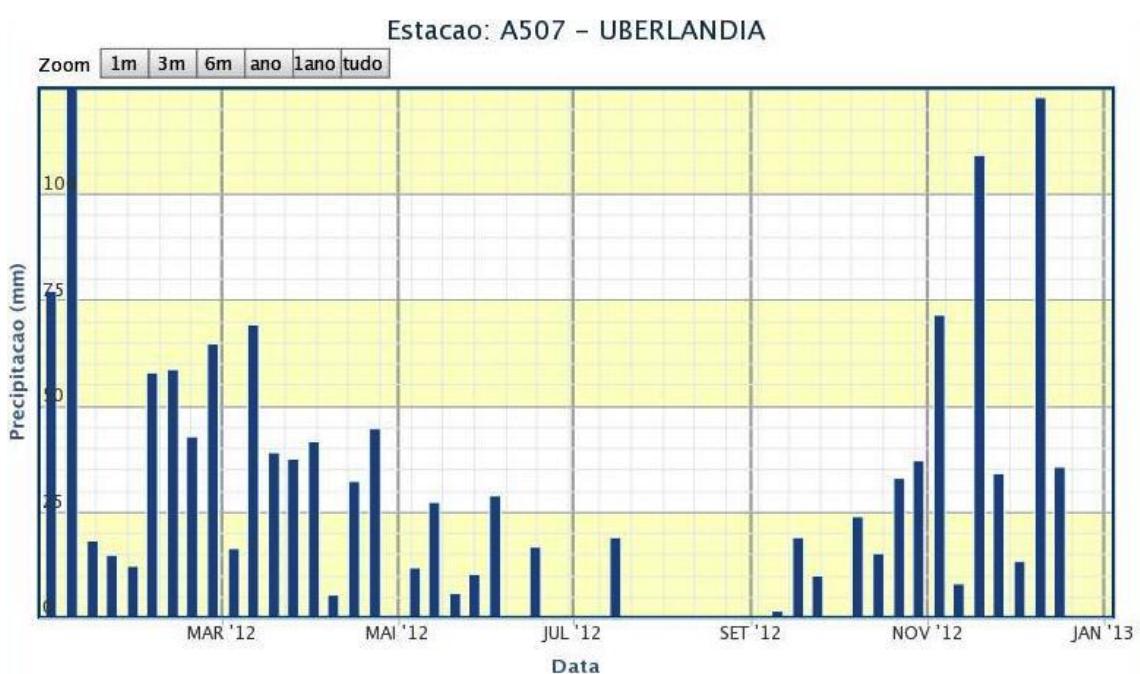


Figura 39. Registro da **Precipitação** no ano de 2012, Uberlândia/MG.

#### 14) Dados Meteorológicos Anuais para 2013



Figura 40. Registro da **Temperatura** no ano de 2013, Uberlândia/MG.

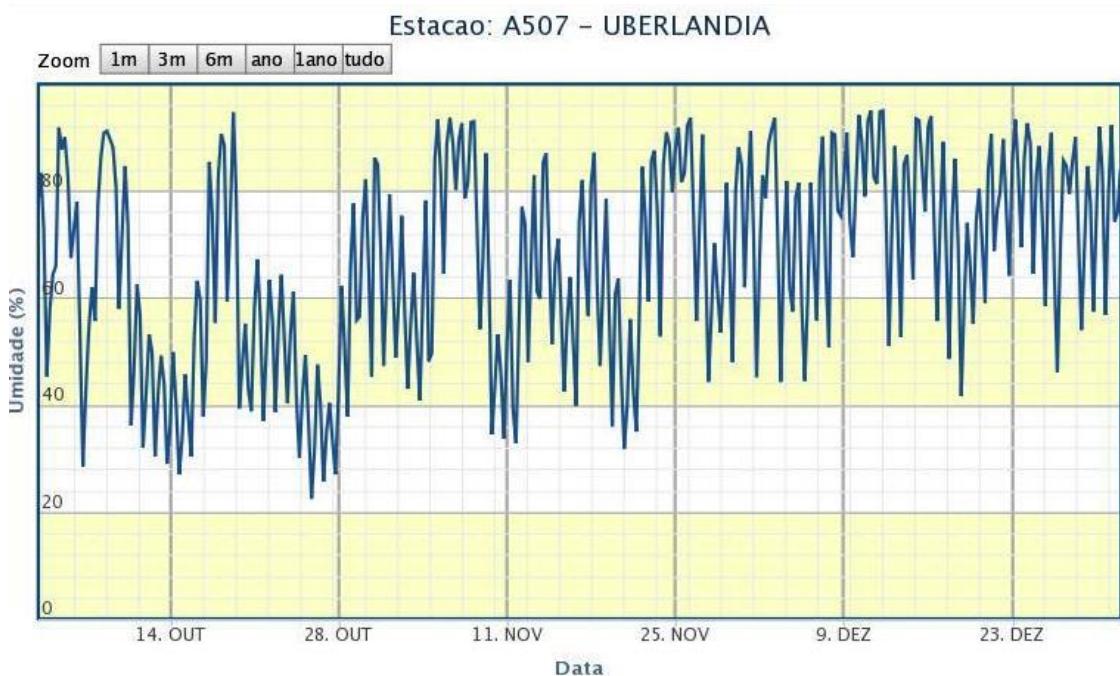


Figura 41. Registro da **Umidade do ar** no ano de 2013, Uberlândia/MG.

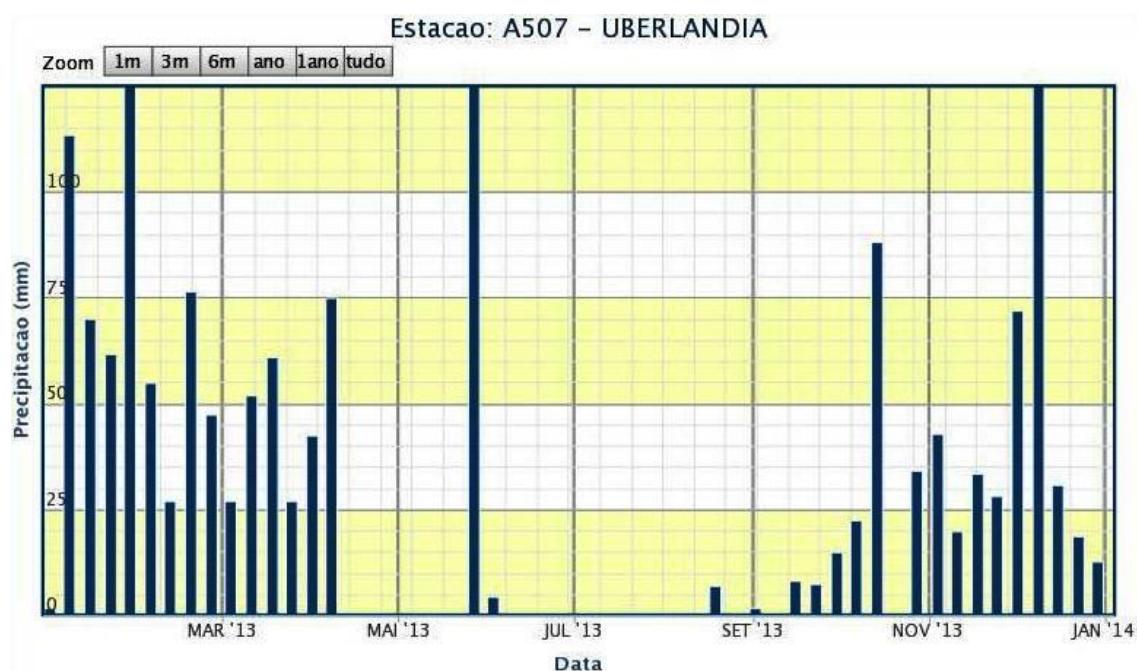


Figura 42. Registro da **Precipitação** no ano de 2013, Uberlândia/MG.