

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**CAROLINE LOPES QUEIROZ**

**RELAÇÃO ENTRE OS VETORES DA FEBRE MACULOSA BRASILEIRA**  
*Amblyomma sculptum* E *Amblyomma dubitatum* E RIQUETSIAS COM O AMBIENTE:  
**AVALIAÇÃO DO RISCO DE PICADA HUMANA EM ÁREAS ANTROPIZADAS**

**UBERLÂNDIA - MG**

**2020**

**CAROLINE LOPES QUEIROZ**

**RELAÇÃO ENTRE OS VETORES DA FEBRE MACULOSA BRASILEIRA  
*Amblyomma sculptum* E *Amblyomma dubitatum* E RIQUETSIAS COM O AMBIENTE:  
AVALIAÇÃO DO RISCO DE PICADA HUMANA EM ÁREAS ANTROPIZADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Saúde Animal

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

**Coorientador:** Prof. Dr. Jonny Yokosawa

**UBERLÂNDIA - MG**

**2020**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Q3  
2020 Queiroz, Caroline Lopes, 1992-  
Relação entre os vetores da febre maculosa brasileira  
Amblyomma sculptum e Amblyomma dubitatum e riquetsias com  
o ambiente: avaliação do risco de picada humana em áreas  
antropizadas [recurso eletrônico] / Caroline Lopes Queiroz. - 2020.

Orientador: Matias Pablo Juan Szabó.  
Coorientador: Jonny Yokosawa.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Pós-graduação em Ciências Veterinárias.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.350>  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária. I. Szabó, Matias Pablo Juan, 1964-, (Orient.). II.  
Yokosawa, Jonny, 1966-, (Coorient.). III. Universidade Federal de  
Uberlândia. Pós-graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título.

CDU: 619

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Veterinárias

BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO Nº PPGCV/008/2020				
Data:	25 de março de 2020	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:29
Matrícula do Discente:	11812MEV003				
Nome do Discente:	<b>CAROLINE LOPES QUEIROZ</b>				
Título do Trabalho:	Relação entre os vetores da febre maculosa brasileira <i>Amblyomma sculptum</i> e <i>Amblyomma dubitatum</i> e riquetsias com o ambiente: avaliação do risco de picada humana em áreas antropizadas				
Área de concentração:	SAÚDE ANIMAL				
Linha de pesquisa:	CLÍNICA MÉDICA E INVESTIGAÇÃO ETIOLÓGICA				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	A RELAÇÃO HOSPEDEIRO-CARRAPATO-AMBIENTE E EPIDEMIOLOGIA DAS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO VETOR				

Reuniu-se por Videoconferência (meio eletrônico), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: **Vanessa do Nascimento Ramos** - UFU; **Hermes Ribeiro Luz** - UFMA; **Matias Pablo Juan Szabó** orientador(a) do(a) candidato(a); e o membro do Colegiado do Programa: Alessandra Aparecida Medeiros-Ronchi.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. Matias Pablo Juan Szabó, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Matias Pablo Juan Szabo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/03/2020, às 17:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hermes Ribeiro Luz, Usuário Externo**, em 27/03/2020, às 19:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa do Nascimento Ramos, Usuário Externo**, em 30/03/2020, às 11:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1961581** e o código CRC **0264CED5**.

**CAROLINE LOPES QUEIROZ**

**RELAÇÃO ENTRE OS VETORES DA FEBRE MACULOSA BRASILEIRA  
*Amblyomma sculptum* E *Amblyomma dubitatum* E RIQUETSÍAS COM O AMBIENTE:  
AVALIAÇÃO DO RISCO DE PICADA HUMANA EM ÁREAS ANTROPIZADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Uberlândia, 25 de março de 2020.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Hermes Ribeiro Luz  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Dra. Vanessa do Nascimento Ramos  
Faculdade de Medicina Veterinária - UFU

---

Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó  
Faculdade de Medicina Veterinária - UFU

UBERLÂNDIA

Março – 2020

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**CAROLINE LOPES QUEIROZ** - Nascida em Várzea Grande - MT, em 09 de outubro de 1992, filha de Luiz Antônio Queiroz e Marli Abadia Lopes Queiroz. Médica Veterinária, graduada em julho de 2015 pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Residência (2016 e 2017) em Medicina Veterinária Preventiva pela UFU. Desde 2018 é mestranda na área de saúde animal - investigação etiológica - pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias - UFU. Servidora Pública do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) *campus* Sorriso desde fevereiro de 2020, exercendo o cargo de Assistente de alunos.

*"Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana seja apenas outra alma humana."*

(Carl Jung)

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu querido sogro Edmir Rocha Andreatta (*in memorian*), minha eterna gratidão pelo carinho, pelos conselhos e encorajamento que sempre recebi de ti.

Aos meus pais que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade; que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, eu pudesse realizar os meus... Palavras não seriam suficientes para agradecer e expressar o imenso amor que sinto por vocês... Minha referência!

A vocês, dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por me sustentar, me guiar e colocar anjos na minha vida!

Aos meus pais, Marli e Luiz, minha fonte inesgotável de amor e inspiração, pelo incentivo, pelas palavras de consolo e amor incondicional!

Ao amor da minha vida, meu noivo Guilherme, pela paciência, cuidado e amor! Obrigada por ser o meu parceiro nesta caminhada...

Aos meus irmãos, Jéssica e Luiz Jr., pelo carinho, amizade e parceria em todos os momentos!

Aos meus afilhados, João Vitor e Maria Luiza, que iluminam a minha vida e me tiram um sorriso facilmente...

Ao meu orientador, Matias Pablo Juan Szabó, por ter me ensinado tanto, sobre os carrapatos e sobre ser um ser humano incrível... Obrigada pela paciência e confiança professor!

À minha querida amiga Adriane, que mesmo de longe me faz companhia!

Aos meus amigos do LABIX por todos os momentos que compartilhamos nesta jornada! Vocês me acolheram e tornaram a caminhada mais leve e feliz! Agradeço, em especial, aos meus amigos: Adriane e Vinícius que não mediram esforços em me ajudar no projeto e na vida, e Laís Miguel, que muito me ensinou durante as análises moleculares, vocês são demais! Agradeço também à Raíssa, Marlene, Fernanda, Carol, Laís Keo, Vanessa, Camila e Gabriel pela companhia, amizade e, principalmente, pela ajuda nas coletas!

Aos meus amigos do LADOC pelo carinho e bons momentos compartilhados juntos!

Aos meus familiares, que sempre me incentivaram com os estudos e torceram para que eu conseguisse chegar até aqui!

À Universidade Federal de Uberlândia, que me acolhe desde 2010!

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias pela oportunidade.

A todos os professores, servidores, técnicos e terceirizados da UFU que permitem que esta instituição seja tão excepcional quanto ela é.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Queiroz, Caroline Lopes. 2020. Relação entre os vetores da febre maculosa brasileira *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* e riquetsias com o ambiente: avaliação do risco de picada humana em áreas antropizadas. Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias. UFU. Uberlândia, MG. 51 p.

A febre maculosa brasileira (FMB), doença com elevada letalidade causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*, tem no Brasil dois cenários ecológicos reconhecidos. Perceber estes cenários é deveras relevante, pois são o principal e até o único indício de que uma doença febril possa ser a FMB. Ademais, devido ao curso hiperagudo da doença o tratamento deve ser iniciado antes da confirmação laboratorial do agente da infecção. O cenário responsável pela maioria dos casos encontra-se no Sudeste e se caracteriza pela presença de grandes populações de capivaras e intensa infestação ambiental por carrapatos. Porém a presença das capivaras e carrapatos não se traduz automaticamente em transmissão da *R. rickettsii* para seres humanos e muitas dúvidas cercam a epidemiologia da doença. Um aspecto nebuloso da epidemiologia é a participação de duas espécies de carrapato e a influência de outras espécies de riquetsias sobre a transmissão do agente da FMB para humanos. Invariavelmente o carrapato *Amblyomma sculptum* é considerado o vetor, particularmente no estágio de ninfa. Porém, na maioria das situações, o carrapato transmissor do patógeno não é recuperado. Por outro lado, em áreas com capivaras a infestação ambiental se dá tanto pelo *A. sculptum* como também pelo carrapato *Amblyomma dubitatum* sendo que experimentalmente ambos são capazes de transmitir a *R. rickettsii*. Entender a relação existente entre as duas espécies de carrapatos com as riquetsias e os riscos a que as pessoas estão expostas é de grande importância para que medidas preventivas possam ser tomadas. Neste trabalho foram investigados diversos aspectos da eco-epidemiologia da FMB em dez pontos com predisposição para a riquetsiose e distribuídos pelo município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Palavras-chave: capivaras, carrapatos, *Rickettsia*, Uberlândia

## ABSTRACT

Queiroz, Caroline Lopes. 2020. Relationship between Brazilian spotted fever vectors *Amblyomma sculptum* and *Amblyomma dubitatum* and *Rickettsia* with the environment: risk assessment of human bite in anthropized areas. Master Dissertation in Veterinary Science. UFU. Uberlândia, MG. 51p.

Brazilian spotted fever (BSF), a disease with high lethality caused by the bacterium *Rickettsia rickettsii*, has two recognized ecological scenarios in Brazil. Understanding these scenarios is very relevant, as they are the main and even the only indication that a febrile illness may be BSF. In addition, due to the hyperacute course of the disease, treatment must be started before laboratory confirmation of the disease. The scenario responsible for most cases is found in the Southeast and is characterized by the presence of large populations of capybaras and intense environmental infestation by ticks. However, the presence of capybaras and ticks does not automatically indicate transmission of *R. rickettsii* to humans and many doubts surround the epidemiology of the disease. An important but still ill-known aspect of epidemiology is the participation of two species of tick and the influence of other species of *Rickettsia* on the transmission of the BSF agent to humans. Invariably the tick *Amblyomma sculptum* is considered the vector, particularly in the nymphal stage. However, in most situations, the tick that transmits the pathogen is not recovered. On the other hand, in areas with capybaras, the environmental infestation occurs both by *A. sculptum* and *Amblyomma dubitatum*, and experimentally both are capable of transmitting *R. rickettsii*. Understanding the relationship between the two species of ticks with rickettsiae and the risks to which people are exposed is of great importance so that preventive measures can be taken. In this work, several aspects of BSF eco-epidemiology were investigated at ten locations with a predisposition for rickettsial disease and distributed throughout the city of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil.

Key-words: capybara, tick, *Rickettsia*, Uberlândia

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2:

**Tabela 1.** Descrição ambiental dos locais de coleta de carrapatos no município de Uberlândia, Minas Gerais, entre 2018 e 2019. p. 29

**Tabela 2.** Datas das coletas de carrapatos de acordo com a estação do ano das dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. p. 32

**Tabela 3.** Densidade e número total de carrapatos, de acordo com a espécie e estágio de desenvolvimento, coletados em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. A- Adultos; N- Ninfas; L- Larvas. p. 36

**Tabela 4.** Número total de carrapatos de acordo com a estação de busca (outono, inverno e verão) e a metodologia utilizada (arraste, CO<sub>2</sub> e visual). p. 38

**Tabela 5.** “Pools” de carrapatos *A. dubitatum* com DNA de *R. bellii* de acordo com a quantidade de espécimes, estágio de vida, local encontrado e estação do ano da coleta em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. p. 43

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2:

**Figura 1.** Pontos selecionados para coleta de carrapatos no município de Uberlândia, Minas Gerais. Os pontos foram utilizados para as coletas de maio, agosto e janeiro. (1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7-MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul"). p. 29

**Figura 2.** Esquema da área de amostragem para a avaliação da infestação por carrapatos e do risco de exposição humana em áreas verdes de Uberlândia, Minas Gerais. O quadrado maior (verde - 400 m<sup>2</sup>) representa a área submetida ao arrasto de flanela e busca visual. Os quadrados menores (brancos – 1 a 9) representam a disposição das nove armadilhas de CO<sub>2</sub>. Informações detalhadas de cada local são descritas na Tabela 3. p. 34

**Figura 3.** Distribuição percentual de carrapatos por espécie em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Locais: 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul". p. 37

**Figura 4.** Densidade (carrapatos/m<sup>2</sup>) de carrapatos *A. sculptum* e *A. dubitatum* em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Locais: 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul". p. 37

**Figura 5.** Comparação dos números médios de larvas, ninfas e adultos dos carrapatos *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* entre três estações do ano em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Barras verticais indicam desvio padrão e “\*” indica diferença significativa ( $P < 0.05$ ) na comparação entre as três estações do ano de um estágio evolutivo de uma das espécies de carrapato. p. 39

**Figura 6.** Comparação entre os números médios de larvas, ninfas e adultos dos carrapatos *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* coletados de acordo com a estação do ano em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Barras verticais indicam o desvio padrão da média e “\*” indica diferença significativa ( $P < 0.05$ ) na comparação entre as duas espécies em uma determinada estação do ano. p. 40

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. MUNICÍPIO.....</b>	<b>13</b>
<b>DE UBERLÂNDIA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2. CAPIVARAS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. <i>AMBLIOMMA SCULPTUM</i> E <i>AMBLIOMMA DUBITATUM</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. RIQUETSIOSES.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 2 – RELAÇÃO ENTRE OS VETORES DA FEBRE MACULOSA BRASILEIRA <i>AMBLIOMMA SCULPTUM</i> E <i>AMBLIOMMA DUBITATUM</i> E RIQUETSIAS COM O AMBIENTE: AVALIAÇÃO DO RISCO DE PICADA HUMANA EM ÁREAS ANTROPIZADAS.....</b>	<b>24</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. COLETAS DE CARRAPATOS.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS CARRAPATOS.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4. DETECÇÃO DE RIQUETSIAS EM CARRAPATOS.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5. ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. ESPÉCIES E DENSIDADE DE CARRAPATOS NA BACIA DO RIO ÜBERABINHA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. SAZONALIDADE DA INFESTAÇÃO AMBIENTAL POR CARRAPATOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3. ALTURA DE ESPREITA DE CARRAPATOS NA VEGETAÇÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>3.4. EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS DE COLETA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.5. RISCO DE EXPOSIÇÃO HUMANA.....</b>	<b>42</b>
<b>3.6. INFECÇÃO DE CARRAPATOS POR <i>RICKETTSIA</i>.....</b>	<b>42</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

Os carrapatos são ectoparasitas hematófagos obrigatórios em pelo menos uma de suas fases de vida. Mundialmente são reconhecidos como importantes hospedeiros, vetores e amplificadores de diversos microrganismos, entre eles vírus, bactérias e protozoários. Embora muitos desses agentes tenham patogenicidade desconhecida, alguns são sabidamente de grande importância na saúde pública. Dentre as enfermidades podemos destacar a doença de Lyme, amplamente disseminada nos Estados Unidos e Europa Central, e a Febre Maculosa Brasileira, endêmica do Brasil (OSTFELD et al., 2006; SZABÓ et al., 2013).

A Febre Maculosa Brasileira (FMB) é uma doença de elevada letalidade, causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*. A transmissão das riquetsias ocorre pela picada de carrapatos infectados, em qualquer fase de vida que ele se encontre, seja larva, ninfa ou adulto (DEL FIOLE et al., 2010). No Sudeste brasileiro, os casos de doença em humanos, estão associados à presença de capivaras e transmissão pelo carrapato *Amblyomma sculptum* (LABRUNA, 2009). O carrapato *A. sculptum* é popularmente conhecido em sua fase adulta como carrapato-do-cavalo, rodoleiro ou carrapato-estrela, na fase larval é denominado de micuim ou carrapato pólvora, e as ninfas são conhecidas como carrapatinho, carrapato vermelho ou simplesmente vermelhinho (ARAGÃO, 1936). Esse carrapato apresenta ciclo de vida trioxeno, sendo que cada fase do ciclo (larva, ninfa e adulto), necessita separadamente de um hospedeiro para realizar alimentação (ingurgitamento).

As capivaras possuem uma importante contribuição no ciclo da FMB pois, durante o período de rickettsemia, com cerca de 12 dias, são capazes de infectar aproximadamente 30% dos carrapatos *A. sculptum* que se alimentam nelas (SOUZA et al., 2009). Recentemente tem se especulado que a interação entre vetores e patógenos poderiam interferir antagonicamente no ciclo da FMB. Ao mesmo tempo em que há a possibilidade de transferência horizontal de bactérias patogênicas entre carrapatos que compartilham um mesmo local de alimentação, também pode ocorrer a atenuação da transmissão, desde que os carrapatos já estejam infectados com *Rickettsia bellii* cuja patogenicidade é desconhecida (MORAES-FILHO, 2018; SAKAI, et al. 2014).

Diante disto, o papel de diferentes espécies de carrapatos na transmissão da FMB ainda é incerto. A compreensão da dinâmica e interação entre as duas espécies de carrapatos comumente encontrados em capivaras, sua relação com microambientes e a avaliação do risco de

exposição humana à picada de carrapatos em cada ambiente e de acordo com o comportamento humano são essenciais para elaboração e instituição de medidas preventivas de curto a longo prazo da infecção humana pelo agente da febre maculosa brasileira.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia está localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Minas Gerais, no sudeste do Brasil. De acordo com as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada no ano de 2019 era de 691.305 habitantes. No último censo, realizado em 2010, o município foi o mais populoso da região do Triângulo Mineiro e ocupou a segunda posição entre os maiores municípios do estado, perdendo apenas para a capital Belo Horizonte.

A cidade caracteriza-se por apresentar um relevo levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000 m. A vegetação predominante do município é o Cerrado e sua localização geográfica permite a ligação com grandes centros, como Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Brasília e Goiânia. Apresenta um clima tropical, verão quente e chuvoso e inverno brando, que coincide com a estação seca (SEPLAN, 2019).

As bacias hidrográficas dos rios Araguari e Tijuco drenam o município e o principal afluente é o Rio Uberabinha, percorre a cidade. Este último, integrante da bacia do Rio Araguari, é extremamente importante para a cidade pela sua participação no abastecimento de água para a população (SEPLAN, 2019).

### **2.2. CAPIVARAS**

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) é o maior roedor do mundo e se encontra amplamente distribuída na América do Sul. A ocorrência dessa espécie está associada a rios e lagos (naturais ou artificiais - que fornecem o local ideal para termorregulação, proteção e cópula), florestas e áreas abertas, dominadas por gramíneas (CORRIALE et al., 2013; DIAS et al., 2020). Diferentes ambientes podem moldar o comportamento e a seleção de habitat desses animais, por exemplo, em locais antropizados esses mamíferos permanecem mais em ambientes florestais, por outro lado, em ambientes

naturais evitam tais áreas e permanecem mais em áreas abertas, sobretudo, próximas de corpos d'água (DIAS et al., 2020).

As capivaras podem viver solitariamente ou em grupos formados por mais de 50 indivíduos com uma marcada estrutura social (MACDONALD, 1981; HERRERA et al., 2011). Além de serem animais generalistas, apresentam uma elevada taxa de natalidade, tais condições associadas com a alteração da paisagem (i.e., destruição de ambientes naturais, aumento de áreas agrícolas e diminuição de predadores) têm favorecido o aumento das populações desses animais (POLO et al., 2015; LUZ et al., 2019).

Múltiplos fatores e suas interações contribuem para este crescimento das populações de capivaras nas proximidades do homem (MOREIRA E PIOVEZAN, 2005; VERDADE E FERRAZ, 2006; MARCHINI E CRAWSHAW JR., 2015): ausência ou número reduzido de predadores, estabelecimento pelo homem de ambientes propícios para estes animais tanto em áreas rurais como em zonas urbanas, notadamente de corpos de água permanentes e disponibilidade de alimento, elevada prolificidade e carisma que esses animais despertam no ser humano. Em áreas antropizadas, entretanto, as populações de capivaras atingem densidades elevadas e acima daquelas observadas em ambientes mais próximos do natural (MARCHINI E CRAWSHAW JR., 2015) quando então surgem as dúvidas se e como a FMB ocorrerá em um determinado local.

A interface homem-capivara vem se estreitando o que tem provocado inúmeros problemas. Por exemplo, são recorrentes danos e prejuízos em plantações agrícolas (FERRAZ et al., 2003; FELIX et al., 2014), danos a veículos e conseqüentemente a usuários de estradas devido a atropelamentos (HUIJSER et al., 2013), mordidas em seres humanos (VIEIRA et al., 2015) e manutenção de populações de carrapatos provocando infestações ambientais (QUEIROGAS et al., 2012). Ademais, nas áreas antropizadas, as capivaras mantêm duas espécies de carrapatos em proporções variáveis conforme o microambiente (PACHECO et al., 2007; QUEIROGAS et al., 2012), o *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum*. Tal fato é de grande importância epidemiológica, pois a capivara é um amplificador da bactéria *Rickettsia rickettsii*, nas populações de seu vetor o carrapato *A. sculptum* (LABRUNA, 2009; SOUZA et al., 2009; SZABÓ et al. 2013).

### 2.3. *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum*

*Amblyomma sculptum* era conhecido como *Amblyomma cajennense* até o ano de 2014. Atualmente pertence ao complexo *Amblyomma cajennense sensu lato* - composto por seis espécies, duas delas com ocorrência no Brasil, *A. sculptum* e *A. cajennense sensu stricto*. Dentre estes, o carrapato *A. sculptum* é aquela espécie adaptada ao Cerrado e de grande importância na saúde pública (NAVA et al., 2014).

Equinos, capivaras e antas são considerados os principais hospedeiros primários do carrapato *A. sculptum* (BARROS-BATTESTI et al., 2006). Porém, larvas e ninfas possuem um espectro de hospedeiros muito maior (NAVA et al., 2014) e é uma das espécies mais agressivas ao ser humano (SZABÓ, et al., 2020).

O ciclo de vida de *A. sculptum* e *A. dubitatum* se constitui da ovipostura de uma massa de ovos no solo pelas teleóginas, eclosão e agregação das larvas na vegetação para espreita por potenciais hospedeiros. No hospedeiro as larvas se fixam e se alimentam até o ingurgitamento quando se desprendem e, no solo, realizam a muda para ninfas. As ninfas se prendem ao hospedeiro (que pode ou não ser o mesmo), também realizam o repasto sanguíneo (alimentação), ficam ingurgitadas e se desprendem. No solo ocorrerá a muda para a forma adulta (fêmea ou macho), que também buscará um hospedeiro. Os carrapatos adultos se alimentam, fazem a cópula e as fêmeas ingurgitadas (teleóginas) se desprendem para ovipostura no solo, enquanto os machos permanecem no hospedeiro para copular com outras fêmeas (ANDREOTTI, et al., 2019).

Esse ciclo de vida do carrapato *A. sculptum* se distribui em um período de um ano e é regulado por uma diapausa comportamental das larvas (LABRUNA et al., 2002). A fase de larva ocorre de abril a julho (período seco), as ninfas de julho a outubro (transição entre período seco e chuvas) e os adultos predominam nos meses de outubro a março (ANDREOTTI, et al., 2019). Em contrapartida, a atividade sazonal ainda não está tão bem definida em carrapatos *A. dubitatum* e, em estudos anteriores (SZABÓ, 2007), observou-se diferença de comportamento entre as espécies, reforçando a necessidade de mais estudos para caracterizar a dinâmica de *A. dubitatum*.

A maioria dos registros de infestação de estágios imaturos e adultos de *A. dubitatum* foram feitos em capivaras, tornando este roedor o principal hospedeiro para todos os estágios parasitários deste carrapato (NAVA, 2010). Esta espécie tem sido encontrada em áreas pantanosas e propensas a inundações (SZABÓ et al., 2007; QUEIROGAS et al., 2012).

Carrapatos em fase não parasitária se deslocam apenas poucos metros horizontalmente e as diversas espécies possuem comportamentos diferentes de busca por hospedeiros no ambiente (SONENSHINE; ROE, 2014). Como observado por Pajuaba et al. (2018) o carrapato *A. sculptum* ao contrário do carrapato *A. dubitatum*, possui um comportamento de espreita na vegetação evidente enquanto ambos são muito atraídos por fontes de CO<sub>2</sub> (gelo seco) indicando um comportamento de ataque (busca ativa por hospedeiro) de ambas espécies (PAJUABA et al., 2018).

*Amblyomma sculptum* localiza-se nas áreas mais secas e *Amblyomma dubitatum* em microambientes mais úmidos, embora existam locais com sobreposição das duas (simpatria microambiental) (QUEIROGAS et al., 2012; SZABÓ et al., 2007; PAJUABA et al., 2018). Apesar de *A. sculptum* ser considerado o vetor da *R. rickettsii*, particularmente na época das ninfas, experimentalmente as duas espécies de carrapato possuem o potencial para transmitir essa bactéria (SAKAI et al., 2014; SOARES et al., 2012). Vale ressaltar que *A. dubitatum* geralmente mantém um tipo de riquetsia que não está associada à febre maculosa brasileira e que não é patogênica, a *R. bellii* (PACHECO, 2009).

#### 2.4. RIQUETSIOSES

Riquetsias são bactérias Gram negativas do gênero *Rickettsia*, e parasitos intracelulares obrigatórios, algumas são sabidamente patogênicas para seres humanos e animais. Dentre as riquetsioses podemos destacar a Febre Maculosa Brasileira (FMB), uma doença febril, aguda, com curso clínico variável e frequentemente fatal. O agente causal, a *Rickettsia rickettsii* é transmitida por determinadas espécies de carrapatos (LABRUNA, 2009; OLIVEIRA et al., 2016). A letalidade da doença está associada à demora no diagnóstico e na instituição da antibioticoterapia adequada (ANGERAMI et al., 2009).

Os sintomas iniciais da FMB são inespecíficos e semelhantes às de outras infecções virais e bacterianas muitas vezes mais prevalentes como dengue, leptospirose, meningococemias e até outras riquetsioses mais brandas (ANGERAMI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016; ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2017). Devido ao curso hiperagudo da doença, o tratamento precisa ser instituído antes do diagnóstico laboratorial confirmatório. Para tal procedimento, o agente de saúde tem que considerar os sintomas, mesmo que inespecíficos e, principalmente, as características eco-epidemiológicas que indiquem a exposição do enfermo à picada do vetor específico em uma área endêmica

(ANGERAMI et al., 2009).

É fundamental se reconhecer as áreas de perigo, endêmicas, e nestes as espécies de vetores transmissores para que se possa mais facilmente antecipar o diagnóstico e principalmente para a instituição de medidas preventivas. Merece menção de que a FMB se notabiliza por uma crescente urbanização (NASSER et al., 2015) e o que torna necessário o reconhecimento dos comportamentos humanos de risco em áreas de perigo para nortear atitudes preventivas.

A febre maculosa causada pela *R. rickettsii* é uma doença amplamente distribuída nas Américas e pode ser considerado uma doença reemergente (ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2016). Sob certas condições atinge proporções alarmantes como é o caso do norte do México (ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2017). O agente infeccioso é transmitido, em cada área de ocorrência, por determinadas espécies de carrapatos (ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2017; LABRUNA, 2009).

Três retaguardas eco-epidemiológicas são reconhecidas para a FMB no Brasil, embora outras não possam ser descartadas (SZABÓ et al., 2013). Uma, mais branda (causada pela *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica), está associada ao carrapato *A. ovale*, uma espécie encontrada em áreas de Mata Atlântica e que pode ser carregada para os domicílios através de cães (SCINACHI et al., 2017). A segunda, responsável por doença mais severa é aquela associada a capivaras e populações de carrapatos (*A. sculptum*) mantidas por este hospedeiro e uma terceira, geograficamente mais restrita, associada ao carrapato *Amblyomma aureolatum* de Mata Atlântica de altitude na região sudeste do Brasil (LABRUNA, 2009; SZABÓ et al., 2013).

Embora a fonte inicial da *R. rickettsii* seja desconhecida, as capivaras primo-infectadas atuam como amplificadores da infecção na população de carrapatos daquela área. Este processo de amplificação é fundamental tendo em vista a patogenicidade da *R. rickettsii* para as duas espécies de carrapatos mantidos por capivaras e que leva à diminuição das populações infectadas do vetor com o passar do tempo (LABRUNA, 2009; SOUZA et al., 2009; SAKAI et al., 2014, RAMÍREZ-HERNANDEZ et al., 2020).

Outro aspecto desconhecido, mas que potencialmente interfere na transmissão da *R. rickettsii* de carrapatos para hospedeiros é a circulação concomitante de outras espécies de riquetsias. Essa interferência poderia ocorrer de duas formas: imunidade cruzada de hospedeiro previamente infectado por outra espécie de *Rickettsia* spp. ou ainda bloqueio na transmissão transovariana no carrapato já infectado por outra espécie de riquetsia (MACALUSO et al., 2002, RIVAS et al., 2015). Merece menção neste contexto, que

populações do carrapato *A. dubitatum* são frequentemente infectados e em alta prevalência pela *Rickettsia bellii* (PACHECO et al., 2007; PACHECO et al., 2009; SAKAI et al., 2014). Essa espécie de riquetsia não pertence ao grupo da febre maculosa, não é patogênica para o vetor e é mantida por transmissão transovariana (SAKAI et al., 2014), o que explica sua alta prevalência nas populações de carrapato. Neste contexto foi demonstrado que ao contrário do observado em áreas endêmicas para FMB, áreas não endêmicas são caracterizadas pela prevalência de *A. dubitatum* sobre *A. sculptum* (LUZ et al., 2019). Neste caso os autores sugeriram haver uma interferência pela bactéria *R. bellii* no estabelecimento da *R. rickettsii* nas populações de *A. sculptum*.

Apesar de abrangente e em expansão geográfica, a FMB humana associada às capivaras e seus carrapatos está restrita, por razões desconhecidas, a apenas algumas das áreas que abriguem tanto o hospedeiro amplificador e seus vetores (PACHECO et al., 2007). Esta observação ressalta a limitação do conhecimento técnico atual sobre muitos aspectos da epidemiologia da doença e impõe dificuldades no diagnóstico de casos e de medidas preventivas assertivas a custo condizente. Esse aspecto é particularmente relevante em função da expansão urbana e peri-urbana de capivaras e seus carrapatos como consequência de alterações antrópicas.

## REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, G.; ROLDÁN, J. F. G.; MILAN, N. S. H.; LASH, R. R.; BEHRAVESH, C. B.; PADDOCK, C. D. Rocky Mountain spotted fever in Mexico: past, present, and future. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 17, p. 189-196, 2017.  
doi: 10.1016/S1473-3099.
- ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W.; et al. **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 240 p.
- ANGERAMI, R. N.; SILVA, A. M.; NASCIMENTO, E. M.; COLOMBO, S.; WADA, M. Y.; SANTOS, F. C.; MANCINI, D. M.; OLIVEIRA, R. C.; KATZ, G.; MARTINS, E. C.; SILVA, L. J. Brazilian spotted fever: two faces of a same disease? A comparative study of clinical aspects between an old and a new endemic area in Brazil. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 15, n. 2, p. 207-208, 2009.  
doi: 10.1111/j.1469-0691.2008.02160.x.
- ANGERAMI, R.N.; CÂMARA, M.; PACOLA, M. R.; REZENDE, R. C.; DUARTE, R. M.; NASCIMENTO, E. M.; COLOMBO, S.; SANTOS, F. C.; LEITE, R. M.; KATZ, G.; SILVA, L. J. Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 3, n. 5, p. 346-348, 2012.  
doi: 10.1016/j.ttbdis.2012.10.010.
- ARAGÃO, H. Ixodidas brasileiros e de alguns países limitrofes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 31, n. 4, p. 759-843, 1936.  
<https://doi.org/10.1590/S0074-02761936000400004>.
- BARROS-BATTESTI, D. M.; ONOFRIO, V. C.; LABRUNA, M. B.; PINTER, A.; GIACOMIN, F.; BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G.; BARROS, A.; BARROS, G. S. D. C. Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. **Vox/ICTTD-3/Butantan**, São Paulo/BR, 223p, 2006.
- CORRIALE, M. J.; HERRERA, E. A. Patterns of habitat use and selection by the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): a landscape-scale analysis. **Ecological Research**, v. 29, p. 191-201, 2013.  
DOI:10.1007/s11284-013-1113-2.
- DEL FIOLE, F. S.; JUNQUEIRA, F. M.; ROCHA, M. C. P.; TOLEDO, M. I.; BARBERATO FILHO, S. A febre maculosa no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 27, p. 461-466, 2010.
- DIAS, T. C.; STABACH, J. A.; HUANG, Q.; LABRUNA, M. B.; LEIMGRUBER, P.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; LOPES, B.; LUZ, H. R.; COSTA, F. B.; BENATTI, H. R.; CORREA, L. R.; NIEVAS, A. M.; MONTICELLI, P. F.; PIOVEZAN, U.; SZABÓ, M. P. J.; AGUIAR, D. M.; BRITES-NETO, J.; PORT-CARVALHO, M.; ROCHA, V. J. Human-induced changes in habitat preference by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and their potential effect on zoonotic disease transmission. **BioRxiv there print server for Biology**, 2020.

<https://doi.org/10.1101/2020.02.05.935445>.

FELIX, G. A.; ALMEIDA-PAZ, I. C. L.; PIOVEZAN, U.; GARCIA, R. G.; LIMA KAO, NAAS IA, et al. Feeding behavior and crop damage caused by capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in an agricultural landscape. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 779-786, 2014.

<https://doi.org/10.1590/1519-6984.02113>.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; LECHEVALIER, M. A.; COUTO, H. T. Z.; VERDADE, L. M. Damage caused by Capybaras in a Corn Field. **ScientiaAgricola**, v. 60, n. 1, p. 191-194, 2003.

<https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000100029>.

HERRERA, E. A.; SALAS, V.; CONGDON, E. R.; CORRIALE, M. J.; TANG-MARTÍNEZ, Z. Capybara social structure and dispersal patterns: variations on a theme. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n.1, p. 12-20, 2011.

<https://doi.org/10.1644/09-MAMM-S-420.1>.

HUIJSER, M. P.; ABRA, F. D.; DUFFIELD, J. W. Mammal road mortality and cost–benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo State, Brazil. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 1, p. 129-146. 2013.

<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.11>.

LABRUNA, M. B.; KASAI, N.; FERREIRA, F.; FACCINI, J. L. H.; GENNARI, S. M. Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 105, p. 65-77, 2002.

DOI: 10.1016/s0304-4017(01)00649-5.

LABRUNA, M. B. Ecology of rickettsia in South America. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1166, n. 1, p. 156-166, 2009.

doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04516.x.

LUZ, H. R.; COSTA, F. B.; BENATTI, H. R.; RAMOS, V. N.; SERPA, M. C. A.; MARTINS, T. F.; ACOSTA, I. C. L.; RAMIREZ, D. G.; MUÑOZ-LEAL, S.; RAMIREZ-HERNANDEZ, A.; BINDER, L. C.; CARVALHO, M. P.; ROCHA, V.; DIAS, T. C.; SIMEONI, C. L.; BRITES-NETO, J.; BRASIL, J.; NIEVAS, A. M.; MONTICELLI, P. F.; MORO, M. E. G.; LOPES, B.; AGUIAR, D. M.; PACHECO, R. C.; SOUZA, C. E.; PIOVEZAN, U.; JULIANO, R.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; SZABÓ, M. P. J.; LABRUNA, M. B. Epidemiology of capybara-associated Brazilian spotted fever. **Plos Neglected Tropical Diseases**, 2019.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007734>.

MACALUSO, K. R.; SONENSHINE, D.E.; CERAUL, S.M.; AZAD, A.F., Rickettsial infection in *Dermacentor variabilis* (Acari: Ixodidae) inhibits transovarial transmission of a second *Rickettsia*. **Journal of Medical Entomology**, v. 39, p. 809–813, 2002. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.6.809>.

MACDONALD, D. W. Dwindling resources and the social behaviour of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Mammalia). **Journal of Zoology**, v.194, p.371-391, 1981.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1981.tb04588.x>.

MARCHINI, S.; CRAWSHAW JR, P.G. Human–Wildlife Conflicts in Brazil: A Fast-Growing Issue. **Human Dimensions of Wildlife**, v. 20, n. 4, p. 323-328, 2015.

<https://doi.org/10.1080/10871209.2015.1004145>.

MORAES-FILHO, J.; COSTA, F. B.; GERARDI, M.; SOARES, H. S.; LABRUNA, M. B. *Rickettsia rickettsii* Co-feeding Transmission among *Amblyomma aureolatum* Ticks. **Emerging Infectious Diseases**, v. 24, n. 11, p. 2041–2048, 2018.

doi:10.3201/eid2411.180451.

MOREIRA, J. R.; PIOVEZAN, U. Conceitos de manejo de fauna, manejo de população problema e o exemplo da capivara. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, p. 116-121, 2005.

NASSER, J. T.; LANA, R. C.; SILVA, C. M. S.; LOURENÇO, R. W.; SILVA, D. C. C.; DONALÍSIO, M. R. Urbanization of Brazilian spotted fever in a municipality of the southeastern region: epidemiology and spatial distribution. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 2, p. 299-312, 2015.

<https://doi.org/10.1590/1980-5497201500020002>.

NAVA, S.; VENZAL, J. M.; LABRUNA, M. B.; MASTROPAOLO, M.; GONZÁLEZ, E. M.; MANGOLD, A. J.; GUGLIELMONE, A. A. Hosts, distribution and genetic divergence (16S rDNA) of *Amblyomma dubitatum* (Acari: Ixodidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 51, n. 4, p. 335–351, 2010.

doi: 10.1007/s10493-009-9331-6.

NAVA, S.; BEATI, L.; LABRUNA, M. B.; CÁCERES, A. G.; MANGOLD, A. J.; GUGLIELMONE, A. A. Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) 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* Koch, 1844, and *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888 (Ixodida: Ixodidae). **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 5, p. 252–276, 2014.

doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.11.004.

OLIVEIRA, S. V.; GUIMARÃES, J. N.; RECKZIEGEL, G. C.; NEVES, B. M. C.; ARAÚJO-VILGES, K. M.; FONSECA, L. X.; PINNA, F. V.; PEREIRA, S. V. C.; CALDAS, E. P.; GAZETA, G. S.; GURGEL-GONÇALVES, R. An update on the epidemiological situation of spotted fever in Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 22, n. 1, p. 22, 2016.

<https://doi.org/10.1186/s40409-016-0077-4>.

OSTFELD, R. S.; CANHAM, C. D.; OGGENFUSS, K.; WINCHCOMBE, R. J.; KEESING, F. Climate, Deer, Rodents, and Acorns as Determinants of Variation in Lyme-Disease Risk. **PLoS Biology**, v. 4, n. 6, p. 1058-1068, 2006.

doi:10.1371/journal.pbio.0040145.

PACHECO, R. C.; HORTA, M. C.; MORAES-FILHO, J.; ATALIBA, A. C.; PINTER, A.; LABRUNA, M. B. Rickettsial infection in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from São Paulo, Brazil: serological evidence for infection by *Rickettsia bellii* and *Rickettsia parkeri*. **Biomedica**, v. 27, n. 3, p. 364-371, 2007.

PACHECO, R.C.; HORTA, M. C.; PINTER, A.; MORAES-FILHO, J.; MARTINS, T. F.; NARDI, M. S.; SOUZA, S. S. A. L.; SOUZA, C. E.; SZABÓ, M. P. J.; RICHTZENHAIN, L. J.; LABRUNA, M. B. Pesquisa de *Rickettsia* spp. em carrapatos *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma dubitatum* no Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 3, p. 351–353, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0037-86822009000300023>.

PAJUABA NETO, A. A.; RAMOS, V. D. N.; MARTINS, M. M.; OSAVA, C. F.; PASCOAL, J. O.; SUZIN, A.; YOKOSAWA, J.; SZABÓ, M. P. J. Influence of microhabitat use and behavior of *Amblyomma sculptum* and *Amblyomma dubitatum* nymphs (Acari: Ixodidae) on human risk for tick exposure, with notes on *Rickettsia* infection. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 9, n. 1, p. 67-71, 2018.

doi: 10.1016/j.ttbdis.2017.10.007.

POLO, G.; LABRUNA, M. B.; FERREIRA, F. Satellite Hyperspectral Imagery to Support Tick-Borne Infectious Diseases Surveillance. **PLoSOne**, v. 10, n. 11, 2015.

doi.org/10.1371/journal.pone.0143736.

QUEIROGAS, V. L.; DEL-CLARO, K.; NASCIMENTO, A. R. T.; SZABÓ, M. P. J. 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**, v. 57, n. 1, p. 75-82, 2012.

DOI:10.1007/s10493-012-9533-1.

RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A.; UCHOA, F.; SERPA, M. C. A.; BINDER, L. C.; RODRIGUES, A. C.; SZABÓ, M. P. J.; FOGAÇA, A.; SOUZA, C. E.; LABRUNA, M. B. Clinical and serological evaluation of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) successively exposed to an *Amblyomma sculptum*-derived strain of *Rickettsia rickettsii*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020.

doi:10.1038/s41598-020-57607-5.

RIVAS, J.J.; MOREIRA-SOTO, A.; ALVARADO, G.; TAYLOR, L.; CALDERÓN-ARGUEDAS, O.; HUN, L.; CORRALES-AGUILAR, E.; MORALES, J. A.; TROYO, A. Pathogenic potential of a Costa Rican strain of '*Candidatus Rickettsia amblyommii*' in guinea pigs (*Cavia porcellus*) and protective immunity against *Rickettsia rickettsii*. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 6, n. 6, p. 805-811, 2015.

doi: 10.1016/j.ttbdis.2015.07.008.

SAKAI, R. K.; COSTA, F. B.; UENO, T. E.; RAMIREZ, D. G.; SOARES, J. F.; FONSECA, A. H.; LABRUNA, M. B.; BARROS-BATTESTI, D. M. Experimental infection with *Rickettsia rickettsii* in an *Amblyomma dubitatum* tick colony, naturally infected by *Rickettsia bellii*. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 5, n. 6, p. 917-923, 2014.

doi: 10.1016/j.ttbdis.2014.07.003.

SEPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento Urbano - Núcleo de Pesquisa Estatística e Banco de Dados. **Banco de Dados Integrados de Uberlândia - DBI**. 2019. Disponível em: <<http://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2019/10/BDI-2019-vol1.pdf>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2020.

SCINACHI, C. A.; TAKEDA, G. A. C. G.; MUCCI, L. F.; PINTER, A. Association of the occurrence of Brazilian spotted fever and Atlantic rain forest fragmentation in the São Paulo metropolitan region, Brazil. **Acta tropica**, v. 166, p. 225-233, 2017.  
doi:10.1016/j.actatropica.2016.11.025.

SOARES, J. F.; SOARES, H.S.; BARBIERI, A. M.; LABRUNA, M. B. Experimental infection of the tick *Amblyomma cajennense*, Cayenne tick, with *Rickettsia rickettsii*, the agent of Rocky Mountain spotted fever. **Medical and veterinary entomology**, v. 26, n. 2, p. 139-151, 2012.  
doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00982.x.

SONENSHINE, D. E.; ROE, R. M. **Biology of ticks**. Oxford University Press, Volume 1. ISBN 978-0-19-974405-3. 2014.

SOUZA, C. E.; MORAES-FILHO, J.; OGRZEWALSKA, M.; UCHOA, F. C.; HORTA, M. C.; SOUZA, S. S. L.; BORBA, R. C. M.; LABRUNA, M. B. Experimental infection of capybaras *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. **Veterinary Parasitology**, v. 161, p. 116-121, 2009.  
doi: 10.1016/j.vetpar.2008.12.010.

SZABÓ, M. P.; CASTRO, M. B.; RAMOS, H. G.; GARCIA, M. V.; CASTAGNOLLI, K. C.; PINTER, A.; VERONEZ, V. A.; MAGALHÃES, G. M.; DUARTE, J. M.; LABRUNA, M. B. 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**, v. 143, n. 2, p. 147-154, 2007.

SZABÓ, M. P. J.; PINTER, A.; LABRUNA, M. B. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. **Frontiers Cellular and Infection Microbiology**, v. 3, p. 30-38, 2013.  
doi: 10.3389/fcimb.2013.00027.

SZABÓ, M. P. J.; MARTINS, T. F.; BARBIERI, A. R. M.; COSTA, F. B.; SOARES, H. S.; TOLESANO-PASCOLI, G. V.; TORGA, K.; SARAIVA, D. G.; RAMOS, V. N., OSAVA, C. F.; CASTRO, M. B.; LABRUNA, M. B. Ticks biting humans in the Brazilian savannah: Attachment sites and exposure risk in relation to species, life stage and season. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 11, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.101328>.

VERDADE, L. M.; FERRAZ, K. M. P. M. B. Capybaras in an anthropogenic habitat in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1B, p. 371-378, 2006.

VIEIRA, C. O.; BERNARDES-FILHO, F.; AZULAY-ABULAFIA, L. Capybara Bites: Report of Human Injury Caused by a *Hydrochoerus hydrochaeris*. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 49, n. 6, p. 179-182, 2015.  
doi:10.1016/j.jemermed.2015.08.007.

**CAPÍTULO 2 – Relação entre os vetores da febre maculosa brasileira *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* e riquetsias com o ambiente: avaliação do risco de picada humana em áreas antropizadas**

**ARTIGO A SER SUBMETIDO NA REVISTA:**

**TICKS ANDTICK-BORNE DISEASES**

Relação entre os vetores da febre maculosa brasileira *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* e riquetsias com o ambiente: avaliação do risco de picada humana em áreas antropizadas

Caroline Lopes Queiroz<sup>a</sup>, Raissa Brauner Kamla Vieira<sup>ab</sup>, Laís Miguel Rezende<sup>a</sup>, Maria Marlene Martins<sup>a</sup>, Vinícius da Silva Rodrigues<sup>a</sup>, Adriane Suzin<sup>a</sup>, Vanessa do Nascimento Ramos<sup>a</sup>, Fernanda Marinho Muraro<sup>a</sup>, Laís Keocheguerian Fernandes<sup>a</sup>, Jonny Yokosawa<sup>ac</sup>, Gabriel Corrêa Massahud<sup>a</sup>, Camila Alves dos Santos<sup>ac</sup>, Matias Pablo Juan Szabó<sup>a\*</sup>

a - Laboratório de Ixodologia, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Mato Grosso, 3289/Campus Umuarama, CEP 38405-314. Uberlândia, Minas Gerais, Brazil

b - Programa de Pós-graduação em Clínica e Reprodução Animal da Universidade Federal Fluminense, Rua Vital Brazil Filho, 64, CEP 24230-340 Niterói, Rio de Janeiro, Brazil

c - Laboratório de Virologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Av. Pará 1720/Campus Umuarama, Bloco 2 B, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil

\*corresponding author

### Resumo

Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) em locais antropizados verdes no Brasil são consideradas amplificadoras de infecção por *Rickettsia rickettsii* em populações de carrapatos *Amblyomma sculptum*. Esses roedores semi-aquáticos são responsáveis por intensa infestação ambiental de carrapatos *A. sculptum* e *Amblyomma dubitatum*. Em áreas endêmicas, além dos altos níveis de infestação, os carrapatos *A. sculptum* prevalecem sobre *A. dubitatum*. Esta segunda espécie de carrapato é frequentemente infectada com *Rickettsia bellii*, que supostamente interfere na transmissão de *R. rickettsii*. Apresentamos aqui uma amostragem padronizada de carrapatos e infecção por *Rickettsia* em 10 pontos com a presença de capivaras em uma área não endêmica da bacia do rio Uberabinha, em ampla área de Uberlândia, Brasil. Para este fim, uma área de 400 m<sup>2</sup> foi delimitada em cada local. Os carrapatos foram coletados por uma inspeção visual minuciosa e pelo arrasto da flanela, seguido pela coleta posicionando nove armadilhas de CO<sub>2</sub> de forma equidistante na área de amostragem por 90 minutos. Foram coletados carrapatos em cada um dos dez pontos no outono, inverno e verão, no pico de atividade sazonal de, respectivamente, larvas, ninfas e adultos de *A. sculptum*. Os carrapatos coletados foram contados e identificados e o DNA de *Rickettsia* foi pesquisado em amostras de carrapatos. No total foram coletados 51.396 carrapatos e destes 84% eram *A. sculptum* (1.457 adultos, 9.697 ninfas e 31.982 larvas) e 16% *A. dubitatum* (457 adultos, 2.112 ninfas e 5.691 larvas). A densidade do carrapato variou entre pontos de 0,2 m<sup>2</sup> a 16,3 m<sup>2</sup>. *A. dubitatum* prevaleceu em quatro e *A. sculptum* em seis pontos, no entanto os pontos com as três maiores densidades de carrapatos foram por infestações de *A. sculptum*. As larvas de *A. sculptum* atingiram o pico no outono, as ninfas no inverno e os

adultos no verão, mas a sazonalidade não foi tão aparente para *A. dubitatum*. A busca visual foi a técnica que resultou em maiores números de carrapatos (40,4% do total), predominantemente de larvas de *A. sculptum* e desses apenas 0,01% foram de *A. dubitatum*. As armadilhas de CO<sub>2</sub> capturaram 61,3% de todos os carrapatos de *A. dubitatum*. Em uma amostra de 1.612 carrapatos (processados em 173 “pools”), apenas o DNA de *Rickettsia bellii* foi encontrado e as taxas mínimas de infecção foram de 5,8%, 2,5% e 1,4% em, respectivamente, adultos, ninfas e larvas de *A. dubitatum*, enquanto que nenhum DNA de *Rickettsia* foi encontrado em carrapatos *A. sculptum*. Este trabalho expôs a irregularidade na densidade e na proporção relativa de carrapatos de capivara em áreas urbanas verdes e que podem estar relacionados a variações na propagação da febre maculosa e no risco de picada de carrapato em humanos.

Palavras-chave: densidade de carrapatos, capivara, risco de picada de carrapato, urbano, *Rickettsia*.

#### Abstract

Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) at green anthropogenic sites in Brazil are considered *Rickettsia rickettsii* infection amplifiers in *Amblyomma sculptum* tick populations. These semi-aquatic rodents are responsible for intense environmental infestation with the ticks *A. sculptum* and *Amblyomma dubitatum*. In endemic areas, apart from high infestation levels, *A. sculptum* ticks prevail over *A. dubitatum*. The latter tick species is frequently infected with *Rickettsia bellii* that is supposed to interfere with *R. rickettsii* transmission. We herein present a standardized tick sampling and *Rickettsia* infection at 10 different spots in a non-endemic area by the river Uberabinha basin widespread in Uberlândia county, Brazil and where capybaras are known to live. To this end a 400 m<sup>2</sup> area was delimited at each spot. Ticks were collected by a thorough visual inspection and flannel dragging followed by collection placing nine CO<sub>2</sub> traps equidistantly within the spot for 90 minutes. Ticks were collected in each of the ten spots in autumn, winter and summer, peak of seasonal activity of, respectively, larvae, nymphs and adults of *A. sculptum*. Collected ticks were counted and identified and *Rickettsia* DNA was searched for in tick samples. Overall, 51,396 ticks were collected and from these 84% were *A. sculptum* (1,457 adults, 9,697 nymphs and 31,982 larvae) and 16% *A. dubitatum* (457 adults, 2,112 nymphs and 5,691 larvae). Tick density varied among spots from 0.2 m<sup>2</sup> to 16.3 m<sup>2</sup>. *A. dubitatum* prevailed in four and *A. sculptum* in six spots, nevertheless spots with the three greatest tick density were related to *A. sculptum* infestations. *A. sculptum* larvae peaked in autumn, nymphs in winter and adults in summer but seasonality was not so apparent for *A. dubitatum*. Visual search was the technique that resulted in greatest tick numbers (40.4% from total) overwhelmingly *A. sculptum* larvae and from these 0.01% only were *A. dubitatum*. CO<sub>2</sub> traps collected 61.3% from all *A. dubitatum* ticks. In a sample of 1,612 ticks (processed in 173 pools) only *Rickettsia bellii* DNA was found and minimum infection rates were of 5.8%, 2.5% and 1.4% in, respectively, adults, nymphs and larvae of *A. dubitatum* whereas no *Rickettsia* DNA was found in *A. sculptum* ticks. This work exposed the unevenness in density and relative proportion of capybara ticks within green urban areas and that may be related to variations in spotted-fever propagation and human tick-bite risk.

Key words: tick density, capybara, tick-bite risk, urban, *Rickettsia*.

## 1. INTRODUÇÃO

A Febre Maculosa Brasileira (FMB) é uma doença letal causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*. No Brasil duas espécies de carrapatos são conhecidas por atuar como vetores dessa bactéria o *Amblyomma aureolatum* e *Amblyomma sculptum*. Entretanto, a maioria dos relatos de casos humanos da doença está associada a áreas onde há abundância de *A. sculptum* e de um dos seus hospedeiros, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Labruna, 2009; Szabó et al., 2013a).

Em áreas antropizadas, as capivaras são capazes de manter populações das espécies de carrapatos *A. sculptum* e *A. dubitatum* em proporções variáveis conforme o microambiente (Pacheco et al., 2007; Queirogas et al., 2012). Além da capacidade de manutenção dos carrapatos, as capivaras atuam como amplificadoras da taxa de infecção com *R. rickettsii* em carrapatos (Souza et al., 2009). Embora o *A. sculptum* seja considerado o vetor da *R. rickettsii*, experimentalmente as duas espécies de carrapato possuem o potencial para transmitir essa bactéria (Sakai et al., 2014; Soares et al., 2012). Sabidamente, o *A. sculptum* é uma espécie muito agressiva aos seres humanos (Labruna, 2009; Szabó et al., 2020).

A FMB é endêmica em algumas cidades do sudeste brasileiro, onde quase mil casos foram confirmados, dos quais cerca de 50% foram fatais durante os anos de 2001 e 2018 (dados da secretaria de saúde do estado de São Paulo). Entretanto, muitas cidades, apesar da abundância de capivara e das mesmas espécies de carrapato, não são endêmicas. Por exemplo, o município de Uberlândia – Minas Gerais, também localizado no sudeste do país, apresenta o mesmo cenário eco-epidemiológico, com a presença de grupos de capivaras e infestações ambientais de carrapatos (Queirogas et al., 2012), e, até o momento, é considerado uma área não endêmica. A razão para esta diferença entre as cidades, apesar da similaridade dos cenários eco-epidemiológicos, é desconhecida. Recentemente Luz et al. (2019) concluíram que o endemismo da FMB estava associado ao tamanho elevado da população de carrapatos *A. sculptum* e sua proporção maior em relação às populações simpátricas de *A. dubitatum*. Porém em todos os trabalhos já realizados com capivaras e carrapatos, as avaliações das populações de carrapatos em municípios foram pontuais e com metodologia diversa impedindo comparações entre os locais.

Neste trabalho foi realizado um levantamento da população de carrapatos em área não endêmica, mas em diversos locais do mesmo município com cenários eco-epidemiológicos, no atual estado do saber, adequados para o desenvolvimento da FMB. Desenvolveu-se uma

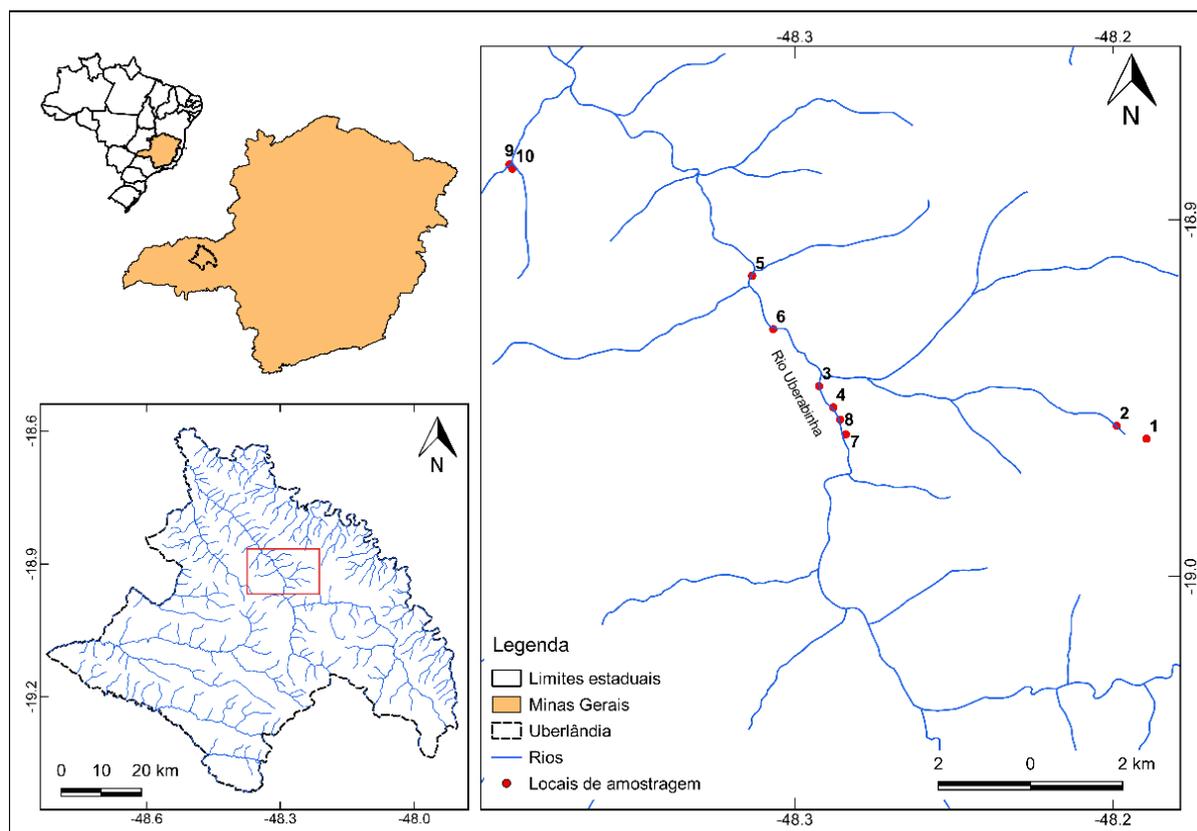
metodologia padronizada visando detectar a densidade de carrapatos das duas espécies, a sua proporção relativa, a variação destas em diversos locais do mesmo município e sua relação com riquetsias. O objetivo maior foi caracterizar, de forma quantitativa e comparativa, diversas áreas de risco para picadas em humanos por carrapatos e fatores que possam explicar o surgimento e endemia da FMB.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado na zona urbana do município de Uberlândia, Minas Gerais, na beira de corpos d'água da bacia do rio Uberabinha, do dia 16/05/2018 (data da primeira coleta) ao dia 25/05/2019 (data da última ou trigésima coleta). Uberlândia é uma cidade localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, sudeste brasileiro, com aproximadamente 700.000 habitantes e, até o momento, não é considerada endêmica para febre maculosa brasileira. Está inserida dentro do bioma Cerrado, apresentando um clima tropical, inverno brando e verão quente e chuvoso (SEPLAN, 2019).

Para amostragem dos carrapatos foram selecionados dez locais (Figura 1 – a descrição de cada local pode ser consultada na Tabela 1), cada um deles constituído por uma área de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) margeando corpos d'água. Em cada local, carrapatos foram coletados três vezes coincidentes com os picos sazonais de ocorrência de larvas, ninfas e adultos de *A. sculptum*, respectivamente, no outono (maio/2018), inverno (agosto/2018) e verão (janeiro/2019) em um total de 30 coletas (Tabela 2). Uma exceção, no Condomínio Morada do Sol, a coleta de outono foi realizada em maio de 2019. Os locais foram selecionados levando em consideração a ocorrência de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) detectada de forma direta (avistamento) ou indireta (fezes e pegadas). Estes locais eram também caracterizados pelo acesso de pessoas para trabalho ou lazer.



**Figura 1.** Pontos selecionados para coleta de carrapatos no município de Uberlândia, Minas Gerais. Os pontos foram utilizados para as coletas de maio, agosto e janeiro. (1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul").

**Tabela 1.** Descrição ambiental dos locais de coleta de carrapatos no município de Uberlândia, Minas Gerais, entre 2018 e 2019.

Locais	Coordenadas (graus decimais)	Características ambientais dos locais
1 - Parque Santa Luzia IV	Latitude: -18.94300 Longitude: -	Área que faz continuidade com o Parque Santa Luzia 2, interrompida apenas pela via pública. Fica entre o rio e uma área de <i>Brachiaria</i> . Não há cercas e não está sujeita a alagamentos. Linha 1-4-7 composta por <i>Brachiaria</i> densa e alta, exposta ao sol. Demais

	48.22940	pontos com cobertura por arbóreas ( <i>Syzygium cumini</i> ) e foliço no solo, sendo a linha da margem do rio mais exposta à luz, apesar das árvores.
<p style="text-align: center;"><b>2 - Parque Santa Luzia II</b></p> 	<p>Latitude: - 18.94047</p> <p>Longitude:- 48.23525</p>	<p>Área cercada por alambrado, o qual delimita a mata semidecidual degradada da via pública. Todos os pontos estão sujeitos a alagamento. Pontos 3, 6 e 9 na margem do rio, em solo constantemente alagado, com vegetação aquática popularmente conhecida como taboa (<i>Thypha dominguensis</i>). Pontos 6 e 9 mais expostos à luz solar e vento. Linhas 1-4-7 e 2-5-8 sombreadas por árvores baixas com caules e ramos horizontalizados, algumas caídas (aproximadamente 1m entre solo e ramos mais altos).</p>
<p style="text-align: center;"><b>3 - Praia Clube “Serralheria”</b></p> 	<p>Latitude: - 18.93266</p> <p>Longitude:- 18.93266</p>	<p>Borda de rio com pontos 3,6 e 9 alagáveis. Sombreamento por mata degradada (bambus e trepadeiras) gerando foliço farto. Pontos 8 e 9 sob moita de bambu. Delimitada, do lado oposto ao rio, por grade (1m de altura) que separa a área de estudo da área de caminhada, com alvenaria.</p>
<p style="text-align: center;"><b>4 - Praia Clube “Eclusa”</b></p>	<p>Latitude: - 18.93683</p> <p>Longitude:- 48.29050</p>	<p>Borda de rio, mata degradada com muitas trepadeiras (7, 8 e 9) e bambus (2 e 3). Sombreamento mediano e foliço farto em toda a área. Região 4-5-6 coberta por <i>Brachiaria</i> média não muito densa. Pontos 3, 6 e 9 num declive que não chega até a</p>

		<p>água, porém pontos 9 e 6 podem alagar. Do lado oposto ao rio, a área é delimitada por alambrado (1,5 m de altura) seguida por região sombreada com folhiço.</p>
<p>5 - Parque Linear – BR</p> 	<p>Latitude: - 18.91100</p> <p>Longitude:- 48.30633</p>	<p>Área de amostragem fica entre uma via pública e o rio. Entre 5 e 7 m a partir da margem do rio, há uma cobertura por capim colômbio e elefante (pontos 3, 6 e 9), intercalado por duas árvores grandes que sombreiam parte da margem (pontos 3 e 9). O restante da área é coberta por gramínea baixa, sempre roçada. Área não sujeita a alagamento.</p>
<p>6 - Parque Linear – Quartel</p> 	<p>Latitude: - 18.92150</p> <p>Longitude:- 48.30222</p>	<p>Borda do rio com sombreamento mediano por plantas invasoras arbóreas (Leucena) nos pontos 3, 6 e 9, alcançando os pontos 2, 5 e 8. Solo coberto por gramínea baixa.</p>
<p>7 -MRV</p> 	<p>Latitude: - 18.94211</p> <p>Longitude:- 48.28805</p>	<p>Área entre borda de rio e mata degradada (mata estacional semidecidual) com lianas e bambu. Linha 3-6-9 e 2-5-8 sujeitas a alagamento. Árvores altas com sombreamento total na área, porém sub-bosque aberto. Moita de bambu no ponto 1. Solo com cobertura baixa, diversa.</p>
<p>8 - Lagos</p>		<p>Área entre rio e mata degradada. Predomínio de</p>

	<p>Latitude: - 18.93922</p> <p>Longitude: - 48.28916</p>	<p><i>Leucenas</i> arbóreas e outras angiospermas nos pontos 4, 5, 7 e 8. Borda do rio com barranco íngreme, e cobertura por <i>Brachiaria</i> na linha 3-6-9. Pontos 1 e 2 recebem maior sombreamento e delimitam a borda de um lago (resultante de aterramento lateral do rio).</p>
<p>9 - Condomínio Morada do Sol “Norte”</p> 	<p>Latitude: - 18.88916</p> <p>Longitude: - 48.35361</p>	<p>Borda de lago artificial (linha 3-6-9 em desnível possivelmente alagável) em condomínio residencial, quase sem sombreamento, solo coberto por gramínea baixa, limitada por via asfaltada e áreas residenciais (linha 1-4-7).</p>
<p>10 - Condomínio Morada do Sol “Sul”</p> 	<p>Latitude: - 18.89023</p> <p>Longitude: - 48.35305</p>	<p>Borda de lago artificial em condomínio residencial com vegetação rala concentrada nos pontos 9 e 6. Árvore produzindo leve sombreamento no ponto 3. Solo coberto por <i>Brachiaria</i> rala (chegando a aproximadamente 30 cm). Árvores esparsas margeando a área produzindo acúmulo de folhço.</p>

**Tabela 2.** Datas das coletas de carrapatos de acordo com a estação do ano das dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019.

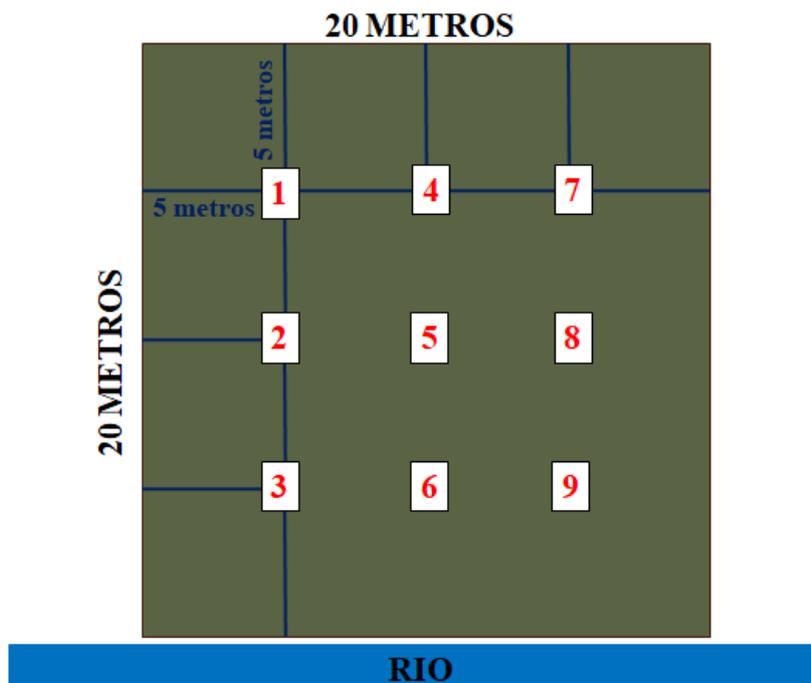
Locais*	Outono	Inverno	Verão
1	16/05/2018	08/08/2018	09/01/2019
2	16/05/2018	08/08/2018	09/01/2019
3	18/05/2018	10/08/2018	07/01/2019
4	18/05/2018	10/08/2018	07/01/2019
5	23/05/2018	17/08/2018	04/01/2019
6	23/05/2018	17/08/2018	04/01/2019

7	24/05/2018	15/08/2018	05/01/2019
8	29/05/2018	15/08/2018	05/01/2019
9	30/08/2018	11/01/2019	25/05/2019
10	30/08/2018	11/01/2019	25/05/2019

\***Locais:** 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".

## 2.2. Coletas de carrapatos

Após a delimitação da área de amostragem de 400m<sup>2</sup> (20 m x 20 m), iniciou-se uma busca localmente intensa por carrapatos no ambiente utilizando sequencialmente três técnicas de coleta (arraste de flanela, busca visual e armadilha de CO<sub>2</sub>), conforme já descrito anteriormente por Ramos et. al (2014). Inicialmente foi realizado o arraste de flanela sistemático (flanela de cor clara com 1 m de largura por 2 m de comprimento) abrangendo toda a extensão da área de amostragem. A busca visual de carrapatos sobre a vegetação foi feita simultaneamente pela observação da vegetação à frente do pano de arraste. Ambas as técnicas visam coletar carrapatos que possuem comportamento de espreita/emboscada (Pajuaba et al., 2018). Em seguida, nove armadilhas de CO<sub>2</sub> (panos de 50 cm x 50 cm dispostas sobre o solo contendo 300 g de gelo seco no centro) foram distribuídas de forma equidistante, com uma distância de cinco metros entre elas e em relação à borda demarcada (Figura 2) durante 90-120 min. Essa última técnica possibilita a coleta de carrapatos que exibem comportamento de ataque, visto que, os carrapatos vão ao encontro da fonte emissora do CO<sub>2</sub> (Pajuaba et al., 2018). Os carrapatos foram coletados com pinças e acondicionados em microtubos com álcool 70% (larvas e ninfas) ou vivos (adultos) para posterior identificação em laboratório e pesquisa de infecção por riquetsias.



**Figura 2.** Esquema da área de amostragem para a avaliação da infestação por carrapatos e do risco de exposição humana em áreas verdes de Uberlândia, Minas Gerais. O quadrado maior (verde - 400 m<sup>2</sup>) representa a área submetida ao arrasto de flanela e busca visual. Os quadrados menores (brancos – 1 a 9) representam a disposição das nove armadilhas de CO<sub>2</sub>. Informações detalhadas de cada local são descritas na Tabela 3.

### 2.3. Identificação dos carrapatos

Adultos e ninfas foram identificados através de chaves dicotômicas (Barros-Battesti et al., 2006 e Martins et al., 2010). Larvas de *A. sculptum* e *A. dubitatum* foram diferenciadas pelo tamanho conforme descrito por Brites-Neto et al. (2018).

### 2.4. Detecção de riquetsias em carrapatos

A detecção molecular de riquetsias foi realizada em amostras constituídas por grupos (“pools”) de todos os estágios de vida do carrapato, separados por espécie, local e data de coleta. Amostra de adultos foi constituída por um “pool” de até 5 metades de carrapatos e de ninfas e larvas de, no máximo, 10 e 20 carrapatos inteiros, respectivamente. Foram analisados até quatro amostras (“pools”) de cada estágio de vida do carrapato (larvas, ninfas e adultos), em cada local (10 locais) e data de coleta (outono, inverno e verão). Totalizando 39, 74, e 60

amostras de larvas, ninfas e adultos, respectivamente. Números desiguais de amostras e de carrapatos por amostra foram determinados pela variação quantitativa sazonal de cada estágio.

O DNA dos carrapatos foi extraído conforme descrito por Sangioni et al. (2005) e submetido a uma amplificação pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR) de uma porção do gene *gltA* (citrato sintase, característico do gênero *Rickettsia*). Havendo amplificação no primeiro protocolo, fez-se uma segunda análise visando amplificação do gene *ompA* (presente nas riquetsias do grupo da febre maculosa) conforme descrito por Labruna et al. (2004). Naquelas amostras que resultaram em amplificação apenas do gene *gltA*, um terceiro protocolo de PCR foi realizado utilizando iniciadores (primers) específicos para a amplificação de um segmento com 338 pares e específicos do gene *gltA* da *R. bellii* (Szabó et al., 2013b).

## **2.5. Análise dos dados**

Informações sobre infestações, locais, sazonalidade, altura de espregueira na vegetação e presença de *Rickettsia* são apresentadas através de parâmetros descritivos (e.g. porcentagem, número máximo, mínimo, médio e desvio padrão). Diferenças entre as técnicas de coleta para os estágios de desenvolvimento e espécies foram verificadas através do teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste post hoc de Dunn. Diferenças entre o número de carrapatos coletados de cada estágio em cada estação do ano foram comparadas através da análise de variância de dois critérios seguidos pelo teste de Bonferroni. Todas as análises foram realizadas no BioEstat versão 5.3 (Ayres et al., 2007) e adotou-se um nível de significância de 5%.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1 Espécies e densidade de carrapatos na bacia do rio Uberabinha**

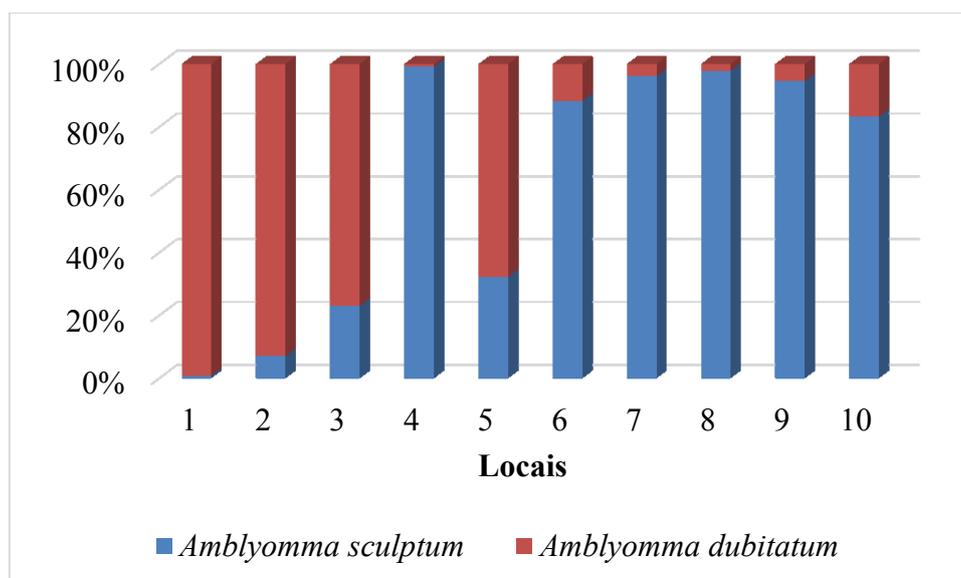
No período do estudo foram coletados um total de 51.396 carrapatos pertencentes a duas espécies, *A. sculptum* e *A. dubitatum*. Destes carrapatos, 84% (n= 43.136) eram *A. sculptum* (1.457 adultos, 9.697 ninfas e 31.982 larvas) e 16% (n=8.260) *A. dubitatum* (457 adultos, 2.112 ninfas e 5.691 larvas) (Tabela 3). Detalhes da infestação de cada local por estação de ano, espécie e estágio estão apresentados na Tabela suplementar.

Nas margens de corpos d'água na área urbana de Uberlândia frequentadas por capivaras foram encontrados, em média, 1.713 carrapatos em 400 m<sup>2</sup>, o que equivale a uma densidade média de 4,3 carrapatos/m<sup>2</sup>. Entretanto esta densidade foi muito desigual entre os locais variando entre 0,2 a 16,3 carrapatos/m<sup>2</sup> (Tabela 3). Embora o maior número de carrapatos coletados tenha sido da espécie *A. sculptum*, a prevalência de espécies também diferiu muito entre os dez locais do estudo (Figura 3). Assim observou-se uma maior prevalência de *A. dubitatum* em quatro locais (1, 2, 3 e 5), notadamente no Parque Santa Luzia e adjacências e de *A. sculptum* nos seis locais restantes. Ressalte-se ainda que as três maiores densidades de carrapatos ocorreram pela infestação ambiental por *A. sculptum* nos locais 4, 7 e 8 (Figura 4).

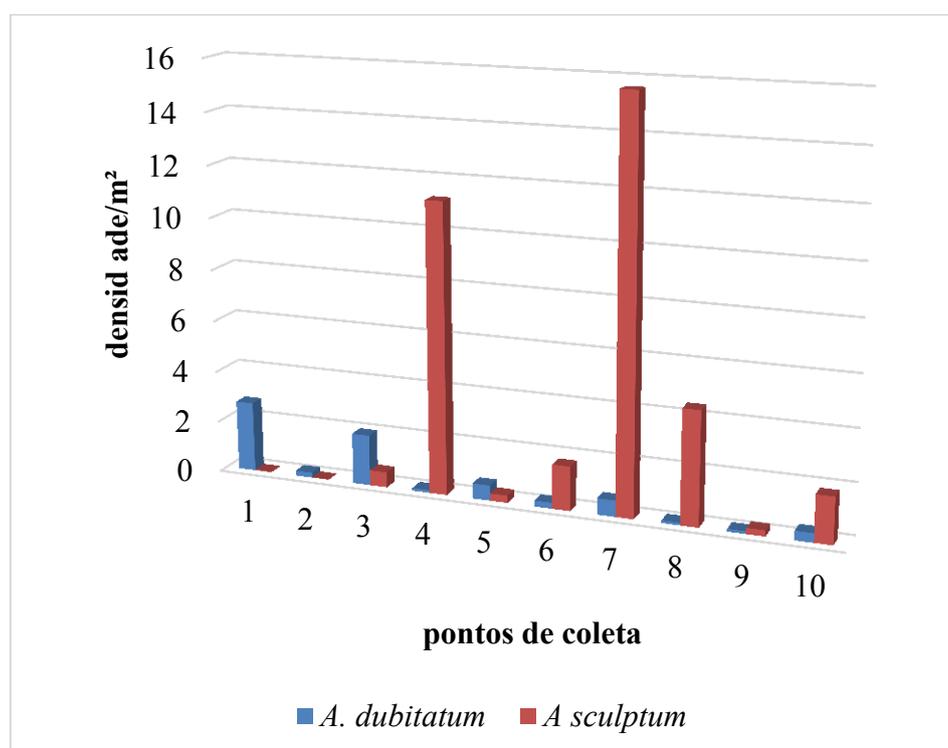
**Tabela 3.** Densidade e número total de carrapatos, de acordo com a espécie e estágio de desenvolvimento, coletados em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. A- Adultos; N- Ninfas; L- Larvas.

Locais*	<i>Amblyomma sculptum</i>			<i>Amblyomma dubitatum</i>			Total	Densidade m <sup>2</sup>
	A	N	L	A	N	L		
1	2	8	17	106	271	2872	<b>3276</b>	<b>2,7</b>
2	1	15	1	35	83	106	<b>241</b>	<b>0,2</b>
3	61	78	571	41	1088	1234	<b>3073</b>	<b>2,6</b>
4	38	194	13235	3	50	63	<b>13583</b>	<b>11,3</b>
5	64	259	15	157	240	312	<b>1047</b>	<b>0,9</b>
6	42	601	1424	23	170	82	<b>2342</b>	<b>2,0</b>
7	737	5151	12864	41	84	628	<b>19505</b>	<b>16,3</b>
8	437	2521	2348	25	53	40	<b>5424</b>	<b>4,5</b>
9	13	196	68	3	10	3	<b>293</b>	<b>0,2</b>
10	62	674	1439	23	63	351	<b>2612</b>	<b>2,2</b>
<b>Total</b>	<b>1457</b>	<b>9697</b>	<b>31982</b>	<b>457</b>	<b>2112</b>	<b>5691</b>	<b>51396</b>	<b>4,3</b>

\*Locais: 1-Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3-Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5-Parque Linear I; 6-Parque Linear II; 7-MRV; 8-Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".



**Figura 3.** Distribuição percentual de carrapatos por espécie em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. **Locais:** 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".



**Figura 4.** Densidade (carrapatos/m<sup>2</sup>) de carrapatos *A. sculptum* e *A. dubitatum* em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. **Locais:** 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I;

6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".

### 3.2. Sazonalidade da infestação ambiental por carrapatos

A distribuição sazonal foi determinada pelo número de carrapatos coletados em cada uma de três estações do ano, especificamente no outono (maio), inverno (agosto) e verão (janeiro). O maior número de carrapatos foi coletado no outono em um total de 32.340 (62,9%) carrapatos, seguido do inverno com 14.728 (28,6%) e o menor número no verão com 4.327 (8,4%) carrapatos (Tabela 4).

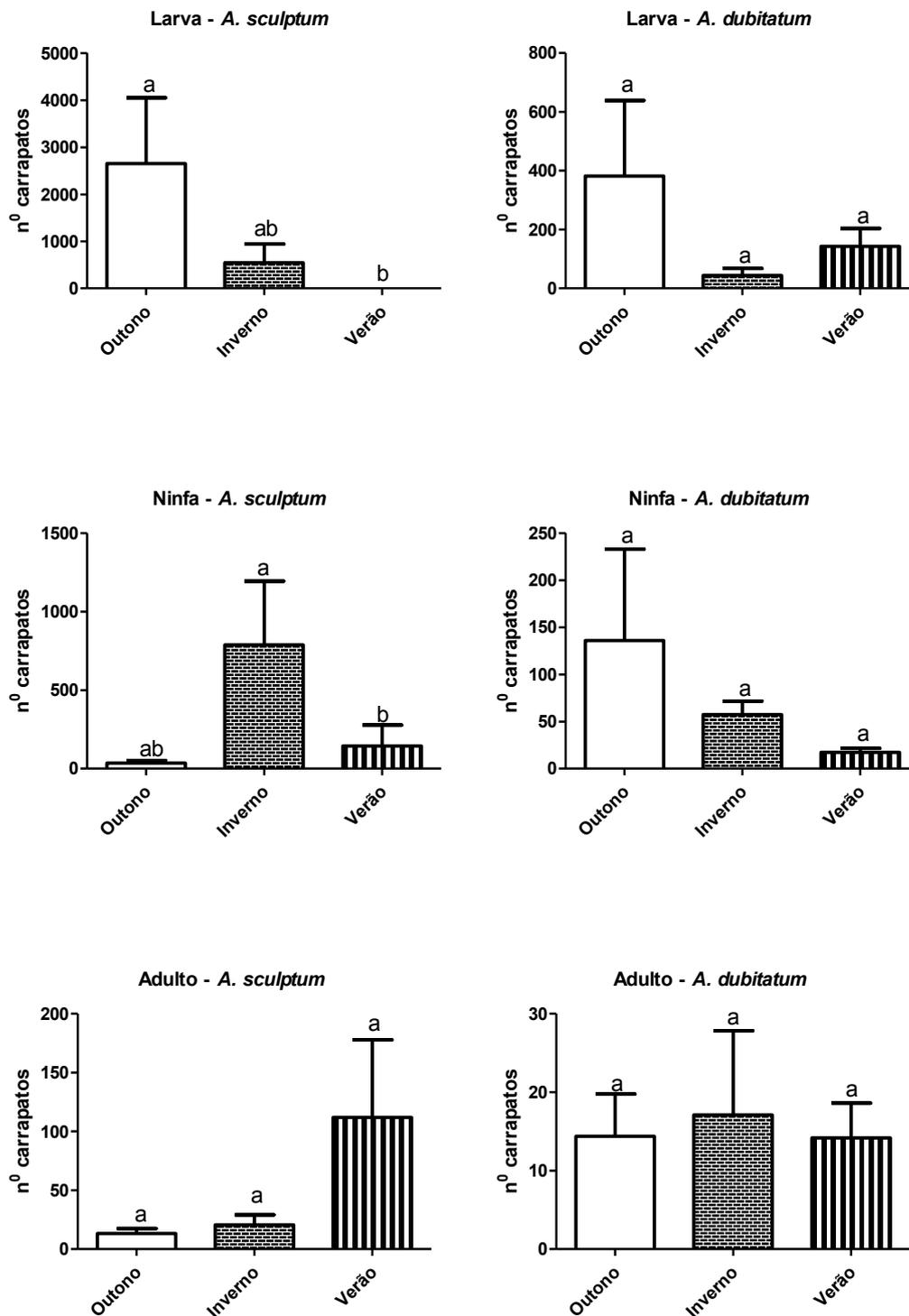
**Tabela 4.** Número total de carrapatos de acordo com a estação de busca (outono, inverno e verão) e a metodologia utilizada (arraste, CO<sub>2</sub> e visual).

Locais	Outono				Inverno				Verão			
	Arraste	CO <sub>2</sub>	Visual	<b>Total</b>	Arraste	CO <sub>2</sub>	Visual	<b>Total</b>	Arraste	CO <sub>2</sub>	Visual	<b>Total</b>
<b>1</b>	1614	1206		<b>2820</b>	61	281		<b>342</b>	37	77		<b>114</b>
<b>2</b>	85	7		<b>92</b>	21	95		<b>116</b>	2	31		<b>33</b>
<b>3</b>	616	1127		<b>1743</b>	295	384		<b>679</b>	146	505		<b>651</b>
<b>4</b>	1153	358	11174	<b>12685</b>	658	133		<b>791</b>	39	68		<b>107</b>
<b>5</b>	6	248	3	<b>257</b>	93	489		<b>582</b>	6	202		<b>208</b>
<b>6</b>	678	638		<b>1316</b>	411	574		<b>985</b>	1	40		<b>41</b>
<b>7</b>	1635	298	7250	<b>9183</b>	4971	2650	357	<b>7978</b>	664	1679		<b>2343</b>
<b>8</b>	355	93	1974	<b>2422</b>	599	1930	10	<b>2539</b>	48	415		<b>463</b>
<b>9</b>	37	88		<b>125</b>	51	105		<b>156</b>	0	12		<b>12</b>
<b>10</b>	1481	213	3	<b>1697</b>	175	385		<b>560</b>	4	351		<b>355</b>
<b>Total</b>	<b>7660</b>	<b>4276</b>	<b>20404</b>	<b>32340</b>	<b>7335</b>	<b>7026</b>	<b>367</b>	<b>14728</b>	<b>947</b>	<b>3380</b>	<b>0</b>	<b>4327</b>

Locais: 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".

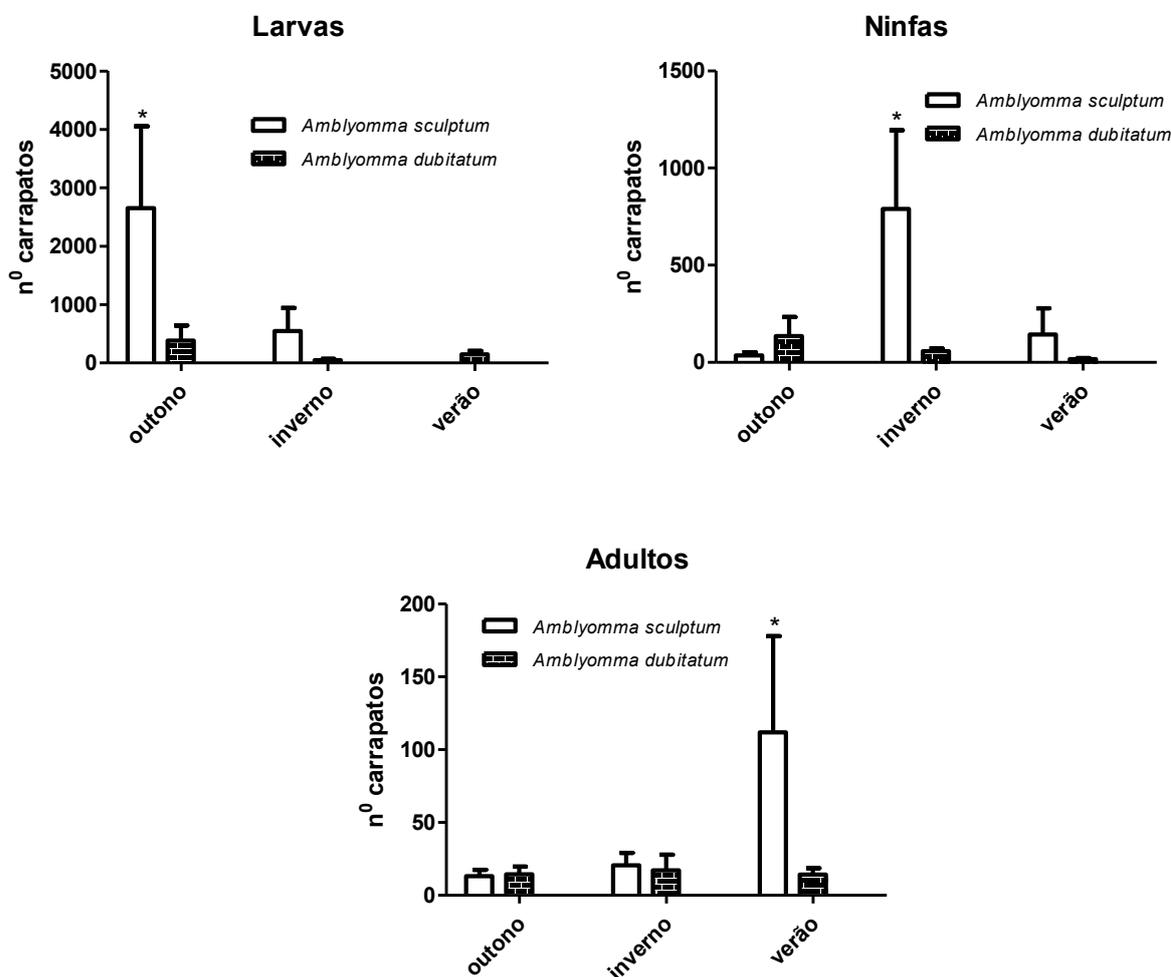
Na avaliação sazonal por espécie observou-se um número médio maior de larvas de *A. sculptum* e *A. dubitatum* no outono, de ninfas de *A. sculptum* no inverno, de *A. dubitatum* no outono e de adultos de *A. sculptum* no verão (Figura 5). O número de adultos de *A. dubitatum* variou pouco entre as três estações. Porém em função da elevada variação no número de carrapatos entre os dez pontos de coleta apenas algumas diferenças atingiram significância estatística (Figura 5). Na comparação entre as duas espécies de carrapatos observou-se haver um número significativamente maior de larvas, ninfas e adultos de *A. sculptum*,

respectivamente no outono, inverno e verão em relação aos mesmos estágios de *A. dubitatum* (Figura 6).



**Figura 5.** Comparação dos números médios de larvas, ninfas e adultos dos carrapatos *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* entre três estações do ano em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Barras verticais indicam desvio padrão e

“\*” indica diferença significativa ( $P < 0.05$ ) na comparação entre as três estações do ano de um estágio evolutivo de uma das espécies de carrapato.



**Figura 6.** Comparação entre os números médios de larvas, ninfas e adultos dos carrapatos *Amblyomma sculptum* e *Amblyomma dubitatum* coletados de acordo com a estação do ano em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. Barras verticais indicam o desvio padrão da média e “\*” indica diferença significativa ( $P < 0.05$ ) na comparação entre as duas espécies em uma determinada estação do ano.

### 3.3. Altura de espreita de carrapatos na vegetação

O comportamento de altura de espreita foi observado 29 vezes ao longo do período de estudos, sendo 27 (93,1%) observações do carrapato *A. sculptum* e duas (6,9%) do carrapato *A. dubitatum*, perfazendo 20.771 carrapatos registrados. Desse total, 20.768 foram de *A.*

*sculptum* (20.427 larvas, 339 ninfas e dois adultos) e três de *A. dubitatum* (duas larvas e um adulto). A altura de espreita variou de 9 a 77 cm (média= 29,8 cm  $\pm$  15). A altura das larvas (16 agregados com um total de 20.429 larvas) variou de 9-56 cm (média= 26,4 cm  $\pm$  14,1), das ninfas de 15 a 77 cm (média= 35,3 cm  $\pm$  16,9) e dos adultos de 24 a 44 cm (média= 34,3 cm  $\pm$  10).

Larvas foram avistadas 16 vezes na busca visual, e o número carrapatos encontrados em cada ocasião (cada agregado de carrapatos) variou de 2 a 4.946, totalizando 20.429 (98,4%) carrapatos. O menor agregado foi constituído de duas larvas de *A. dubitatum*. Ninfas foram localizadas por inspeção visual 10 vezes, todas da espécie *A. sculptum*, e em números que variaram de uma unidade até a um agregado com 162 espécimes, totalizando 339 (1,6%) carrapatos. Já os adultos foram avistados apenas três vezes (0,01%) sobre a vegetação sendo um casal de *A. sculptum* (24 e 35 cm) e uma fêmea de *A. dubitatum* (44 cm).

#### 3.4. Eficiência dos métodos de coleta

A busca visual foi o método de coleta que resultou no maior número de carrapatos, com 40,4% do número total (n=20.771 espécimes, destes 99,99% foram de *A. sculptum* e apenas 0,01% de *A. dubitatum*), seguido por arraste com 31% (n=15.942 carrapatos, destes, 80% foram de *A. sculptum* e 20% de *A. dubitatum*) e armadilhas CO<sub>2</sub> com 28,6% (n=14.682 carrapatos, destes 65,5% foram de *A. sculptum* e 34,5% de *A. dubitatum*). Do total de carrapatos coletados, nota-se que *A. sculptum* foi o mais prevalente (84%) em relação ao *A. dubitatum* (16%). A respeito dos diferentes tipos de coleta utilizados para ambas as espécies, para *A. sculptum* o principal método foi a busca visual (48%), seguido de arraste (30%) e, por último, armadilha de CO<sub>2</sub> (22%). Em contrapartida, para *A. dubitatum*, o melhor método de coleta foi a armadilha de CO<sub>2</sub> (61,31%), seguida pelo arraste (38,65%) e, por último, busca visual (0,04%).

Globalmente, o número de carrapatos coletados não diferiu de acordo com o método de coleta (H=3,813; DF= 2; P= 0,149). Considerando cada estágio de desenvolvimento separadamente, observou-se que no caso das larvas a eficiência das três técnicas de coleta não diferiu (H=4,338; DF=2; P=0,114). Por outro lado, ninfas foram coletadas mais eficientemente através de gelo seco e do arraste, quando comparadas com a busca visual (H= 17,211, DF=2; P=0,0002) e não houve diferença significativa na eficiência entre arraste e gelo

seco. Adultos foram coletados mais eficientemente através do gelo seco, quando comparados com arraste e busca visual ( $H=20,998$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,0001$ ).

Considerando a eficiência dos três métodos de coleta para *A. sculptum* isoladamente, não se notou no caso de larvas diferença significativa entre as técnicas de amostragem ( $H=2,891$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,2348$ ). O número de ninfas obtidas dessa espécie foi similar utilizando arraste e gelo seco, mas ambos mais eficientes do que a busca visual ( $H=13,917$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,001$ ). Adultos do carrapato *A. sculptum* foram coletados mais eficientemente através de gelo seco, quando comparado com as outras duas técnicas ( $H=13,361$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,0003$ ).

No caso da espécie *A. dubitatum*, larvas foram coletadas de forma mais eficiente com gelo seco e arraste em relação à busca visual ( $H=19,967$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,0002$ ). Ninfas e adultos da mesma espécie foram coletados em número significativamente maior com armadilhas de gelo seco quando comparadas ao arraste e a busca visual ( $H=22,666$ ;  $DF=2$ ;  $P=0,0001$ ). Arraste e busca visual foram similares na eficiência de coleta de ninfas e adultos de *A. dubitatum*.

### 3.5. Risco de exposição humana

Para o risco de exposição humana foram considerados a densidade de carrapatos, as espécies encontradas e seu comportamento, sua distribuição sazonal e frequência de uso/provável contato com seres humanos. Como o carrapato *A. sculptum* é a espécie mais agressiva para seres humanos no Cerrado e ninfas representam o estágio que mais pica (Szabó et al., 2020), o maior risco de exposição humana foi apontado aos pontos sete (MRV) e oito (Lagos) particularmente no inverno.

### 3.6. Infecção de carrapatos por *Rickettsia*

DNA de *Rickettsia* foi pesquisado em 173 “pools” de carrapatos ( $n=1.612$  carrapatos), sendo 75 “pools” de *A. sculptum* (673 espécimes com 48 fêmeas, 56 machos, 329 ninfas e 240 larvas) e 98 “pools” de *A. dubitatum* (939 espécimes com 49 fêmeas, 89 machos, 366 ninfas e 435 larvas). Em 23 “pools” de *A. dubitatum* foi observada amplificação do gene *gltA* característico do gênero *Rickettsia*. Destes 23 “pools” não ocorreu amplificação do gene *ompA* característica das riquetsias do grupo da febre maculosa, porém todas resultaram na amplificação de DNA ao se utilizar os *primers* específicos para *R. bellii* (Tabela 5). De forma

mais específica foram avaliados 36 “pools” de adultos de *A. dubitatum*, sendo 13 apenas com fêmeas, 20 de machos e três com ambos (n=138), 39 “pools” de ninfas da mesma espécie (n=366) e 23 “pools” (n=435) de larvas. Destes, em oito “pools” de adultos, nove de ninfas e em seis de larvas observou-se amplificação de DNA de *R. bellii*.

Os carrapatos *A. dubitatum* infectados por *R. bellii* foram encontrados em nove dos 10 locais analisados e coletados nas três estações do ano (Tabela 5). Considerando que cada “pool” em que houve a amplificação do DNA de rickettsia tinha pelo menos um carrapato infectado, as taxas mínimas de infecção por *R. bellii* das populações de carrapato foram de 5,8%, 2,5% e 1,4% para adultos, ninfas e larvas de *A. dubitatum*, respectivamente.

Em nenhuma das amostras de *A. sculptum* houve a amplificação de DNA do gene característico do gênero *Rickettsia* (gltA).

**Tabela 5.** “Pools” de carrapatos *A. dubitatum* com DNA de *R. bellii* de acordo com a quantidade de espécimes, estágio de vida, local encontrado e estação do ano da coleta em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019.

Nº carrapatos por “pool”	Estágio	Local	Estação do ano
5	F	1	outono
2	F	7	outono
4	F	1	inverno
2	F	10	verão
5	M	1	inverno
5	M	6	inverno
5	M	8	verão
5	M	1	verão
10	N	1	outono
7	N	9	outono
10	N	2	inverno
10	N	2	inverno
10	N	2	inverno
10	N	3	inverno
10	N	3	inverno
10	N	6	inverno
10	N	5	verão
20	L	2	outono
20	L	3	outono
20	L	5	outono
20	L	2	inverno
20	L	7	verão

20	L	3	verão
----	---	---	-------

F- Fêmeas; M – Machos; N- Ninfas; L- Larvas. 1- Parque Santa Luzia IV; 2- Parque Santa Luzia II; 3- Praia Clube Serralheria; 4- Praia Clube Eclusa; 5- Parque Linear I; 6- Parque Linear II; 7- MRV; 8- Lagos; 9- Condomínio Morada do Sol "Norte"; 10- Condomínio Morada do Sol "Sul".

#### 4. DISCUSSÃO

Apenas duas espécies de carrapatos, *A. sculptum* e *A. dubitatum*, foram encontradas nas margens da bacia do rio Uberabinha. Esse registro deve ter ocorrido porque o estudo foi direcionado para ambientes adequados para as duas espécies de carrapatos, vegetação de beira de corpos d'água em associação à ocorrência de capivara (Szabó et al., 2007; Queirogas et al., 2012; Luz et al., 2019). Em nosso trabalho, porém, foi descrita a densidade destas espécies de carrapatos obtida através de uma metodologia de coleta localmente intensa pela associação de três técnicas de coleta, muito mais fidedigna do que em trabalhos anteriores. Com a densidade dos parasitos foi possível fazer comparações, as mais precisas, entre os 10 locais de amostragem.

Notou-se haver uma grande variação na proporção relativa das duas espécies de carrapatos, com *A. dubitatum* prevalecendo em quatro locais e *A. sculptum* em outros seis. Este resultado é relevante na medida em que já foi observada uma predominância de *A. sculptum* em áreas endêmicas (Luz et al., 2019). Além da predominância, o trabalho de Luz et al. (2019) apontou uma intensidade elevada de infestação por *A. sculptum* em áreas endêmicas. De fato, em nosso trabalho as densidades do carrapato *A. dubitatum* foram relativamente constantes nos dez locais avaliados enquanto aquelas de *A. sculptum* foram variadas com densidade extremamente elevada em dois locais. Esses resultados indicam a possibilidade do carrapato *A. sculptum* atingir densidades mais elevadas em áreas antropizadas. No conjunto estes resultados indicam haver em um mesmo município, áreas mais predispostas outras mais refratárias para a FMB.

A variação na proporção das duas espécies de carrapatos pode ser parcialmente explicada pela associação de cada espécie de carrapato a um microambiente específico. *A. dubitatum* é encontrado em áreas mais úmidas e propensas a alagamentos, enquanto o *A. sculptum* necessita de áreas verdes mais secas (Szabó et al., 2007; Queirogas et al., 2012). Estas condições variam nas beiras dos corpos d'água e, na presença de uma população de

capivaras, irão determinar a proporção relativa das duas espécies. Em se provando a importância da relação *A. sculptum/A. dubitatum* para a endemia da FMB será possível o controle ecológico da doença através de modificações ambientais que favoreçam o *A. dubitatum* em detrimento do *A. sculptum*.

A sazonalidade é uma característica da FMB e em áreas endêmicas está associada ao final do inverno e primavera quando predominam as ninfas de *A. sculptum* (Labruna, 2009) e também as picadas humanas por essa espécie de carrapato (Szabó et al., 2020). Observamos, porém, uma sazonalidade bem pronunciada e típica da espécie no caso do *A. sculptum* mas não no caso do *A. dubitatum*. Os adultos dessa última foram observados em números equivalentes nas três estações e ninfas e larvas foram coletados majoritariamente no outono. Uma possível sazonalidade de *A. dubitatum* deverá, portanto, ser mais bem explorada em trabalhos adicionais.

A altura de espreita na vegetação indica diversos aspectos da ecologia e do comportamento de um carrapato (Szabó et al., 2009; Sonenshine e Roe, 2014; Pajuaba et al., 2018). O comportamento de tocaia/espreita, presente em algumas espécies, mas não em outras, facilita o encontro com o hospedeiro em movimentação que roça na vegetação com o parasito. A altura de espreita por sua vez, reflete o tamanho do hospedeiro desejado. Em contrapartida, os carrapatos com comportamento de ataque se movem ativamente sobre o solo em direção ao hospedeiro em repouso ou estacionado, direcionados, entre outros, pelo CO<sub>2</sub> emitido (Sonenshine e Roe, 2014). Nesse trabalho apenas *A. sculptum* exibiu um comportamento de espreita e sem uma distinção clara entre os estágios quanto à altura na vegetação. Essa altura, que variou de 9 a 77 cm, é adequada para contato com capivaras e indica que os três estágios, larva, ninfa e adulto, procuram por esse hospedeiro. Por outro lado, essa espécie de carrapato também expressou comportamento de ataque sendo abundantemente capturado em armadilhas de CO<sub>2</sub> conforme descrito anteriormente na literatura (Szabó et al., 2007; Pajuaba et al., 2018). Desprende-se dos expostos que o *A. sculptum* é uma espécie mais dinâmica na busca por hospedeiros e que explica, em parte, uma maior taxa de encontro com hospedeiros humanos.

Apenas três carrapatos *A. dubitatum* estavam em comportamento de espreita e que indica não ser uma atitude comum dessa espécie. Ademais todos os estágios dessa espécie de carrapato foram capturados em números significativamente maiores usando armadilhas de CO<sub>2</sub> indicando um comportamento de ataque. Pajuaba et al. (2018) já demonstraram essa

característica no comportamento desta espécie de carrapato e que indica sua predisposição a permanecer mais próximo ao solo úmido, provavelmente para evitar a dessecação. Esse comportamento do carrapato *A. dubitatum* lhe fornece atributos característicos. Por exemplo, esse carrapato necessita de uma posição estacionária do hospedeiro para iniciar o parasitismo. Ao mesmo tempo é um carrapato para qual a técnica de coleta utilizando armadilhas de CO<sub>2</sub> é importante uma vez que o arraste de flanela é mais eficiente para carrapatos em espreita sobre a vegetação, o *A. sculptum* por exemplo, e conforme demonstrado em nosso trabalho.

O inverno e locais com maior densidade de *A. sculptum* foram considerados os fatores que determinam o maior risco de picada humana e exposição à FMB. Além da elevada densidade e maior agressividade dessa espécie de carrapato, os dois comportamentos de busca por hospedeiro, espreita e ataque, aumentam a possibilidade de parasitismo humano. Nestas condições o maior risco de exposição humana dos locais avaliados ocorreria nos pontos sete (MRV) e oito (Lagos) particularmente no inverno. Entretanto, a frequência de uso por seres humanos de cada local não está estabelecida impedindo uma avaliação mais precisa. Pode-se ressaltar duas situações contrastantes a este respeito. Os locais avaliados na margem do rio Uberabinha na altura do Praia Clube (pontos 3 e 4) são separados dos usuários por cercas que impedem o acesso deles às áreas infestadas. A cerca também impede a disseminação da infestação pela restrição da movimentação das capivaras. O local nove (Condomínio Morada do Sol Norte) é usado rotineiramente pelos usuários do Condomínio para lazer e não há restrição de movimentação das capivaras. Assim apesar da equivalência da infestação ambiental dos locais quatro e nove por ninfas de *A. sculptum*, o risco de exposição é muito maior no último pelo uso simultâneo do espaço por capivaras, carrapatos e humanos.

As amostras de carrapatos obtidos em diferentes locais e abrangendo extensa área da cidade, demonstraram a infecção com *R. bellii* dos diversos estágios do carrapato *A. dubitatum* em nove dos dez locais e nas três estações do ano. Em oposição, não se detectou DNA do gênero *Rickettsia* em carrapatos *A. sculptum*. Muito embora ainda não exista uma explicação precisa, a presença intensa da *R. bellii* em populações de carrapatos e com prevalência da espécie *A. dubitatum* está associada à ausência ou menor prevalência de *R. rickettsii* (Luz et al. 2019). Uma explicação para tal é fundamentada no fenômeno da interferência em que a infecção por uma espécie de *Rickettsia* impede a transmissão transovariana de outra espécie (Macaluso et al., 2002). Em um estudo mais específico Sakai et. al (2014), demonstraram que carrapatos *A. dubitatum* infectados por *R. bellii* se tornam, em parte, refratários a *R. rickettsii*.

O município de Uberlândia é considerado uma área não endêmica de febre maculosa até o momento e os resultados obtidos no presente trabalho reforçam esta condição. Porém, há de se considerar que os locais com a maior densidade de *A. sculptum* sejam mais predispostas para FMB em termos eco-epidemiológicos. As condições para as infestações mais intensas por *A. sculptum* em ambientes antropizados tem origem antropogênica (Szabó et al., 2009; Luz et al., 2019) e alterações ambientais constantes no município podem gerar condições ainda mais favoráveis. Por esta razão o monitoramento das populações de carrapatos bem como da picada de seres humanos deveria, de forma ideal, ser monitorada.

## REFERÊNCIAS

Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. BioEstat 5.3, aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/ MCT- CNPq/ Conservation International.

Barros-Battesti, D.M.B., Arzua, M., Bechara, G.H., 2006. Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo.

Brites-Neto, J., Brasil, J., Takeda, G.A.C.G., Guillen, A.C., Labruna, M.B., Pinter, A., 2018. Diferenciação morfológica entre larvas de *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888 e *Amblyomma dubitatum* Neumann, 1899. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 70, 1521-1528. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9774>.

Labruna, M.B., Whitworth, T., Bouyer, D.H., McBride, J., Camargo, L.M.A., Camargo, E.P., Popov, V., Walker, D.H. 2004. *Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* Ticks from the State of Rondônia, Western Amazon, Brazil. Journal of Medical Entomology, 41, 1073-1081. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.6.1073>.

Labruna, M.B., 2009. Ecology of *rickettsia* in South America. Annals of the New York Academy of Sciences, 1166, 156-166. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04516.x.

Luz, H.R., Costa, F.B., Benatti, H.R., Ramos, V.N., Serpa, M.C., Martins, T.F., Acosta, I.C.L., Ramirez, D.G., Muñoz-Leal, S., Ramirez-Hernandez, A., Binder, L.C., Carvalho, M.P., Rocha, V., Dias, T.C., Simeoni, C.L., Brites-Neto, J., Brasil, J., Nieves, A.M., Monticelli, P.F., Moro, M.E.G., Lopes, B., Aguiar, D.M., Pacheco, R.C., Souza, C.E., Piovezan, U., Juliano, R., Ferraz, K.M.P.M.B., Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., 2019. Epidemiology of capybara-associated Brazilian spotted fever. PLoSNegl. Trop. Dis.13, e0007734. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007734>.

Macaluso, K.R., Sonenshine, D.E., Ceraul, S.M., Azad, A.F., 2002. Rickettsial infection in *Dermacentor variabilis* (Acari: Ixodidae) inhibits transovarial transmission of a second *Rickettsia*. Journal of Medical Entomology, 39, 809–813. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.6.809>.

Martins, T.F., Onofrio, V.C., Barros-Battesti, D.M., Labruna, M.B., 2010. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescription, and identification key. Ticks and Tick-borne Diseases, 1, 75-99. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.03.002.

Pacheco, R.C., Horta, M.C., Moraes-Filho, J., Ataliba, A.C., Pinter, A., Labruna, M.B., 2007. Rickettsial infection in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from São Paulo, Brazil: serological evidence for infection by *Rickettsia bellii* and *Rickettsia parkeri*. Biomedica, 27, 364-371.

Pajuaba Neto, A.A., Ramos, V.N., Martins, M.M., Osava, C.F., Pascoal, J.O., Suzin, A., Yokosawa, J., Szabó, M.P.J., 2018. Influence of microhabitat use and behavior of *Amblyomma sculptum* and *Amblyomma dubitatum* nymphs (Acari: Ixodidae) on human risk

for tick exposure, with notes on *Rickettsia* infection. Ticks Tick Borne Dis. 9, 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.10.007>.

Queirogas, V.L., Claro, K.D., Nascimento, A.R.T., Szabó, M.P.J., 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, 75-82. DOI 10.1007/s10493-012-9533-1.

Ramos, V.N., Osava, C.F., Piovezan, U. Szabó, M.P., 2014. Complementary data on four methods for sampling free-living ticks in the Brazilian Pantanal. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 23, 516-521. doi: 10.1590/S1984-29612014091.

Sakai, R.K., Costa, F.B., Ueno, T.E., Ramirez, D.G., Soares, J.F., Fonseca, A.H., Labruna, M.B., Barros-Battesti, D.M., 2014. Experimental infection with *Rickettsia rickettsii* in an *Amblyomma dubitatum* tick colony, naturally infected by *Rickettsia bellii*. Ticks and tick-borne diseases, 5, 917-923. doi: 10.1016/j.ttbdis.2014.07.003.

Sangioni, L.A., Horta, M.C., Vianna, M.C., Gennari, S.M., Soares, R.M., Galvão, M.A., Schumaker, T.T., Ferreira, F., Vidotto, O., Labruna, M.B., 2005. Rickettsial infection in animals and Brazilian spotted fever endemicity. Emerging infectious diseases, 11, 265-270. DOI: 10.3201/eid1102.040656.

SEPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento Urbano - Núcleo de Pesquisa Estatística e Banco de Dados, 2019. Banco de Dados Integrados de Uberlândia - DBI.

Soares, J.F., Soares, H.S., Barbieri, A.M., Labruna, M.B., 2012. Experimental infection of the tick *Amblyomma cajennense*, Cayenne tick, with *Rickettsia rickettsii*, the agent of Rocky Mountain spotted fever. Medical and veterinary entomology, 26, 139-151. doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00982.x.

Sonenshine, D.E., Roe, R.M., 2014. Biologyofticks. Oxford University Press, Volume 1. ISBN 978-0-19-974405-3.

Souza, C.E., Moraes-Filho, J., Ogrzewalska, M., Uchoa, F.C., Horta, M.C., Souza, S.S., Borba, R.C., Labruna, M.B., 2009. Experimental infection of capybaras *Hydrochoerus hydrochaeris* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. Veterinary parasitology, 161, 116-121. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.12.010.

Szabó, M.P.J., Castro, M.B., Ramos, H.G.C., Garcia, M.V., Castagnolli, K.C., Pinter, A., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Duarte, J.M.B., Labruna, M.B., 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. DOI: 10.1016/j.vetpar.2006.08.009.

Szabó, M.P.J., Labruna, M.B., Garcia, M.V., Pinter, A., Castagnolli, K.C., Pacheco, R.C., Castro, M.B., Veronez, V.A., Magalhães, G.M., Vogliotti, A., Duarte, J.M.B., 2009. Ecological aspects of the free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails within Atlantic rainforest in south-eastern Brazil. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 103, 57-72. doi: 10.1179/136485909X384956.

Szabó, M.P.J, Pinter, A., Labruna, M. B., 2013a. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 3. DOI: 10.3389/fcimb.2013.00027.

Szabó, M.P.J., Nieri-Bastos, F.A., Spolidorio, M.G., Martins, T.F., Barbieri, A.M., Labruna, M.B., 2013b. 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*, 140, 719-728. doi: 10.1017/S0031182012002065.

Szabó, M.P.J., Martins, T.F., Barbieri, A.R.M., Costa, F.B., Soares, H.S., Tolesano-Pascoli, G.V., Torga, K., Saraiva, D.G., Ramos, V.N., Osava, C.F., Castro, M.B., Labruna, M.B., 2020. Ticks biting humans in the Brazilian savannah: Attachment sites and exposure risk in relation to species, life stage and season, 11. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.101328>.

**Tabela Suplementar 1.** Número total de carrapatos de acordo com a espécie, estágio de vida e estação do ano coletados em dez áreas urbanas de Uberlândia, Minas Gerais, 2018-2019. A- Adultos; N- Ninfas; L- Larvas; A. s.- *A. sculptum*; A. d.- *A. dubitatum*; T. L.- total local.

Locais	Outono						Inverno						Verão						T. L.
	A		N		L		A		N		L		A		N		L		
	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	A. s.	A. d.	
<b>1</b>	0	50	1	133	14	2622	2	14	5	100	3	218	0	42	2	38	0	32	<b>3276</b>
<b>2</b>	0	0	1	3	1	87	0	10	14	74	0	18	1	25	0	6	0	1	<b>241</b>
<b>3</b>	30	36	26	996	6	649	5	5	42	59	565	3	26	0	10	33	0	582	<b>3073</b>
<b>4</b>	11	2	23	8	12620	21	16	0	147	9	615	4	11	1	24	33	0	38	<b>13583</b>
<b>5</b>	9	25	19	148	11	45	12	113	240	84	2	131	43	19	0	8	2	136	<b>1047</b>
<b>6</b>	12	7	20	15	1200	62	5	8	581	149	224	18	25	8	0	6	0	2	<b>2342</b>
<b>7</b>	35	6	11	30	8826	276	71	7	3794	28	4026	52	631	28	1346	26	12	300	<b>19505</b>
<b>8</b>	31	6	25	5	2348	7	66	8	2430	35	0	0	340	11	66	13	0	33	<b>5424</b>
<b>9</b>	1	1	46	6	68	3	1	1	150	4	0	0	11	1	0	0	0	0	<b>293</b>
<b>10</b>	3	11	182	18	1439	44	28	5	491	34	0	2	31	7	1	11	0	305	<b>2612</b>
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>144</b>	<b>354</b>	<b>1362</b>	<b>26533</b>	<b>3816</b>	<b>206</b>	<b>171</b>	<b>7894</b>	<b>576</b>	<b>5435</b>	<b>446</b>	<b>1119</b>	<b>142</b>	<b>1449</b>	<b>174</b>	<b>14</b>	<b>1429</b>	<b>51396</b>