Vanessa do Nascimento Ramos

ECOLOGIA DA INTERAÇÃO ENTRE CARRAPATOS E HOSPEDEIROS NO PANTANAL: O PAPEL DO PORCO MONTEIRO, DO GADO NELORE E DE PEQUENOS MAMÍFEROS PARA A IXODOFAUNA NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Orientador
Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó

Co-orientador
Dr Ubiratan Piovezan

Uberlândia, MG
Fevereiro - 2013

“Os dias voltam, mas os minutos serão outros.”
(André Luiz)

“Não há problema que não possa ser solucionado pela paciência”
(Francisco Cândido Xavier)

Para tio Téo, vovó Dilina, tio
Carmo, tia Fátima
e vovô Joaquim, que nessa
ordem partiram para o plano espiritual.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), pela bolsa produtividade em pesquisa concedida ao orientador.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de Iniciação Cientifica concedida a A.H.A.F. para realização dos procedimentos experimentais.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais (PPGECRN) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Pantanal, pela parceria para a coleta de dados.

Às secretárias Helena (Faculdade de Medicina Veterinária - FAMEV), Helena e Luiza (INBIO), e principalmente Maria Angélica (PPGECRN).

Ao diretor do Instituto de Biologia (INBIO) da UFU, Jimi Naoki Nakajima, pelo auxílio com burocracias.

Ao Prof. Robson, responsável pela suinocultura no ano de 2011, à diretora Carina, ao Sr. Rui (responsável) e Sr. Bolivar (funcionário) da Fazenda Capim Branco.

Ao Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szabó (Famev-UFU), meu orientador, pela oportunidade, exemplo e confiança.

Ao Dr. Ubiratan Piovezan, por me co-orientar, pela força em Corumbá e por viabilizar a oportunidade de conhecer melhor esse lugar maravilhoso que é o Pantanal.

Ao Dr. Heitor Herrera, por permitir o trabalho no Manduvi e pela força inicial no trabalho com os porcos monteiros, inclusive por seus funcionários (“Poca Telha” e Sr. Carlos).

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e oportunidade de discussão do trabalho.

Ao Dr. Santiago Nava (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, Argentina), pelas sugestões ao projeto e à metodologia de campo e pelo acolhimento na Argentina.

À profa. Dra. Natalia Leiner e membros de seu laboratório, pela parceria, confiança e amizade.

Às Profas. Dras. Ana Elizabeth Iannini Custódio e Natalia de Oliveira Leiner pela orientação no Estágio Docência.

A Aninha, Tathi e todos os outros que ajudaram com os porcos na Fazenda Capim Branco e a Aninha, Adha e Elis pela manutenção das colônias e infestações experimentais.

Aos colegas do Laboratório de Ixodologia (LABIX) da UFU, que ainda estão lá (Marlene, Grazie, Khelma, Carol, Jean, Marcella, Tathiane, Vinícius, Guilherme, Adha, Elis, Jamile) ou que já se foram (Luiz Gustavo, Monize, Ana Helena, Driene, Marquinhos, Guilherme, Thaisa, Aline, Sara, Ana Cláudia, Verinha).

Ao Marcos Valério, pelo pouso em Campo Grande e pela simpatia de sempre.

Aos meus auxiliares de campo oficiais: Dani, Aninha, Marcella, Vinicius, Adriana e Carol, além dos que ajudaram ocasionalmente mas cuja ajuda foi de grande valia: Monize (Labix), Giselle (Dourados), Tiaguinho (USP), David (EUA) e Zucco.

Aos colegas Luís Gustavo e Isabella Fontana, pela união de esforços na captura do porco monteiro.

Aos que deram carona de quadriciclo quando eu estava a pé: Rafael, Pamela, Juliane, Everton, Zucco.

Ao pessoal que ficou na casa da fauna e guardou os carrapatos que trouxeram do campo.

A Talita, pela ajuda com a coleta nos caraguateiros, pela força no transporte para a captura dos porcos e pelo acolhimento em Corumbá.

Ao Pedro e ao Chico (Jaboticabal), pela força com o transporte das armadilhas no campo, e principalmente pela simpatia e amizade.

Aos assistentes da EMBRAPA Pantanal que auxiliaram com os bovinos e aos que trabalharam arduamente na captura dos porcos: Zairo, Oziel e Sr. Marcio, assim como aos motoristas que nos acompanharam, em especial ao Sr. Airton.

A todos os funcionários da fazenda, pelo auxílio, simpatia, acolhimento, amizade. Àquelas pessoas que fizeram com que a Fazenda Nhumirim se tornasse muito mais que um campo de trabalho, me proporcionando uma experiência para a vida. Sempre me lembrarei de vocês com muito carinho.

Aos amigos dos tempos da faculdade, por me darem um motivo a mais pra amar ter escolhido Ciências Biológicas (e UNESP-IBILCE) e continuar na luta. Aos professores da graduação (e orientadores) que foram exemplo, inspiração e apoio na minha formação profissional: Eliane Gonçalves de Freitas, Renato Gregorin e Classius de Oliveira.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, e por me orientaram sempre para a seriedade e responsabilidade em relação aos estudos, priorizando esse direcionamento em minha vida.

Aos meus irmãos Kleber e Elvis, que mesmo não tendo as mesmas oportunidades, me concederam os meios básicos pra começar a minha vida acadêmica, em São José do Rio Preto. À Amanda, minha cunhada que também fez parte disso.

À minha família querida em Uberlândia – tia Maria, Klebão, Pri e Mateus. Em especial, à minha tia Rosalina e tio Athos (e toda sua família), não só pela acolhida na chegada a Uberlândia, mas sobretudo pelo apoio e amor desde sempre.

Ao Rodrigo, meu companheiro que me apoiou, cresceu junto e conseguiu superar os obstáculos que surgiram na nossa caminhada, construindo comigo um lar para o qual sempre pude voltar e encontrar a paz e o descanso renovador, essenciais para prosseguir o meu trabalho com muito mais energia.

À família do Rodrigo, por me acolher e me fazer sentir realmente parte da família, e por ficar perto dele quando eu estava longe.

A Deus, SEMPRE, e neste momento, em especial, por ter permitido que eu convivesse com todas essas pessoas, por ter me concedido todas essas oportunidades, e por ter me dado forças para superar as dificuldades do caminho.

RESUMO

Ramos, Vanessa do Nascimento, 2013. Ecologia da interação entre carrapatos e hospedeiros no Pantanal: o papel do porco monteiro, do gado Nelore e de pequenos mamíferos para a ixodofauna na sub-região da Nhecolândia, MS. Tese de doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia, MG. 184p.

Ao alternarem períodos parasitários e de vida livre, os carrapatos estabelecem complexa rede de interações com o ambiente e seus hospedeiros. A interferência humana no ambiente altera estas relações com resultados imprevisíveis. Neste trabalho foram estudados aspectos ecológicos das interações entre carrapatos e hospedeiros no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Foram verificadas associações de carrapatos com porcos monteiros (forma feral de *Sus scrofa*) e gado Nelore (*Bos indicus*), ambos mamíferos exóticos e mais abundantes na região, e com pequenos mamíferos não-voadores. *Amblyomma cajennense* foi predominante no ambiente, seguido por *Amblyomma parvum,* com adultos mais numerosos na época das chuvas e ninfas na seca. A distribuição dos carrapatos foi desigual no ambiente, com formações florestais contendo quase a totalidade dos carrapatos e nestas, aglomerados da bromélia caraguatá (*Bromelia balansae*) foram mais infestados por *A. parvum*. Áreas com gado apresentaram número maior de adultos na estação chuvosa do que áreas sem gado. Porcos monteiros foram infestados predominantemente por *A. cajennense* machos (73,9% do total de carrapatos) no verão e adultos e ninfas, muitas ingurgitadas (33,1% do total de carrapatos), no inverno. Congêneres domésticos do porco monteiro alimentaram com sucesso adultos e ninfas de *A. cajennense* em infestações experimentais. Nos bovinos houve predomínio de *Rhipicephalus microplus* (65,1% do total), mas com infestações importantes por *A. cajennense* (31,2% do total). A infestação por *A. cajennense* ocorreu mais na seca e predominantemente por ninfas ingurgitadas (59,7% dos carrapatos *Amblyomma*). Em infestações experimentais o bovino foi um hospedeiro adequado para ninfas de *A. cajennense*. Carrapatos *A. parvum* foram encontrados em número muito reduzido e somente na cabeça dos bovinos, entretanto, muitas das fêmeas estavam ingurgitadas (28,6% dentre os carrapatos *Amblyomma*). Pequenos mamíferos (*Monodelphis domestica*, *Oecomys mamorae*, *Clyomys laticeps* e *Thrichomys pachyurus*) estavam parasitados por larvas e ninfas de *A. parvum*, a maioria fixada e ingurgitada. Os roedores Echimyidae, notadamente *T. pachiurus*, foram mais regularmente infestados e por maior número de imaturos. Foi notável a ausência de *A. cajennense* nestes hospedeiros, em contraste com a grande infestação ambiental. Os resultados apresentados indicaram uma rede de interações com participação importante mas desigual dos hospedeiros exóticos na dinâmica populacional dos carrapatos, especialmente de *A. cajennense*.

Palavras-chave: gado Nelore, porco monteiro, pequenos mamíferos, Pantanal, *Amblyomma cajennense*, *Amblyomma parvum*.

ABSTRACT

Ramos, Vanessa do Nascimento, 2013. Interaction ecology between ticks and hosts in the Pantanal: the role of feral hogs, Nellore cattle and small mammals to fauna of ixodids in the Nhecolândia sub-region, MS. Doctoral thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU. Uberlândia, MG. 184p.

With alternation of parasitic and free-living periods ticks establish complex interaction nets with hosts and environment. Human interference in the environment alters such relationships with unpredictable consequences. In this work ecological aspects of tick-host relationships within natural areas of Pantanal of Nhecolândia, Mato Grosso do Sul was investigated. For this purpose tick associations with feral pigs (*Sus scrofa*), Nelore cattle (*Bos indicus*), both exotic mammals in the region, and small non-flying mammals were studied. In the environment *Amblyomma cajennense* tick was the most prevalent tick followed by *Amblyomma parvum*. Adult ticks predominated in the rainy season and nymphs in the dry season. Uneven distribution of ticks was observed in the environment with forestall phytophysiognomies harboring almost all ticks. Furthermore within this phytophysiognomy the bromelia caraguatá vegetation (*Bromelia balansae*) was the most infested with *A. parvum*. Areas with cattle were infested with more adult ticks during rainy season than those without cattle. Feral pigs were infested predominantly with *A. cajennense* adults, specially males (73.9% of all ticks) in the summer and with adults and nymphs, many engorged (33.1% of all ticks) of the same species in the winter. Domestic pigs were observed to feed successfully *A. cajennense* nymphs and adults in experimental infestations. Natural infestations of cattle were dominated by *Rhipicephalus microplus* (65.1% of all ticks), but with a high proportion (31.2%) of *A. cajennense* ticks as well. Infestation of this host with *A.cajennense* occurred overwhelmingly in winter and engorged nymphs were observed in highest proportion (59.7% of ticks from those of *Amblyomma* genus). Experimental infestations showed that Nelore cattle are suitable hosts for *A. cajennense* nymphs. *A. parvum* ticks were found in much smaller amount and always on the bovines head, but many of the *A. parvum* females were engorged (28.6% of all ticks from *Amblyomma* genus). Small mammals (*Monodelphis domestica*, *Oecomys mamorae*, *Clyomys laticeps* e *Thrichomys pachyurus*) were infested with *A. parvum* larvae and nymphs, most of which engorging. Echimyidae rodents, specially *T. pachiurus* were the ones with more regular and with higher tick infestations. Noticeably *A. cajennense* was virtually absent on small mammals in sharp contrast with high environmental infestation. Overall results from this work displayed a net of interactions with an important but unequal role for both exotic hosts in the population dynamics of ticks, especially that of *A. cajennense*.

Key-words: Nelore cattle, feral pig, small mammals, Pantanal, *Amblyomma cajennense*, *Amblyomma parvum*.

SUMÁRIO

Introdução geral

Aspectos epidemiológicos, econômicos e ecológicos da relação entre carrapatos e hospedeiros **14**

Carrapatos ixodídeos – o gênero *Amblyomma* **16**

O Pantanal..... **17**

Espécies exóticas e o contexto do Pantanal **20**

Problemática, justificativa e organização da tese **22**

Referências bibliográficas **23**

Capítulo 1. Aspectos ecológicos e abundância de carrapatos em vida livre em áreas com e sem gado no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO..... **29**

MATERIAL E MÉTODOS..... **33**

Delineamento amostral **33**

Comparação de técnicas para coleta de carrapatos em vida livre..... **37**

Avaliação da influência do gado, formação vegetal e déficit hídrico sobre a infestação **37**

Análise do efeito da retirada recente do gado sobre a infestação **38**

Comparação da infestação entre caraguateiros e áreas livres de caraguatá **38**

Descrição do horário e da altura de espera dos carrapatos na vegetação **39**

RESULTADOS **40**

Técnicas para coleta de carrapatos em vida livre **40**

Influência do ambiente e déficit hídrico sobre a ocorrência de carrapatos **44**

Infestação em caraguateiros e áreas livres de caraguatá **49**

Variação temporal na infestação em área de retirada recente de gado Nelore **52**

Altura e horário de espera dos carrapatos pelos hospedeiros na vegetação..... **53**

DISCUSSÃO..... **61**

Eficiência de técnicas segundo estágios e espécies de carrapatos **61**

Importância das formações florestais, do gado e do déficit hídrico na distribuição de carrapatos..... **62**

Caraguateiros como microambientes importantes para carrapatos..... **65**

Efeito da retirada recente de gado Nelore sobre a infestação ambiental..... **65**

Comportamento de espera por hospedeiros em A. cajennense **66**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **68**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... **69**

Capítulo 2. A contribuição do porco monteiro (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) para a manutenção das populações do carrapato *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO..... **75**

MATERIAL E MÉTODOS..... **76**

Coleta de carrapatos nos hospedeiros..... **79**

Coleta de carrapatos em vida livre..... **80**

Infestação experimental de suínos com ninfas e adultos de ***Ambyomma cajennense*** **80**

Identificação dos carrapatos e pesquisa de riquétsias **83**

Análises **83**

RESULTADOS **85**

Infestação natural em porcos monteiros **85**

Carrapatos em vida livre em áreas de uso por porcos monteiros **93**

Teste da hemolinfa **93**

Desempenho experimental de ***Amblyomma cajennense*** *em* ***Sus scrofa*** **94**

DISCUSSÃO **97**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **102**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **103**

Capítulo 3. O gado Nelore (*Bos indicus* Linnaeus, 1758) como hospedeiro para formas imaturas do carrapato *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO **109**

MATERIAL E MÉTODOS **112**

Coleta de carrapatos nos bovinos **112**

Infestação experimental de bovinos Nelore com ninfas de ***Amblyomma cajennense*** **112**

Análises **115**

RESULTADOS **116**

Infestação natural em gado Nelore **116**

Carrapatos em ambiente de circulação do gado Nelore **123**

Desempenho de ninfas de ***Amblyomma cajennense*** *em* ***Bos indicus*** **123**

DISCUSSÃO **124**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **129**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **130**

Capítulo 4. Associação entre pequenos mamíferos não-voadores e formas imaturas de carrapatos no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO **135**

MATERIAL E MÉTODOS **138**

Captura de pequenos mamíferos **138**

Coleta e identificação de carrapatos **138**

Análises **139**

RESULTADOS **140**

Monodelphis domestica *(Marsupialia, Didelphimorphia, Didelphidae)* **142**

Oecomys mamorae *(Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae)* **146**

Clyomys laticeps *(Rodentia, Echimyidae)* **152**

Thrichomys pachyurus *(Rodentia, Echimyidae)* **155**

DISCUSSÃO **161**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **168**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **169**

Capítulo 5. Porco monteiro, gado Nelore e pequenos mamíferos no Pantanal: inter-relações na determinação da dinâmica populacional de *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma parvum*

Introdução **174**

Amblyomma cajennense e *Amblyomma parvum* no Pantanal: qual o significado da associação com cada espécie hospedeira? **175**

Referências bibliográficas **182**

Introdução Geral

Aspectos epidemiológicos, econômicos e ecológicos da relação entre carrapatos e hospedeiros

A relação entre hospedeiros e parasitas é pautada em um equilíbrio dinâmico que, se rompido, pode resultar no surgimento de doenças (Herrera et al. 2008). Além disso, os parasitas são um importante componente da biodiversidade e estão integrados nas comunidades biológicas tendo efeitos pervasivos através das redes tróficas (Thompson et al. 2010).

O grupo dos carrapatos é um dos mais importantes dentre os artrópodes hematófagos parasitos de animais domésticos, silvestres e do homem (Guimarães et al. 2001). Sua importância médica e econômica tem sido amplamente reconhecida devido à transmissão de doenças a humanos e animais (Rajput et al. 2006). Para estes últimos, são vetores de mais microorganismos patogênicos que qualquer outro grupo (Jongejan & Uilenberg 2004).

Ao transmitirem patógenos entre humanos, animais selvagens e domésticos, os carrapatos têm grande impacto na saúde pública, pecuária e conservação da biodiversidade (Cleaveland et al. 2001). No entanto, se comparada aos aspectos econômicos e epidemiológicos, a ecologia da interação parasita-hospedeiro envolvendo estes artrópodes ainda é pouco estudada. Esse fato é inconsistente com a relação intrínseca existente entre ecologia e saúde humana e animal, pois essas doenças dependem de fatores ambientais que afetam seus vetores artrópodes e seus respectivos hospedeiros (Sutherst 2004, Chae et al. 2008).

Os fatores ecológicos e evolutivos que modulam ou facilitam o surgimento de doenças infecciosas emergentes em seres humanos, gado e vida selvagem são pobremente compreendidos (Gortázar et al. 2007). Apesar disso, tem se tornado cada vez mais claro que estudos ecológicos sobre ectoparasitismo são de extrema relevância para a compreensão mais aprofundada das conseqüências de alterações ambientais (Ostfield & Keesing 2000a, b, LoGiudice et al. 2003, Wimberly et al. 2008). Esses estudos colaboram inclusive para elaboração de ações mitigadoras dos problemas que afetam direta ou indiretamente os seres humanos (Fisch 1995, Brownstein et al. 2003, Prusinski et al. 2006).

O exemplo mais claro de alterações ecológicas derivando em incremento a patamares freqüentemente insuportáveis de doenças transmitidas por carrapatos é fornecido pela doença de Lyme no hemisfério Norte. Esta enfermidade, causada pela bactéria *Borrelia burgdorferi*, é transmitida por carrapatos do gênero *Ixodes* e a principal doença transmitida por vetores nos EUA e Europa (Ostfeld & Keesing 2000a). Nos EUA a doença de Lyme expandiu-se pelo favorecimento acidental do ambiente alterado de hospedeiros para carrapatos adultos, o veado de cauda branca (*Odocoileus virginiaus*), e para as formas imaturas do vetor, o roedor *Peromyscus leucopus* (Ostfeld & Keesing 2000b).

No Brasil o recrudescimento da febre maculosa transmitida por carrapatos do gênero *Amblyomma* parece também ter relação com alterações ecológicas embora não se conheça os mecanismos exatos. Em verdade sabe-se muito pouco no Brasil sobre a ecologia de carrapatos ou efeitos de alterações ecológicas sobre estes vetores. De modo geral, o aparecimento de doenças emergentes e reemergentes demonstra que a complexidade da tríade hospedeiro-parasita-ambiente é ainda subestimada em muitos detalhes do ciclo de transmissão de parasitas (Herrera et al. 2008).

Em todo o mundo, mamíferos são os principais hospedeiros para a maioria das espécies de carrapatos (Kolonin 2007). Muitos desses mamíferos estão envolvidos no ciclo natural de várias doenças, como reservatórios (Barandika et al. 2007). É preciso, portanto, investigar o papel de cada espécie de mamífero no ciclo de vida dos carrapatos, considerando tanto formas imaturas quanto adultas, assim como seu potencial na manutenção e transmissão dos patógenos.

Carrapatos ixodídeos – o gênero *Amblyomma*

Os carrapatos (Acari: Ixodida) compõem um grupo de 896 espécies divididas em três famílias: Nuttalliellidae, Argasidae e Ixodidae. Nuttalliellidae é monotípica, composta por *Nuttalliella namaqua*. Argasidae é composta por 193 espécies e a família Ixodidae, por 702 espécies (Guglielmone et al. 2010).

Na família Ixodidae, os carrapatos possuem escudos queratinizados e normalmente ornamentados, sendo conhecidos como carrapatos duros. O gênero *Amblyomma* é o segundo mais especioso, com 130 espécies (Guglielmone et al. 2010). Esses carrapatos se alimentam em três hospedeiros diferentes ao longo de seu ciclo de vida, cujos estágios móveis são a larva, a ninfa e o adulto (Oliver 1989).

Carrapatos de três hospedeiros não sofrem ecdise sobre o hospedeiro. Após se alimentar, a larva ingurgitada cai e sofre muda para ninfa, que então precisa encontrar um segundo hospedeiro sobre o qual ingurgita e cai novamente. Essa ninfa muda então para adulto, o qual se fixa em um terceiro hospedeiro. Os adultos geralmente acasalam sobre o hospedeiro. A fêmea se alimenta até o ingurgitamento, cai, ovipõe e morre, enquanto o macho pode permanecer por vários meses sobre o hospedeiro (Jongejan & Uilenberg 2004).

Enquanto em vida livre, os carrapatos realizam o processo de ecdise e oviposição, que ocorrem comumente no solo e sob a vegetação. Para encontrarem seus hospedeiros, há diferentes estratégias utilizadas pelos carrapatos. Podem espera-los em local de passagem (espreita), manter seus ciclos nos locais de repouso do hospedeiro (nidícolas), ou ainda podem manter-se abrigados saindo em busca do hospedeiro ao perceber sua presença (ataque) (Sonenshine 1993). Em qualquer um desses processos ou comportamentos, os carrapatos necessitam de microambientes adequados que os protejam contra a dessecação, para a qual a tolerância aumenta com a idade (estágio) (Mejlon & Jaenson 1997).

O Pantanal

O Pantanal é a maior das planícies inundáveis contínuas do Planeta (Silva & Abdon 1998, Harris et al. 2005). Com 138.183 km² de extensão, a Planície Pantaneira está inserida na bacia do Alto Paraguai e ocupa a região central da América do Sul, no Paraguai, na Bolívia e no Brasil (Alho 2005). A maior porção do Pantanal está localizada na região Centro-Oeste do território brasileiro, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O clima é do tipo Aw de Köppen, caracterizado como quente, com inverno seco e regime de precipitação estival (Cadavid-Garcia 1984). O regime de inundação é o principal fator ecológico na determinação dos processos bióticos e abióticos do Pantanal (Adámoli 1986). O Pantanal é dividido em 11 sub-regiões (Figura 1) com diferenças nos regimes de inundação e no clima (Adámoli 1982, Cadavid-Garcia 1984, Silva & Abdon 1998). As sub-regiões também se diferenciam quanto ao tipo de formação vegetal dominante, apesar de o Pantanal, como um todo, ser composto por um mosaico de fitofisionomias, predominando as formações de Cerrado (Alho et al. 1988, Silva et al. 2000).

Área de estudo

O presente estudo foi conduzido nas fazendas Nhumirim (campo experimental da Embrapa Pantanal) e Alegria, além das fazendas Porto Alegre, Dom Valdir, São José, Lurdes, Palmeirinha, Guanabara e Santa Luzia (para captura de porcos monteiros), todas elas localizadas na sub-região da Nhecolândia (18º59’15’’S; 56º37’03’’), no estado do Mato Grosso do Sul. A Nhecolândia possui uma área de 8.220 km² e possui regime de baixa inundação (30 a 40 cm), com duração média de três a quatro meses, decorrente principalmente do acúmulo de água de chuva na área (Hamilton et al. 1996, Soriano et al. 1997). O clima da região é quente e úmido, com chuvas abundantes entre outubro e março (precipitação média entre 150 e 300 mm), e um período de estiagem entre abril e setembro (médias mensais inferiores a 100 mm). A temperatura média é alta e a amplitude térmica da região é grande, com máximas de 40º C no verão e mínimas próximas de zero no inverno,

quando correm frentes frias vindas do Sul (Tarifa 1986). A região é caracterizada por solo arenoso e por um mosaico de fisionomias determinadas pela topografia plana e pelos pulsos anuais de inundação. Os campos e campos cerrados dominam as áreas mais baixas e o cerrado e as florestas estacionais semideciduais são comuns nas áreas mais elevadas (Ratter et al. 1988). As formações florestais, localizadas em áreas mais elevadas do relevo e por isso habitualmente secas, denominadas “capões” e cordilheiras (Rodela 2006), são importantes refúgios para a mastofauna durante todo o ano. Durante as inundações anuais, essas áreas não são atingidas e permitem o abrigo de muitas espécies animais (Oliveira-Filho 1992, Mamede & Alho 2006) e na época de estiagem, representam locais de descanso e abrigo do sol. A Nhecolândia também exibe uma alta diversidade de espécies da fauna e da flora, e é maior em termos de riqueza e abundância de espécies selvagens que o resto do Pantanal, devido à sua alta heterogeneidade (Evans et al. 2013).

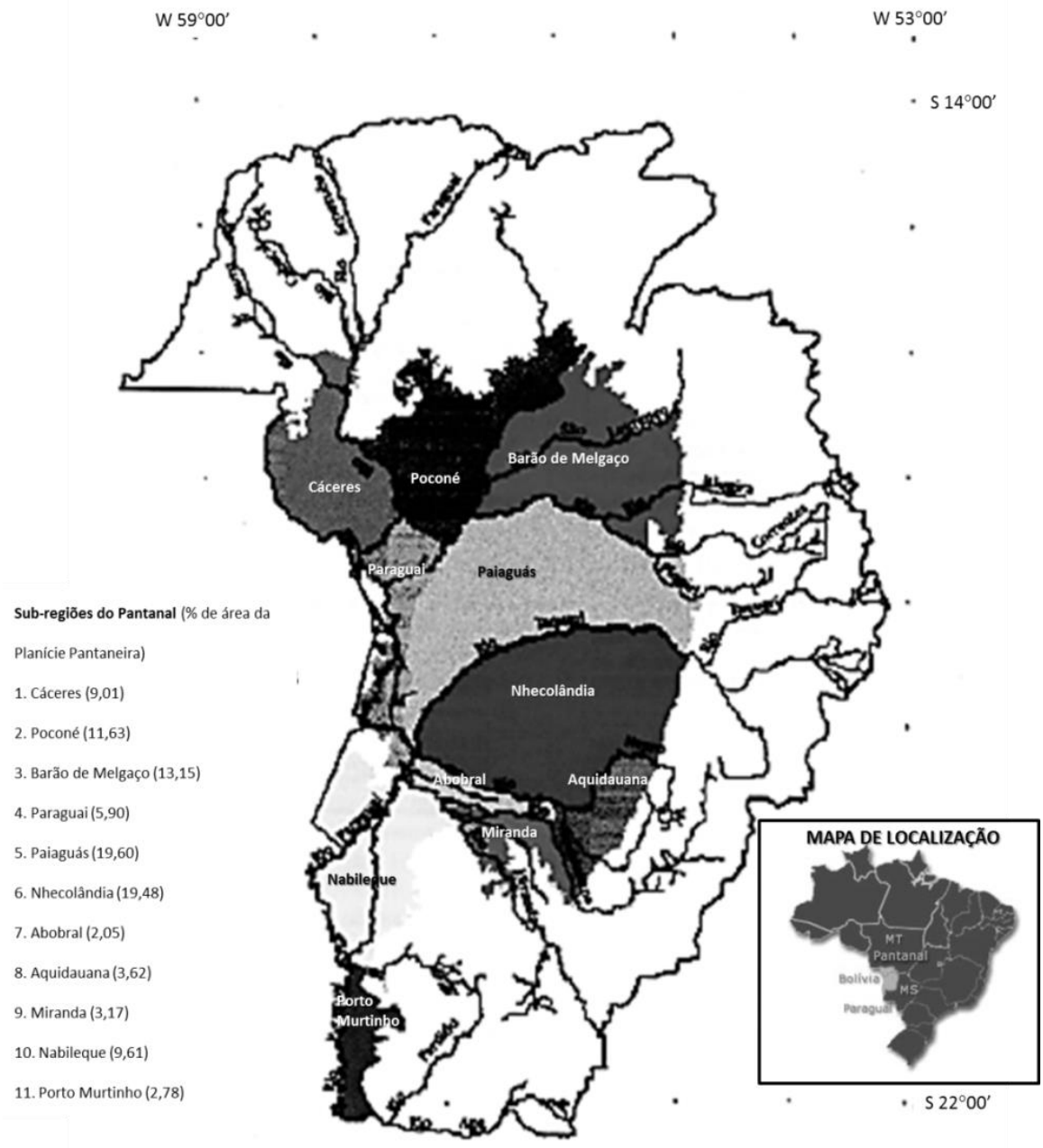


Figura 1. Delimitações e sub-regiões do Pantanal (Adaptado de Silva & Abdon 1998).

Espécies exóticas e o contexto do Pantanal

Espécies exóticas são aquelas que ocorrem fora de seu limite natural historicamente conhecido, como resultado de dispersão acidental ou intencional através de atividades humanas (INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIAIS 1992). Apesar de algumas espécies exóticas serem benéficas, como é o caso dos cultivares, muitas têm efeitos dramáticos sobre os ecossistemas invadidos (Pitt & Witmery 2006). No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente considera as espécies introduzidas como a segunda maior causa de extinção afetando a biodiversidade (Coradin 2006).

O impacto de uma mesma espécie é variável em diferentes locais, e pode ter efeitos em nível individual, genético, na dinâmica de populações, nas comunidades e em processos no ecossistema (Parker et al. 1999). A introdução de espécies não nativas e até mesmo a expansão de espécies nativas, associadas às mudanças no clima e no uso da terra podem ter profundas consequências para o ecossistema que elas ocupam (Crowl et al. 2008). Em termos epidemiológicos, espécies exóticas podem servir como reservatórios de patógenos e disseminá-los na fauna nativa ou ainda atuarem como novos hospedeiros para parasitas nativos, atuando como amplificadores e redispersores (Kelly et al. 2009).

No Pantanal, que tem sido descrito como uma das dez regiões do mundo mais diversas biologicamente (Myers et al. 2000), seguindo a ocupação humana, há a introdução de plantas e animais exóticos, com consequentes alterações das comunidades ecológicas naturais (Alho et al. 2011). Nessa região, tanto a forma feral de *Sus scrofa*, conhecida localmente como porco monteiro, quanto o gado bovino, são as espécies exóticas mais abundantes (Mourão et al. 2002, Abreu et al. 2007, Alho et al. 2011).

O porco monteiro e o gado bovino

Dentre as espécies introduzidas, os mamíferos tem sido os maiores causadores de extinção e mudanças no ecossistema (Cruz et al. 2005). Dos mamíferos ungulados, a forma feral de *Sus scrofa* é uma das espécies mais adaptáveis (Choquenot 1998), e talvez por isso seja classificada, pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), como uma das 100

piores pragas do mundo (Lowe et al. 2000). Esses animais alcançam ampla distribuição devido à translocação por humanos, e facilmente atingem grandes números devido a sua alta fecundidade. Isso amplifica sua capacidade de impactar o ecossistema em regiões aonde foram introduzidos, através de danos à vegetação e fauna nativas, a plantações, erosão, dispersão de espécies exóticas entre outros (Ditchkoff & West 2007, Vantassel 2008). Além disso, são amplamente reconhecidos como potenciais vetores de doenças endêmicas e exóticas (Li et al. 2010).

O gado bovino afeta a vegetação de modo direto e indireto, tanto por consumir uma grande porção de sua biomassa quanto por selecionar itens preferidos, além de compactar o solo, forragear na vegetação arbórea e dispersar sementes (Alho et al. 2011). Por impactar a vegetação e o solo, podem de forma indireta afetar também as comunidades animais associadas a esses fatores.

As fazendas de gado são uma importante atividade econômica no Pantanal, assim como os porcos monteiros são importante recurso alimentar e cultural para os pantaneiros (Alho et al. 2011, Desbiez et al. 2011). Além disso, não há viabilidade de remoção dessas espécies da região (Mourão et al. 2002). Sendo assim, devido ao seu grande número e ao valor que possuem para as comunidades humanas locais, é preciso mensurar se existem impactos significativos dessas espécies na região, haja vista o que ocorre em outros locais do planeta.

Problemática, justificativa e organização da tese

Em um levantamento preliminar no Pantanal Sul-Mato-Grossense, realizado na Fazenda Nhumirim (Julho-Agosto de 2008), detectou-se intensa infestação ambiental nos capões por ninfas do carrapato *Amblyomma cajennense*. Nestas áreas avaliadas há intensa utilização por bovinos (*Bos indicus*) e grupos de porcos-monteiros (*Sus scrofa*). Se há maior concentração de animais nessas formações, é esperado que haja uma maior abundância também da fauna de carrapatos associada a esses hospedeiros. Considerando a grande biomassa que representam e as evidências de que estes hospedeiros exógenos participem da alimentação de, respectivamente, formas imaturas e adultos de carrapatos, supõe-se a amplificação local das populações deste vetor.

Merece menção que *A. cajennense* é, no Brasil, o principal vetor da febre maculosa e potencial vetor de outros bioagentes (Galvão et al. 2005). É possível supor que a maior infestação leve ao aumento na exposição dos animais a bioagentes veiculados por carrapatos. Devido à presença de espécies exóticas em contato direto com a fauna nativa, estudos focando a relação entre os carrapatos, seus hospedeiros mamíferos e o ambiente são de especial interesse, tanto para a compreensão de processos ecológicos desencadeados neste contexto, quanto para beneficiar a economia e saúde regional. Ainda, devido ao potencial papel de pequenos mamíferos na manutenção de formas imaturas de carrapatos (Oliver 1989), é relevante analisar o parasitismo por carrapatos em pequenos mamíferos, identificando as espécies que se alimentam nesses hospedeiros no Pantanal.

Para facilitar a compreensão da importância de todos os fatores levantados na problemática de trabalho, a tese foi divida em capítulos. O Capítulo 1 aborda questões relacionadas à ocorrência de carrapatos em vida livre, principalmente aquelas julgadas mais relevantes no contexto geral deste estudo. Os Capítulos 2, 3 e 4 tratam da associação entre as espécies de carrapatos com cada grupo de hospedeiros, a saber, respectivamente porcos monteiros, gado Nelore e pequenos mamíferos não-voadores. Por fim, o Capítulo 5 discute os principais aspectos da relação entre os resultados encontrados em cada um dos capítulos anteriores.

Referências bibliográficas

Adámoli J. 1982. *O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito de complexo do Pantanal. In* Anais do 32° Congresso nacional da Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Universidade Federal do Piauí. Pp.109-119.

Adámoli J. 1986. "A dinâmica das inundações no Pantanal." Anais do I Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal. CPAP Embrapa, Corumbá: 51-62.

Abreu UGP, Rosa AN, Oliveira CAL. 2007. Melhoramento genético da raça Nelore no Pantanal Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 4p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.119. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM119>. Acesso em: 20 mar. 2011.

Alho CJR, Larcher TE, Goncalves HC. 1988. Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. *Bioscience*, 38 (3): 164-171.

Alho CJR. 2005. The Pantanal. Pp. 203-271. *In:* Fraser LH & Keddy PA. *The World's Largest Wetlands–Ecology and Conservation*. Cambridge University Press, New York.

Alho CJR, Mamede S, Bitencourt K, Benites M. 2011. Introduced species in the Pantanal: implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1) (suppl.): 321-325.

Barandika JF, A Hurtado, C García-Esteban et al. 2007. Tick-borne zoonotic bacteria in wild and domestic small mammals in northern Spain. *Applied and Environmental Microbiology* ,73(19): 6166-6171.

Brownstein JS, TR Holford, D Fish. 2003. A climate-based model predicts the spatial distribution of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in the United States. *Environmental Health Perspectives,* 111 (9): 1152-1157.

Cadavid-Garcia EA. 1984. *O clima no Pantanal Mato-Grossense*. Corumbá, EMBRAPA/UEPAE de Corumbá. Circular Técnica (14). 42p.

Chae JS, JZ Adjemian, HC Kim et al. 2008. Predicting the emergence of tick-borne infections based on climatic changes in Korea. *Vector-borne and zoonotic diseases,* 8(1): 265-275.

Choquenot D. 1998. Testing the relative influence of intrinsic and extrinsic variation in food availability on feral pig populations in Australia's rangelands. *Journal of Animal Ecology,* 67: 887-907.

Cleaveland S, MK Laurenson, LH Taylor. 2001. Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 356: 991-999.

Coradin L. 2006. *Espécies exóticas invasoras*: *situação brasileira.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 24p.

Crowl TA, Crist TO, Parmenter RR et al. 2008. The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and Environment,* 6(5): 238-246.

Cruz F, Donlan CJ, Campbell K, Carrion V. 2005. Conservation action in the Galapagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. *Biological Conservation,* 121: 473-478.

Desbiez ALJ, Keuroghlian A, Piovezan U, Bodmer RE. 2011. Invasive species and bushmeat hunting contributing to wildlife conservation: the case of feral pigs in a Neotropical wetland. *Oryx,* 45(1), 78–83.

Ditchkoff S, West BC. 2007. Ecology and management of feral hogs. *Human–Wildlife Conflicts* 1(2):149-151.

Evans TL, Costa M. 2013. Landcover classification of the Lower Nhecolândia subregion of the Brazilian Pantanal Wetlands using ALOS/PALSAR, RADARSAT-2 and ENVISAT/ASAR imagery. *Remote Sensing of Environment* ,128: 118-137.

Fish D. 1995. Environmental risk and prevention of Lyme disease. *The American Journal of Medicine,* 98: 2S-8S.

Galvão MAM, da Silva LJ, Nascimento EMM et al. 2005. Rickettsial diseases in Brazil and Portugal: occurrence, distribution and diagnosis. *Revista de saúde pública* 39(5): 1-6.

Gortázar C, Ferroglio E, Höfle U, et al. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research.* DOI 10.1007/s10344-007-0098-y

Guglielmone AA, Robbins RG, Apanaskevich DA et al. 2010. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names. *Zootaxa,* 2528: 1–28

Guimarães JH, Tucci EC, Barros-Batttesti DM. *Ectoparasitos de importância veterinária*. 2001. Editora Plêiade São Paulo, Brasil.

Harris MB, Tomas W, Mourao G, Silva CJ, Guimaraes E, Sonoda F, Fachim E. 2005. Safeguarding the Pantanal Wetlands: Threats and Conservation Initiatives. *Conservation Biology*, 19 (3): 714–720.

Hamilton SK, Sippel SJ, Melack JM. 1996. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Archives fur Hydrobiology* 137: 1-23.

Herrera, HM, Abreu UGP, Keuroghlian A et al. 2008. The role played by sympatric collared peccary (*Tayassu tajacu*), white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), and feral pig (*Sus scrofa*) as maintenance hosts for *Trypanosoma* evansi and *Trypanosoma cruzi* in a sylvatic area of Brazil. *Parasitology Research*, 103(3): 619-624.

Instituto de Recursos Mundiais, União Mundial para a Natureza, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 1992. *A estratégia global da biodiversidade – diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de maneira sustentável e justa a riqueza biótica da Terra.* Curitiba: World Resources Institute / Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 232p.

Jongejan F, Uilenberg G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*,129: S3–S14.

Kelly DW, Paterson RA, Townsend CR et al. 2009. Parasite spillback: A neglected concept in invasion ecology? *Ecology,* 90(8): 2047-2056.

Kolonin GV. 2007. Mammals as Hosts of Ixodid Ticks (Acarina, Ixodidae). *Entomological Review* 87(4): 401-412.

Li AY, Adams PJ, Abdad MY, Fenwick SG. 2010. High prevalence of Rickettsia gravesii sp. nov. in Amblyomma triguttatum collected from feral pigs. *Veterinary Microbiology*, 146: 59-62.

LoGiudice K, RS Ostfeld, KA Schmidt, F Keesing. 2003. The ecology of infectious disease: Effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. *Proccedings of the National Academy of Sciences,* 100(2): 567-571.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp.

Mamede SB, Alho CJR. 2006. Response of wild mammals to seasonal shrinking-and-expansion habitats due to flooding regime the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology,* 66(4): 991-998.

Mejlon HA, Jaenson TGT. 1997. Questing behaviour of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 21: 747-754.

Mourão G, ME Coutinho, RA Mauro et al. 2002. Levantamentos aéreos de espécies introduzidas no Pantanal: porcos ferais (porco-monteiro), gado bovino e búfalos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* - Embrapa Pantanal 28:1-22.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG et al. 2000. Biodiversity hotpots for conservation priorities. *Nature,* 403:853-858.

Oliver, JH. 1989. Biology and Systematics of Ticks (Acari:Ixodida). Annual Review of Ecology and Systematics, 20: 397-430.

Oliveira-Filho AT. 1992. Floodplain 'murundus' of Central Brazil: Evidence for the termite-origin hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 8: 1-19.
Ostfeld RS, F Keesing. 2000a. The function of biodiversity in the ecology of vector-borne zoonotic diseases. *Canadian Journal of Zoology* 78: 2061-2078.

Ostfeld RS, F Keesing. 2000b.Biodiversity and disease risk: the case of Lyme disease. *Conservation biology,* 14(3): 722-728.

Parker IM, Simberloff D, Lonsdale WM et al. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.

Pereira MS, Mauro R, Mourão G, Coutinho M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica*, 23 (2): 143-152.

Pitt WC & Witmery, GW. 2006. *Invasive Predators: a synthesis of the past, present, and future.* Sta Publications University of Nebraska. Lincoln. Pp 266-293.

Prusinski MA, H Chen, JM Drobnack, SJ Kogut. 2006. Habitat structure associated with *Borrelia burgdorferi* prevalence in small mammals in New York State. *Environmental Entomology*, 35(2): 308-319.

Rajput ZI, Hu SH, Chen WJ et al. 2006. Importance of ticks and their chemical and immunological control in livestock. *Journal of Zhejiang University Science B,* 7 (11): 912-921.

Ratter JA, Pott A, Pott V et al. 1988. Observations on woddy vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. *Notes of the Royal Botanical Garden,* 45: 503-526.

Rodela LG. 2006. Unidades de vegetação e pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo. 222p.

Silva JSV, Abdon MM. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33:1703-1711.

Silva MP, Mauro R, Mourão G, Coutinho M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. Revista Brasileira de Botânica, 23 (2): 143-152.

Sonenshine DE. 1993. Biology of Ticks. Oxford University Press, NewYork, 465p.

Soriano BMA, Oliveira H, Catto JV et al. 1997. *Plano de utilização da Fazenda Nhumirim*. Embrapa-CPAP, Corumbá. 72p.

Sutherst RW. 2004. Global Change and Human Vulnerability to Vector-Borne Diseases. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(1): 136-173.

Tarifa JR. 1986. O sistema climático do Pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. Pp. 9-28 *In*: Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá.

Thompson RCA, Lymbery AJ, Smith A. 2010. Parasites, emerging disease and wildlife conservation. *International journal for parasitology,* 40(10): 1163-1170.

Vantassel SM. 2008. *Home range and habitat use of feral pigs (Sus scrofa) on Lowndes County Wma, Alabama.* National Conference on Feral Hogs. April 13-15, St. Louis, MO.

Wimberly MC, Yabsley MJ, Baer AD et al. 2008. Spatial heterogeneity of climate and land-cover constraints on distributions of tick-borne pathogens. *Global Ecology and Biogeography,* 17: 189-202.

Capítulo 1

Aspectos ecológicos e abundância de carrapatos em vida livre em áreas com e sem gado no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO

Em todas as fases de seu ciclo de vida, os carrapatos passam a maior parte do tempo fora do hospedeiro (Needham & Teal 1991). É de se esperar, portanto, que o ambiente externo ao hospedeiro exerça influência significativa sobre os padrões de ocorrência de carrapatos. O fato de uma mesma espécie de carrapato parasitar hospedeiros filogeneticamente distantes, em habitats semelhantes, sugere que muitos dos padrões de associações carrapato-hospedeiro sejam determinados pela especificidade do parasita pelo seu ambiente de vida livre (Klompen et al. 1996). Esta sugestão foi recentemente reforçada em uma meta-análise da especificidade por hospedeiro em carrapatos da família Ixodidae da região neotropical (Nava & Guglielmone 2012). Sendo assim, neste capítulo visamos avaliar alguns fatores relacionados ao hábitat, associados ou não à presença de hospedeiros, como será descrito, que podem influenciar na distribuição dos carrapatos em fase não parasitária. Desse modo, as hipóteses testadas foram as seguintes:

Hipótese 1: Carrapatos de espreita, que esperam por hospedeiros na vegetação e que são associados com animais de médio e grande porte, como os bovinos e os porcos monteiros, utilizam os estratos mais altos da vegetação. De forma oposta, os estratos mais baixos são utilizados por carrapatos associados a pequenos animais, como roedores e marsupiais.

Os carrapatos possuem diferentes meios para encontrar seus hospedeiros. Os nidícolas vivem em locais de descanso do hospedeiro, como ninhos, tocas e outros tipos de abrigos, encontrando o hospedeiro com frequência, enquanto os de ataque conseguem reconhecer a presença do hospedeiro em dado local (Sonenshine 1993). Há ainda os carrapatos de espreita, que sobem na vegetação e esperam pela passagem dos hospedeiros (Heylen & Matthysen 2010). Esses últimos posicionam-se nas extremidades de folhas voltadas para as áreas de passagem do hospedeiro (Lees & Milne 1951), normalmente a menos de um metro do solo (Szabó et al. 2009, Labruna et al 2005, Mejlon & Jaenson 1997). Assim, para que haja o contato entre parasito e hospedeiro, deve haver uma concordância entre a altura de

posicionamento do carrapato na vegetação e o tamanho dos hospedeiros (Mejlon & Jaenson 1997, Silva et al. 2008).

Hipótese 2: Carrapatos de espreita posicionam-se na superfície da vegetação a espera de hospedeiros em horários nos quais a perda de água do organismo para o ambiente é menor, evitando estresse hídrico.

Sabe-se que, para os carrapatos de espreita, há uma mobilidade vertical na vegetação (Perret et al. 2003, Szabó et al. 2009). Esse comportamento poderia ser direcionado por fatores relacionados à espera pelo hospedeiro nas folhas ou devido ao estresse hídrico, pois quando fora do hospedeiro, os carrapatos ficam muito sensíveis à dessecação e requerem alta umidade relativa do ar (Needham & Teal 1991).

Hipótese 3: Há diferenças na eficiência de coleta entre as diferentes metodologias utilizadas para amostrar carrapatos em vida livre.

Devido à variedade de estratégias exibidas pelos carrapatos para encontrar um hospedeiro, é preciso considerar que existem limitações às diferentes técnicas de coleta de carrapatos em vida livre. Tais limitações geram a necessidade de avaliar a eficácia das técnicas existentes e assim reconhecer as consequências para os resultados gerados pelo emprego de cada uma. Por exemplo, o arraste de flanela é considerado eficiente para todos os estágios, enquanto na visualização (Terassini et al. 2010) espera-se que seja mais fácil encontrar adultos, devido à menor dimensão corporal dos espécimes imaturos.

Hipótese 4: Formações florestais possuem maior densidade de carrapatos e menor déficit de saturação hídrica que formações campestres

Uma vez que a presença de hospedeiros vertebrados é essencial para manutenção da fase parasitária dos carrapatos, características ambientais que propiciem a presença desses hospedeiros podem ser indicativas da ocorrência de carrapatos em fase não parasitária. Por exemplo, alguns elementos específicos da vegetação podem servir como atrativo para hospedeiros, como recurso alimentar, abrigo entre outros, favorecendo sua presença em determinadas áreas, em detrimento de outras onde o recurso não seja disponível ou abundante. Consequentemente, esses elementos podem afetar,

indiretamente, a distribuição dos próprios carrapatos em sua fase não parasitária.

No Pantanal, as formações florestais conhecidas como capões e cordilheiras, são consideradas refúgio para a fauna selvagem (Desbiez et al. 2009) e para o gado. Por esse motivo, formações florestais poderiam também abrigar uma maior quantidade de carrapatos em vida livre que as formações campestres. Além disso, espera-se que nestas últimas, o déficit hídrico seja maior devido à ausência de barreiras à radiação solar, o que contribuiria para uma menor ocorrência de carrapatos nessas áreas.

Hipótese 5: Caraguateiros são mais infestados por carrapatos que áreas livres de bromélias caraguatá.

Nas formações florestais do Pantanal, é comum a ocorrência de densos aglomerados da bromélia caraguatá (*Bromelia balansae*), conhecidos como caraguateiros (Pott & Pott 1994). Essas formações são constantemente utilizadas pela fauna nativa, principalmente como refúgio (Antunes 2009, Araújo 2012 *com. pess*., *obs. pess.*). Assim, os caraguateiros podem providenciar um hábitat também para os carrapatos associados a essas espécies, representando local de encontro entre parasitas e hospedeiros.

Hipótese 6: Áreas com gado apresentam maior infestação ambiental que áreas sem gado.

Em áreas nas quais ocorre uma concentração maior de hospedeiros adequados, a infestação ambiental pode ser amplificada em relação àquelas áreas nas quais tais hospedeiros não estão presentes. Assim, se o gado Nelore atuar como hospedeiro para carrapatos no Pantanal, áreas de reserva, nas quais o gado não circula, tenderiam a possuir menor infestação que áreas de invernada, nas quais o gado circula livremente. Além disso, uma área da qual o gado foi retirado recentemente poderia apresentar uma tendência à redução nas populações de carrapatos em vida livre ao longo do tempo.

Objetivo geral

Avaliar a abundância de carrapatos em vida livre em áreas com e sem a presença de gado Nelore no Pantanal da Nhecolândia.

Objetivos específicos

- Comparar diferentes técnicas de coleta de carrapatos em vida livre;
- Comparar a infestação ambiental por carrapatos entre áreas com e sem gado nelore, e entre estas e uma área da qual o gado foi retirado recentemente;
- Comparar a infestação ambiental entre formações florestais e campestres e entre caraguateiros e áreas livres de bromélias caraguatá;
- Avaliar a infestação ambiental ao longo do tempo em área da qual o gado foi removido recentemente;
- Descrever e comparar, entre áreas e formações, o horário e a altura de carrapatos em comportamento de espera pelos hospedeiros na vegetação;
- Verificar a associação entre o déficit hídrico e a distribuição de carrapatos em vida livre.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento amostral

A maior parte da coleta de carrapatos em vida livre foi feita na Fazenda Nhumirim, da Embrapa Pantanal, na região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense. Nesta fazenda, carrapatos foram coletados em duas áreas distintas quanto à presença de gado:

1. Área sem bovinos (Figura 1A,C): antiga invernada da Fazenda Nhumirim, com 681,4 ha. Em 1987, bovinos e cavalos foram excluídos da área, que se tornou uma Estação Ecológica, passando à categoria de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) em 1999.
2. Área com bovinos (Figura 1B,D): Invernada 05 da Fazenda Nhumirim, com 295,7 ha e na qual há presença permanente de gado Nelore e de cavalos pantaneiros.

Para tais coletas, foram abertas trilhas em 16 transectos de 40m cada, sendo oito na área com bovinos e oito na área sem bovinos. Dentro de cada uma das áreas, os transectos foram dispostos ao longo de formações florestais (n=04), no interior de cordilheiras, e ao longo de formações campestres (n=04), adjacentes às cordilheiras (Figura 1). A avaliação das infestações ambientais foi feita utilizando quatro técnicas de coleta de carrapatos: 1. Inspeção visual de vegetação; 2. Arraste de flanela; 3. Triagem de serrapilheira; 4. Armadilha de gelo seco (Figura 2). As três primeiras técnicas foram utilizadas em todas as campanhas, nas estações seca e chuvosa. Na estação chuvosa, além dessas técnicas, foi utilizada a armadilha de gelo seco nas mesmas áreas nas quais foram feitas as demais coletas, mas apenas no interior de formações florestais (n=4). As técnicas foram aplicadas conforme descrição a seguir:

1. Inspeção visual: a inspeção visual da vegetação foi realizada com base no trabalho de Terassini et al. (2010) e consiste em pesquisa visual por carrapatos sobre a vegetação em trilhas de animais. A busca por carrapatos foi feita nos dois lados da trilha ao longo de todo o comprimento do transecto, momentos antes do arraste. Esta técnica também se restringe à amostragem de

carrapatos que se encontram na superfície da vegetação, principalmente carrapatos de espreita. Tem a vantagem de permitir a avaliação da altura de tocaia do carrapato.

2. Arraste de flanela: foi feita nos transectos após a inspeção visual. Esta técnica é uma das mais utilizadas na avaliação da infestação ambiental por carrapatos e consiste em arrastar um tecido felpudo e claro sobre solo e vegetação para retirar carrapatos (Arzua & Brescovit 2006). Foi utilizado um tecido de flanela de um metro de largura por dois metros de comprimento, para que o tecido tocasse tanto o solo quanto os estratos mais baixos da vegetação dos dois lados da trilha, ao longo de todo o comprimento do transecto. Uma desvantagem desta técnica é amostrar apenas carrapatos que se encontram na superfície da vegetação e do solo, principalmente carrapatos de tocaia.

3. Triagem da serrapilheira: coleta de um volume padronizado de serrapilheira ou substrato equivalente que é acondicionado em sacos plásticos transparentes. As amostras são levadas ao laboratório para triagem do material sobre superfície clara, em busca de carrapatos. No presente estudo, foram coletados 2400 cm^3 de material por ponto de coleta. As coletas foram realizadas no ponto zero, 20 e 40m de cada transecto. O número de carrapatos encontrado nos três pontos de cada transecto é multiplicado por um valor correspondente em metros para estimar a abundância na área total do transecto. Esse valor foi definido pela relação entre o maior comprimento do coletor de serrapilheira e o comprimento do transecto. Esta técnica complementa as anteriores e amostra carrapatos de animais de porte menor que podem não subir para a superfície da vegetação.

4. Armadilha de gelo seco: Esta técnica consiste em colocar uma porção de gelo seco (aproximadamente 200g) sobre um tecido branco margeado por fita dupla face e colocado sobre o solo (Oliveira et al. 2000). A sublimação do gelo resulta em liberação de gás carbônico que atrai os carrapatos por imitar o processo de expiração de um hospedeiro. Os carrapatos ficam sobre ou sob o tecido, ou aderidos à fita. Foram utilizadas dez armadilhas por fragmento florestal, sendo cinco colocadas em pontos de concentração de bromélias

caraguatá (*Bromelia balansae*), chamados de caraguateiros, e cinco em áreas adjacentes, sem concentração de bromélias. Foram amostradas duas formações florestais na área com gado e duas na área sem gado. Esse método é mais eficiente para carrapatos atraídos pelo CO_2, particularmente carrapatos de ataque. Não há como avaliar esses microambientes pelos outros métodos por conta do grande número de espinhos na borda das folhas.

Além da amostragem na Fazenda Nhumirim, incluiu-se também uma coleta de dados em área da qual o gado foi retirado recentemente, em uma fazenda vizinha, também na região da Nhecolândia. Esta área possui 1.128 hectares e localiza-se no Retiro Manduvi, pertencente à Fazenda Alegria. Até o ano de 2006 era utilizada para manutenção de gado, quando foi cercada passando a ser considerada uma RPPN (Herrera et al. 2010). Nesta área foram estabelecidos, aleatoriamente, em formações florestais (n=9) e campestres (n=4), treze transectos de 30m, nos quais foi aplicada a técnica do arraste de flanela.

A periodicidade de coleta de dados está descrita na Tabela 1, que discrimina cada campanha de acordo com o local, data, estação do ano e técnicas de coleta de carrapatos utilizadas em cada situação. No caso dos anos de 2011 e 2012, os valores apresentados são referentes à média conjunta dos dados das duas campanhas da seca ocorridas no mesmo ano. No caso da estação chuvosa, a primeira campanha (janeiro de 2012) foi denominada de estação chuvosa de 2011-2012 e a segunda (dezembro de 2012 e janeiro de 2013), estação chuvosa de 2012-2013. Cada estação seca foi denominada de acordo com o ano. Sempre que possível, os dados foram submetidos a testes de comparação interanuais, no intuito de detectar repetições nos padrões como um indicador de sazonalidade. Todas as análises estatísticas seguiram Zar (1989) e as coletas de carrapatos foram autorizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (SISBIO 10762-1).

Figura 1. A-B. Vista externa das formações florestais (cordilheiras) margeadas por formações abertas em área sem gado (A) e com gado (B) no Pantanal da Nhecolândia, MS (Fazenda Nhumirim – EMBRAPA-Pantanal). C-D. Interior das mesmas formações florestais em área sem gado (C) e com gado (D).

Figura 2. Técnicas de coleta de carrapatos em vida livre. A. Inspeção visual da vegetação. B. Arraste de flanela. C. Vistoria do tecido de arraste. D. Detalhe da coleta de larvas no tecido de arraste. E. Triagem de serrapilheira. F-G. Espécimes encontrados em meio à serrapilheira (F - fêmea de *A. cajennense* e G – ninfa de *Amblyomma* sp.). H. Armadilha de gelo seco no interior de caraguateiro. I. Detalhe da armadilha.

Tabela 1. Técnicas empregadas para coleta de carrapatos em vida livre no Pantanal da Nhecolândia, MS.

Período	Estação	Fazenda	Técnica de coleta
agosto – setembro de 2009	Seca	Alegria	1
agosto – setembro de 2010	Seca	Nhumirim	1, 2 e 3
		Alegria	1
junho – julho de 2011	Seca	Nhumirim	1, 2 e 3
		Alegria	1
agosto – setembro de 2011	Seca	Nhumirim	1, 2 e 3
janeiro de 2012	Chuvosa	Nhumirim	1, 2, 3 e 4
junho – julho de 2012	Seca	Nhumirim	1, 2 e 3
		Alegria	1
agosto – setembro de 2012	Seca	Nhumirim	1, 2 e 3
dezembro de 2012	Chuvosa	Nhumirim	1, 2 e 3
janeiro de 2013	Chuvosa	Nhumirim	4

Comparação de técnicas para coleta de carrapatos em vida livre

Em ambas as estações, foi comparado o número de carrapatos por transecto obtido por arraste de flanela, inspeção visual da vegetação e triagem de serrapilheira nas coletas realizadas nas duas áreas da Fazenda Nhumirim. Além disso, para a estação chuvosa, foi comparado o número de carrapatos por fragmento florestal obtido por arraste de flanela, inspeção visual da vegetação, triagem de serrapilheira e armadilha de gelo seco. Neste caso, a escolha do fragmento florestal como unidade de área deve-se à tentativa de equiparar a área coberta pelas diferentes técnicas. O número de cada estágio de carrapato obtido por cada técnica foi comparado por *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn.*

Avaliação da influência do gado, formação vegetal e déficit hídrico sobre a infestação

Os mesmos transectos para comparação de técnicas de coleta foram utilizados para avaliar a ocorrência de carrapatos em áreas com e sem gado nelore e em formações florestais e campestres na Fazenda Nhumirim. Ainda, foram tomadas medidas de temperatura e umidade do ar (abaixo de 50cm), do interior da serrapilheira e da superfície do solo, com auxílio de termohigrômetros. As variáveis foram tomadas concomitantemente às coletas de carrapatos, totalizando 204 medidas na estação seca e 96 na chuvosa, em cada microambiente. A partir desses valores, o déficit de saturação hídrica (DS) de cada microambiente foi calculado segundo a fórmula *DS = SAT – ÁGUA*,

onde $SAT = e^{[(0,026404 \,.\, Tn) + 0,82488]}$; $ÁGUA = SAT \,.\, UR_n/100$; T = temperatura e UR = umidade relativa.

A infestação nessas áreas e formações, resultante do emprego das técnicas de arraste, inspeção visual e triagem de serrapilheira, foi comparada através de uma Análise de variância de dois fatores. Ainda, foi realizado um teste de correlação de *Spearman* entre o número de carrapatos encontrado em cada transecto e os respectivos valores de déficit hídrico considerando áreas e formações e as possíveis interações entre os efeitos de ambas sobre o número de carrapatos em vida livre.

Análise do efeito da retirada recente de gado sobre a infestação

Foi feita uma comparação (*Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn*) entre áreas com gado (Invernada da Fazenda Nhumirim) e sem gado (RPPN da Fazenda Nhumirim) em relação à área da qual o gado foi retirado recentemente (RPPN da Fazenda Alegria). Para tal, foi utilizado apenas o número de carrapatos obtido pela técnica do arraste durante a seca de 2010, 2011 e 2012. Neste caso, os resultados foram expressos em número de carrapatos por metro quadrado, devido à diferença na área do transecto na RPPN da Fazenda Alegria. Ainda, a infestação ambiental da RPPN da Fazenda Alegria durante a estação seca nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012 foi comparada interanualmente. A infestação foi expressa por transecto (30m²) e foi comparada entre os quatro anos por *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn.*

Comparação da infestação entre caraguateiros e áreas livres de caraguatá

O número de carrapatos obtido pela coleta por armadilhas de gelo seco, durante a estação chuvosa de 2011-2012, foi comparado entre caraguateiros e áreas livres dessa bromélia pelo teste de *Mann-Whitney.* Foram amostradas as áreas da Fazenda Nhumirim, como já descrito, e mais duas formações florestais localizadas na Fazenda Alegria, em invernadas de gado Nelore. Foram comparados o número total de carrapatos e o número de cada espécie de carrapato encontrada nesses ambientes. Ainda, foi feita uma comparação entre as espécies obtidas em cada uma das duas áreas. A infestação foi expressa em número de carrapatos por fragmento florestal.

Descrição do horário e da altura de espera dos carrapatos na vegetação

Ao encontrar carrapatos na busca visual, na Fazenda Nhumirim, a altura do local de espera até o solo era registrada e o carrapato coletado e armazenado individualmente para identificação. Os carrapatos foram agrupados em intervalos de alturas de 10 cm (a partir do nível do solo) e os resultados foram expressos na forma de frequência, considerando diferentes estágios e estações. O horário de coleta foi estabelecido em intervalos de uma hora (entre 7h00 e 8h00, 8h00 e 9h00, 9h00 e 10h00, 10h00 e 11h00 e 11h00 e 12h00). A coleta ocorreu em apenas um intervalo por dia, em diferentes transectos ao longo da mesma campanha, para evitar que as retiradas pudessem interferir na abundância final de cada área. Sempre que possível, esses intervalos foram pareados em cada campanha, considerando áreas e formações vegetais. O número de carrapatos encontrado em cada horário foi comparado por *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn*. As alturas de espera e o número de carrapatos encontrado em cada horário foram comparados por U de *Mann-Whitney* entre formações florestais de áreas com e sem gado.

RESULTADOS

Técnicas para coleta de carrapatos em vida livre

Na Fazenda Nhumirim, foram coletados ao longo de todo o trabalho, como resultado do arraste, triagem de serrapilheira e inspeção visual da vegetação, as espécies *A. cajennense* (n_{seca}=602 espécimes e $n_{chuvosa}$=127), *A. parvum* (38 e 11) e *A. ovale* (01 e 02), além de larvas de *Amblyomma* sp. (03 bolos e 2 indivíduos). Já as armadilhas de gelo seco resultaram nas espécies *A. cajennense* (n=525) e *A. parvum* (376) (Tabela 2, Figura 3). Os espécimes de *A. ovale* foram obtidos por visualização na área com gado. Os bolos de larvas foram coletados por arraste na área sem gado. Os espécimes encontrados individualmente foram obtidos por inspeção visual na área com gado e por triagem de serrapilheira na área sem gado. Todas as larvas foram encontradas na estação seca.

Na estação seca, foram registrados carrapatos em todos os estágios, mas as três técnicas, principalmente o arraste, resultaram em um maior número de carrapatos em fase de ninfa. Durante a estação chuvosa, todas as técnicas empregadas resultaram na obtenção de carrapatos adultos, com exceção de uma ninfa obtida por inspeção visual. Por conta do predomínio de diferentes estágios nas estações seca e chuvosa, as análises foram feitas considerando cada fase do carrapato e estação separadamente.

Tabela 2. Número total de carrapatos obtido por cada técnica de coleta em vida livre nas áreas com e sem gado da Fazenda Nhumirim, no Pantanal da Nhecolândia, MS.

Área	Técnica de coleta	*A. cajennense*				*A. parvum*			
		Seca		Chuvosa		Seca		Chuvosa	
		A	N	A	N	A	N	A	N
Com gado	Arraste de flanela	10	169	06	0	11	06	01	0
	Triagem de serrapilheira	0	17	07	0	0	0	02	0
	Inspeção visual	40	71	100	01	14	0	07	0
	Armadilhas de gelo seco	-	-	245	0	-	-	178	0
Sem gado	Arraste de flanela	48	171	02	0	04	01	01	0
	Triagem de serrapilheira	02	03	00	0	0	0	0	0
	Inspeção visual	24	11	11	0	02	0	0	0
	Armadilhas de gelo seco	-	-	164	0	-	-	80	0

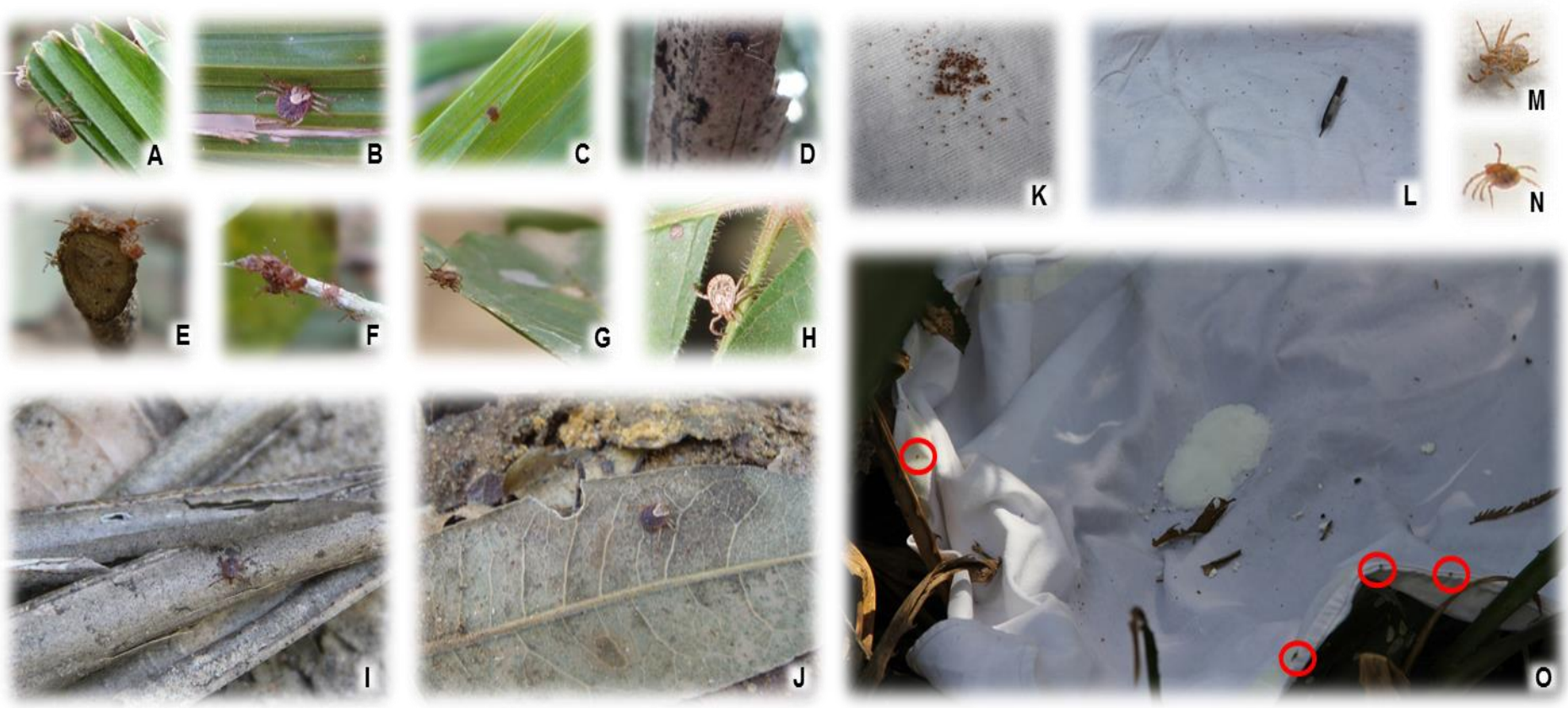


Figura 3. Carrapatos em vida livre coletados por diferentes técnicas no Pantanal da Nhecolândia, MS. A-H. Carrapatos localizados por inspeção visual da vegetação. A-D. Em folha de acuri (*Attalea phalerata*): macho (A) e fêmeas de *A. cajennense* (B e D)*;* ninfa de *Amblyomma* sp.(C). E-G. Grupo de ninfas em: caule cortado de dicotiledônea (E); folha jovem enrolada de *Bromelia balansae* (F); folha de dicotiledônea (G). H. Macho de *A. cajennense* em caule de dicotiledônea. I-J. Carrapatos visualizados sobre a serrapilheira: fêmeas de *A. parvum* (I) e *A. cajennense* (J). K-N. Carrapatos coletados por arraste de flanela: bolo de larvas de *Amblyomma* sp. (K); ninfas de *Amblyomma* sp.(L); macho de *A. cajennense* (M); ninfa de *Amblyomma* sp.(N). O. Carrapatos atraídos pela armadilha de gelo seco – no centro dos círculos vermelhos os espécimes presos nas bordas da armadilha pela fita dupla face.

Tabela 3. Número de carrapatos por fragmento florestal obtido por cada técnica de coleta em vida livre nas áreas com e sem gado da Fazenda Nhumirim, no Pantanal da Nhecolândia, MS.

Área	Técnica de coleta	Estação Seca Adultos	Estação Seca Ninfas	Estação Chuvosa Adultos
		Mediana (1º-3º Quartil) Total (mínimo-máximo)		
Com gado	Arraste de flanela	1,0 (0,5-2,0) 23,0 (0,0-5,0)	10,5 (5,0-15,0) 168,0 (2,0-62,0)	1,5 (0,5-2,5) 6,0 (0,0-3,0)
	Triagem de serrapilheira	0,0 (0,0-0,0) 4,0 (0,0-4,0)	0,0 (0,0-0,0) 1259,0 (0,0-1259,0)	37,0 (0,0-259,0) 518,0 (0,0-444,0)
	Inspeção visual	3,0 (1,0-5,0) 540 (0,0-10,0)	3,0 (1,5-6,5) 76,0 (0,0-30,0)	14,0 (8,5-41,5) 100,0 (5,0-67,0)
	Armadilhas de gelo seco	-	-	159,0 (145,5-191,5) 502,0 (141,0-202,0)
Sem gado	Arraste de flanela	5,0 (1,5-11,5) 50,0 (0,0-14,0)	13,0 (8,75-24,5) 148,0 (4,0-30,0)	0,5 (0,0-1,0) 2,0 (0,0-1,0)
	Triagem de serrapilheira	0,0 (0,0-37,0) 148,0 (0,0-74,0)	0,0 (0,0-0,0) 222,0 (0,0-222,0)	- -
	Inspeção visual	1,5 (0,5-4,5) 25,0 (0,0-12,0)	3,0 (1,5-4,0) 5,0 (0,0-2,0)	2,0 (0,5-5,0) 11,0 (0,0-7,0)
	Armadilhas de gelo seco	-	-	110,0 (47,5-152,75) 304,0 (27,0-167,0)

Durante a estação seca, o arraste de flanela foi o mais eficiente para a obtenção de ninfas de carrapatos ($H=78,38$; $p<0,05$) e não houve diferença na eficiência entre a triagem de serrapilheira e a inspeção visual ($p>0,05$). Já para os adultos obtidos nesta estação, o arraste e a visualização foram igualmente eficientes, sendo melhores que a inspeção da serrapilheira ($H=36,56$; $p<0,05$). Na estação chuvosa, o número de carrapatos por transecto (adultos), coletado por visualização, foi maior que o resultante das demais técnicas ($H=6,34$; $p<0,05$), e o número de carrapatos adultos por fragmento florestal na estação chuvosa com as armadilhas de gelo seco também foi maior ($H=16,15$; $p<0,01$) (Tabela 4, Figura 4). Não houve variação interanual no número de carrapatos por transecto (40m) obtido por cada uma das técnicas (arraste, triagem de serrapilheira e inspeção visual) (seca: $H_{arraste}=4,678$; $H_{serrapilheira}=2,775$; $H_{visualização}=5,795$; chuvosa: $U_{arraste}=14,3$; $U_{serrapilheira}=119,5$; $U_{visualização}=118,5$; $p>0,05$ em todos os casos).

Tabela 4. Número de carrapatos em vida livre obtido durante as estações seca e chuvosa por cada técnica de coleta no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Estação	Estágio	Técnica	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (mínimo-máximo)
SECA (nº de carrapatos por transecto)	Ninfas	Arraste	4,00[a] (1,25 – 8,75)	347,00 (0,00 – 40,00)
		Visualização	0,00[b] (0,00 – 1,00)	82,00 (0,00 – 30,00)
		Serrapilheira	0,00[b] (0,00 – 0,00)	1481,00 (0,00 – 1259,00)
	Adultos	Arraste	1,00[a] (0,00-1,50)	73,00 (0,00-13,00)
		Visualização	1,00[a] (0,00-3,00)	80,00 (0,00-9,00)
		Serrapilheira	0,00[b] (0,00 – 0,00)	148,00 (0,00-74,00)
CHUVOSA (nº de carrapatos por transecto)		Arraste	0,00[a] (0,00 – 0,00)	8,00 (0,00 – 3,00)
		Visualização	0,00[b] (0,00 – 1,50)	111,00 (0,00 – 51,00)
		Serrapilheira	0,00[a] (0,00 – 0,00)	518,00 (0,00 – 444,00)
CHUVOSA (nº de carrapatos por fragmento florestal)		Arraste	1,00[a] (0,00 – 1,50)	8,00 (0,00 – 3,00)
		Visualização	6,00[a] (2,00 – 14,00)	111,00 (0,00 – 67,00)
		Serrapilheira	0,00[a] (0,00 – 37,00)	518,00 (0,00 -444,00)
		Gelo seco	143,50[b] (78,00 – 163,00)	998,00 (27,00 – 202,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre técnicas comparadas.

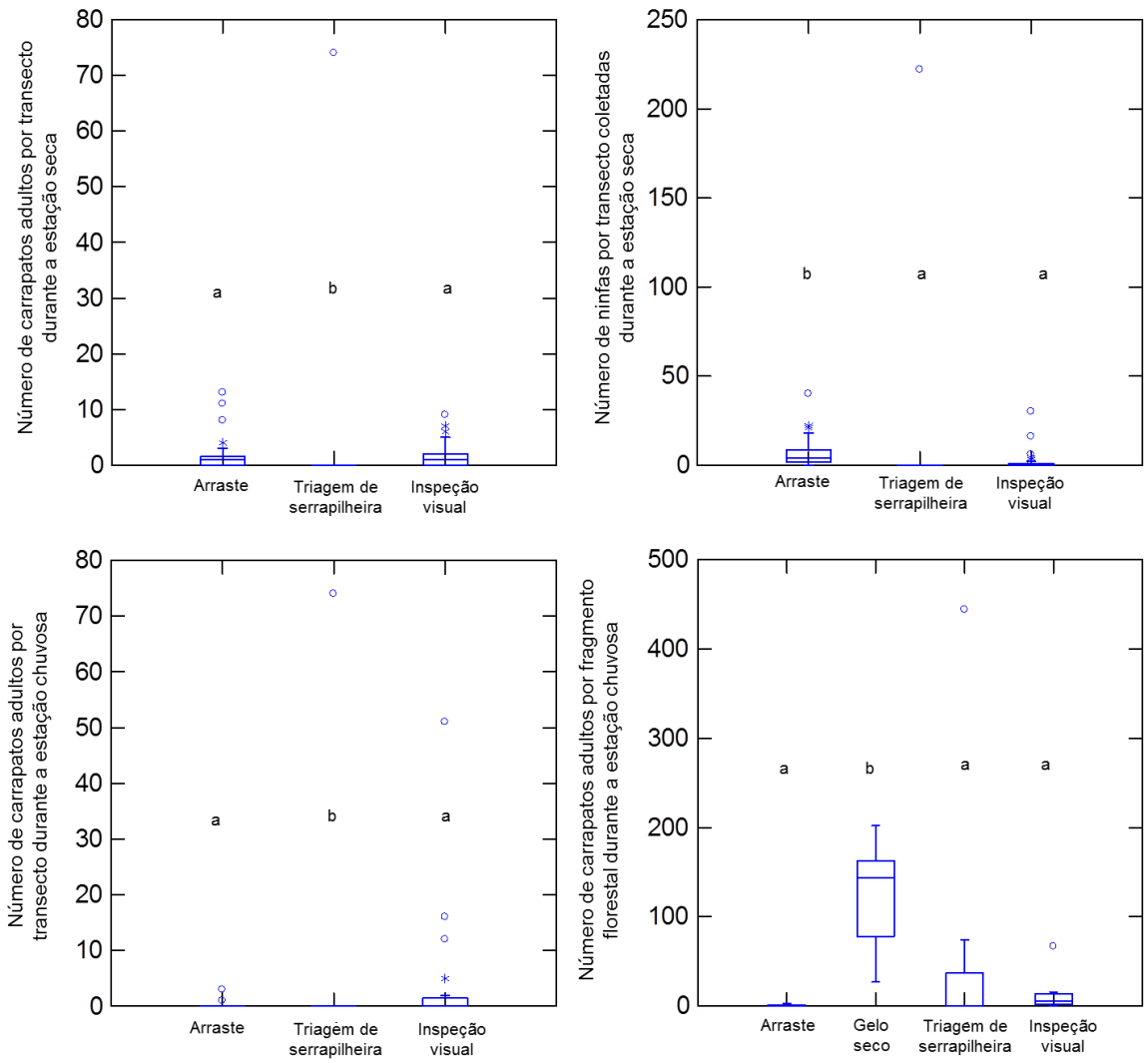


Figura 4. Número de carrapatos em vida livre obtido durante as estações seca e chuvosa por cada técnica de coleta no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre técnicas comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Influência do ambiente e déficit hídrico sobre a ocorrência de carrapatos

Áreas e formações vegetais

A ocorrência de carrapatos em vida livre não sofreu efeito conjunto do tipo de formação vegetal e uso de área pelo gado durante a estação seca (F=1,003; g.l.=1,0; p>0,05). Assim, na seca, analisando esses fatores separadamente, observa-se que a área com gado apresentou número de carrapatos semelhante à área sem gado (F=0,42; g.l.=1,0; p>0,05). Por outro lado, nas formações florestais a coleta resultou em maior número de carrapatos

que nas formações campestres (F=26,669; g.l.=1,0; p<0,001). De modo diverso, na estação chuvosa houve efeito da interação (r^2=0,40) entre o manejo de gado da área e o tipo de formação vegetal (F=5,075; g.l.=1,0; p<0,05). Nessa estação, as formações florestais das áreas com gado apresentaram maior número de carrapatos que as demais, que não diferiram entre si.

Para as coletas da estação seca, em nenhuma das áreas houve variação interanual ($H_{invernada}$=4,910; $H_{reserva}$=4,874; p>0,05 para ambos os casos). Ainda, no ano de 2010, as formações florestais apresentaram um menor número de carrapatos por transecto que em 2011 e 2012 (H=12,212; p<0,005). Já as formações campestres mantiveram número médio semelhante entre os três anos (H=4,843; p>0,05) (Tabela 5, Figura 5). Para as coletas da estação chuvosa, não houve variação interanual significativa nas infestações (U_{RF}=3,0; U_{RC}=8,0; U_{IF}=12,5; U_{IC}=10,0; p>0,05 para todos os casos[1]) (Tabela 6).

Tabela 5. Número de carrapatos por transecto (40m²) coletados com as técnicas de arraste, triagem de serrapilheira e inspeção visual durante a estação seca no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Tipo de ambiente	Período da coleta	Total (Mínimo-máximo)	Média (desvio-padrão)	Mediana (1º-3º quartil)
Formação Florestal	Total	568,00 (0,00-74,00)	9,00 (16,70)[a]	17,17 (6,00-22,00)
Formação Campestre	Total	42,00 (0,00-14,00)	0,00 (1,24)[b]	2,742 (0,00-1,00)
Área sem gado	Total	272,00 (0,00-50,00)	8,00 (11,89)[a]	4,00 (0,00-9,00)
Área com gado	Total	338,00 (0,00-74,00)	9,94 (16,80)[a]	2,00 (0,00-10,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os anos e ambientes comparados

[1] R: Reserva; I: Invernada; F: Formação florestal; C: Formação campestre.

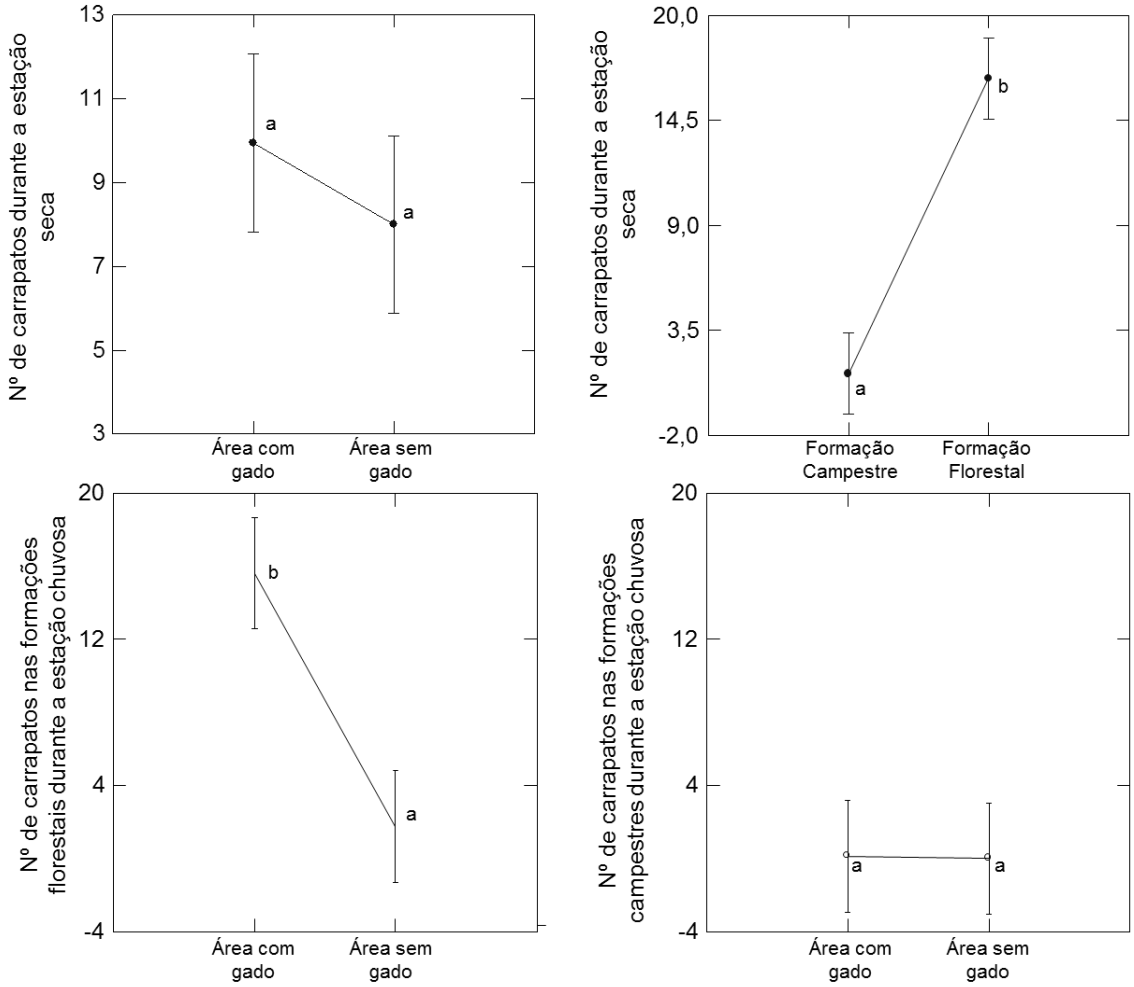


Figura 5. Infestação ambiental por carrapatos (média dos mínimos quadrados) em formações florestais e campestres e em áreas com e sem gado, durante estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados.

Tabela 6. Número de carrapatos por transecto (40m²) coletados com as técnicas de arraste, triagem de serrapilheira e inspeção visual durante a estação chuvosa no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Formação/ Área	Período	Total (mínimo-máximo)	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºQuartil)
Florestal/ Reserva	Total	14,00 (0,00 – 5,00)	1,75 ± 1,49[a]	1,50 (1,00 – 2,00)
Campestre/ Reserva	Total	0,00	0,00[a]	0,00 (0,00 – 0,00)
Florestal/ Invernada	Total	125,00 (0,00 – 53,00)	15,63 ± 17,19[b]	15,5 (1,5 – 19,00)
Campestre/ Invernada	Total	1,00 (0,00 – 1,00)	0,12 ± 0,35[a]	0,00 (0,00 – 0,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre ambientes comparados.

Déficit de saturação hídrica em diferentes microambientes

Na estação seca, os três microambientes apresentaram semelhança quanto ao déficit de saturação (H=1,833; p>0,05) (Tabela 7). Os déficits de saturação não variaram, durante a seca, entre as áreas de invernada e reserva (U_{ar}=521,0; U_{solo}=322,0; $U_{serrapilheira}$=329,0; p>0,05 para todos os casos), nem entre as formações florestais e campestres (U_{ar}=585,0; U_{solo}=378,0; $U_{serrapilheira}$=382,0; p>0,05 para todos os casos), mas estas últimas apresentaram tendência a ter maior déficit. O número de carrapatos coletados em vida livre não apresentou correlação com o déficit de saturação de nenhum dos microambientes (r_{SAR}= -0,086; r_{SSOLO}=0,135; $r_{SSERRAPILHEIRA}$=0,092; p>0,05 para todos os casos. O mesmo ocorreu no teste de correlação utilizando apenas o número de imaturos, tanto para o total obtido pelas três técnicas (r_{SAR}=0,03; r_{SSOLO}=-0,05; $r_{SSERRAPILHEIRA}$=-0,02; p>0,05 para todos os casos) quanto para o número registrado somente na inspeção visual (r_{SAR}= 0,06; r_{SSOLO}=0,18; $r_{SSERRAPILHEIRA}$=0,26; p>0,05 para todos os casos).

Tabela 7. Temperatura, umidade relativa e déficit de saturação dos microambientes de coleta de carrapatos em vida livre no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS) durante a estação seca (2010 a 2012)

Área ou Formação Microambiente	Temperatura (ºC)	Umidade Relativa (%)	Déficit de saturação
	média ± desvio-padrão (mediana)		
Florestal			
Ar	27,11 ± 3,77 (27,29)	58,38 ± 16,44 (64,83)	1,99 ± 0,93 (1,70)[a]
Solo	25,98 ± 3,91 (25,83)	55,83 ± 14,92 (59,67)	2,04 ± 0,83 (1,93)[a]
Serrapilheira	26,26 ± 3,96 (26,06)	55,87 ± 14,45 (61,58)	2,05 ± 0,81 (1,79)[a]
Campestre			
Ar	26,43 ± 5,80 (26,48)	57,10 ± 17,35 (57,50)	2,07 ± 1,14 (2,06)[a]
Solo	25,07 ± 6,14 (23,19)	52,15 ± 13,55 (51,58)	2,20 ± 0,96 (2,17)[a]
Serrapilheira	26,83 ± 10,71 (24,18)	52,05 ± 13,20 (51,75)	2,42 ± 1,50 (2,11)[a]
Reserva			
Ar	28,31 ± 3,96 (28,51)	58,40 ± 15,90 (58,33)	2,07 ± 0,97 (1,97)[a]
Solo	27,51 ± 4,71 (28,13)	56,08 ± 12,92 (57,83)	2,14 ± 0,85 (2,04)[a]
Serrapilheira	29,39 ± 9,67 (29,15)	56,60 ± 12,54 (61,75)	2,34 ± 1,49 (1,79)[a]
Invernada			
Ar	25,23 ± 5,25 (25,49)	57,08 ± 17,85 (64,33)	1,99 ± 1,11 (1,73)[a]
Solo	23,53 ± 4,80 (22,58)	51,90 ± 15,40 (53,42)	2,11 ± 0,95 (2,02)[a]
Serrapilheira	23,70 ± 4,50 (22,78)	51,32 ± 14,79 (51,92)	2,13 ± 0,87 (2,13)[a]

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados

Apesar do déficit de saturação hídrica não ter variado entre ambientes, houve variação no número de carrapatos, conforme já descrito. Portanto, foram realizados testes de correlação para cada estação separadamente, considerando áreas e formações e as possíveis interações entre os efeitos de ambas sobre o número de carrapatos em vida livre (Tabela 8). Nesse caso, a única correlação encontrada foi entre o número de carrapatos e o déficit de saturação do ar na área sem gado durante a estação seca, mas o aumento no déficit explicou apenas 40 por cento do declínio no número de carrapatos.

Tabela 8. Resultados dos testes de correlação de *Spearman* entre o déficit de saturação e o número de carrapatos coletados em três microambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Estação, área e formação	Ar		Serrapilheira		Solo	
	r_s	*p*	r_s	*p*	r_s	*p*
Estação seca						
Área com gado	0,02	>0,05	-0,11	>0,05	0,17	>0,05
Área sem gado	-0,38	**<0,05**	0,19	>0,05	-0,44	>0,05
Formação campestre	-0,03	>0,05	0,05	>0,05	0,04	>0,05
Formação florestal	-0,27	>0,05	0,06	>0,05	-0,15	>0,05
Estação chuvosa						
Formação florestal em área com gado	-0,23	>0,05	-0,69	>0,05	-0,33	>0,05
Formação campestre em área com gado	-0,41	>0,05	-0,41	>0,05	-0,41	>0,05
Formação florestal em área sem gado	0,32	>0,05	0,20	>0,05	0,47	>0,05
Formação campestre em área sem gado*	-	-	-	-	-	-

*Dados insuficientes para realização do teste

Infestação em áreas com e sem gado em relação à área com retirada recente de bovinos

A área com retirada recente de gado nelore apresentou maior densidade de carrapatos que a área sem gado (H=6,864; p<0,05). As demais comparações não resultaram em diferenças significativas (Figura 5, Tabela 9).

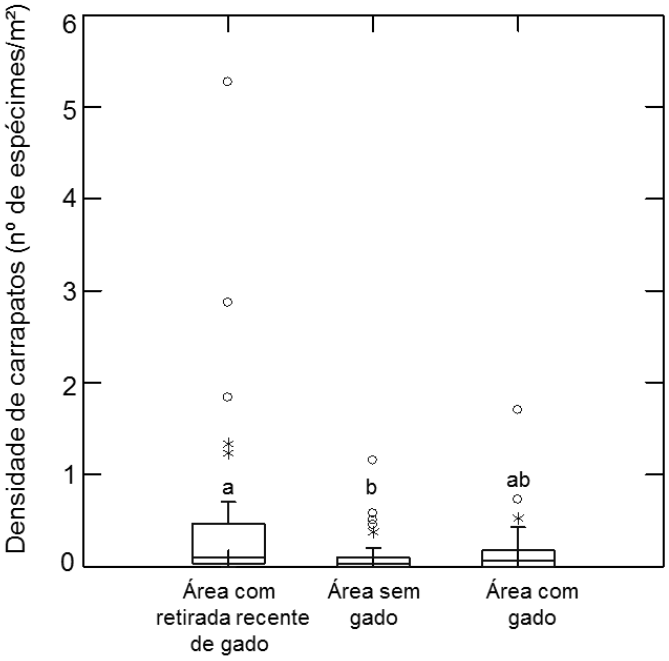


Figura 5. Variação na densidade de carrapatos em vida livre (mediana) coletados por arraste de flanela em áreas com diferentes manejos de gado no Pantanal da Nhecolândia, MS, na estação seca dos anos de 2010, 2011 e 2012. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as áreas comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 9. Densidade de carrapatos em vida livre (número de espécimes/m²) obtida por arraste de flanela em áreas com diferentes manejos de gado no Pantanal da Nhecolândia, MS, na estação seca dos anos de 2010, 2011 e 2012

	Área com retirada recente de gado	Área sem gado	Área com gado
Mínimo-Máximo	0,00-5,30	0,00-1,10	0,00-1,70
Mediana	0,100[a]	0,025[b]	0,062[ab]
1º-3º quartil	0,03-0,47	0,00-0,17	0,00-0,10

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre áreas comparadas.

Infestação em caraguateiros e áreas livres de caraguatá

As coletas realizadas na estação chuvosa, na Fazenda Nhumirim e na Fazenda Alegria, utilizando armadilhas de gelo seco, resultaram em 984 carrapatos adultos das espécies *A. parvum* (n= 377) e *A. cajennense* (n=607). Dentro dos caraguateiros, a abundância das duas espécies não diferiu ($U_{caraguateiros}$=29,0; p>0,05), mas nas áreas livres de bromélias, *A. cajennense*

foi mais abundante que *A. parvum* ($U_{\text{áreas livres de caraguatá}}$=51,0; p<0,05). *A. cajennense* se distribuiu de forma mais homogênea entre os dois ambientes (U=34,5; p>0,05), enquanto *A. parvum* concentrou-se nos caraguateiros (U=53; p<0,05) (Tabela 10, Figura 6).

Tabela 10. Número de carrapatos em vida livre coletados por armadilhas de gelo seco em áreas com e sem caraguateiros (*Bromelia balansae*) durante a estação chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS.

Ambiente	Espécie de carrapato	Total (mínimo-máximo)	Mediana (1º-3º quartil)
Interior de caraguateiro	*A. parvum*	287,00 (11,00-89,00)	$29,00^{Aa}$ (14,00-50,50)
	A. cajennense	296,00 (1,00-140,00)	$22,00^{Aa}$ (16,50-39,00)
	Total	583,00 (12,00-151,00)	66,50 (41,50-102,00)
Área livre de caraguatá	*A. parvum*	90,00 (0,00-44,00)	$2,00^{Aa}$ (0,00-21,0)
	A. cajennense	311,00 (107,00-311,00)	$23,5^{Aa}$ (11,50-65,50)
	Total	411,00 (3,00-135,00)	$26,00^{a}$ (13,50-97,00)

Letras diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre ambientes (minúsculas) e espécies (maiúsculas).

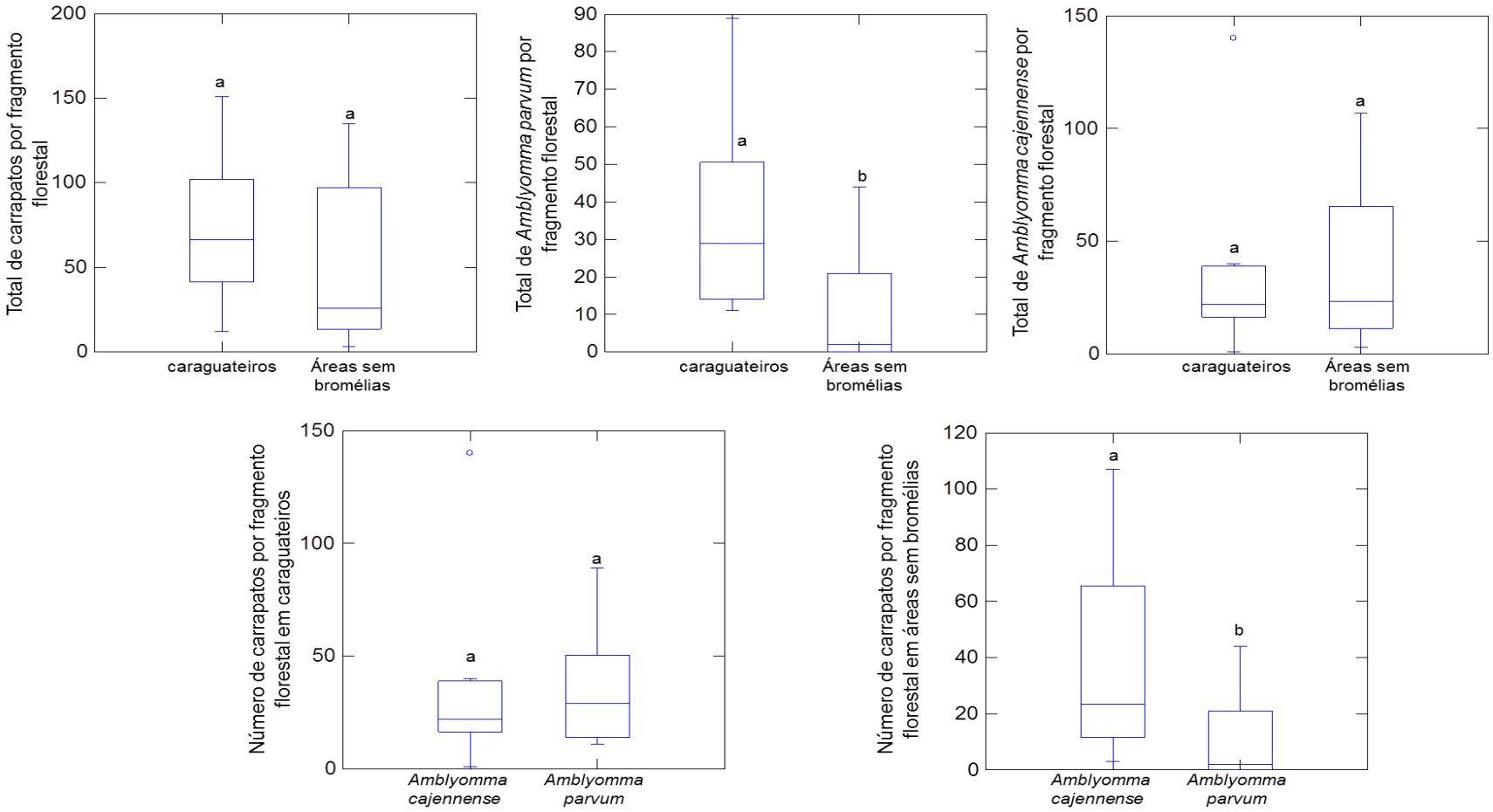


Figura 6. Número de carrapatos (medianas) das espécies *A. parvum* e *A. cajennense* em áreas com e sem caraguateiros (*Bromelia balansae*) durante a estação chuvosa do período entre 2011-2012 no Pantanal da Nhecolândia, MS. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre pares comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Variação temporal da infestação ambiental em área de retirada recente de gado Nelore

O ano de 2009 foi o que apresentou maior número de carrapatos por transecto na RPPN da Fazenda Alegria, sendo registrada uma queda na infestação no ano de 2010 em relação a 2009 e a 2011 (H=20,703; p<0,05). Já em 2012 os números não diferiram em relação aos anos anteriores, apesar de apresentarem uma tendência à redução (Tabela 11, Figura 7).

Tabela 11. Número de carrapatos em vida livre coletados por arraste de flanela em área de retirada recente de gado (Reserva Particular do Patrimônio Natural) localizada na Fazenda Alegria, no Pantanal da Nhecolândia, MS, durante a estação seca em quatro anos consecutivos.

	2009	2010	2011	2012
Mínimo-Máximo	4,00-80,00	0,00-10,00	0,00-158,00	0,00-18,00
Mediana	22,50[a]	1,00[b]	12,00[a]	5,00[ab]
1º-3º quartil	8,00-47,00	0,00-2,75	1,25-39,25	1,00-11,50

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os anos comparados

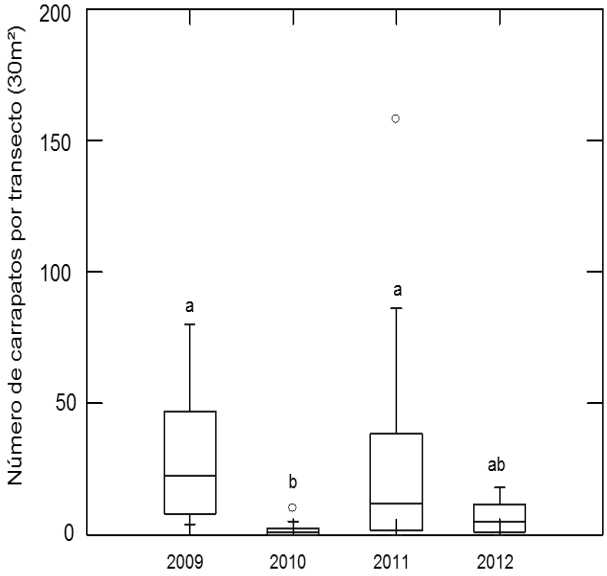


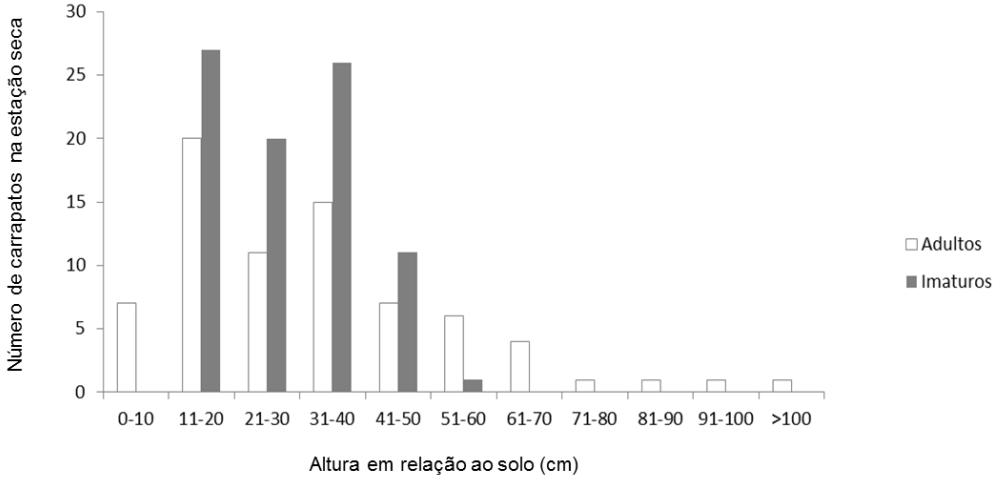
Figura 7. Variação interanual no número de carrapatos (mediana) em vida livre coletados por arraste de flanela em área de retirada recente de gado (Reserva Particular do Patrimônio Natural) localizada na Fazenda Alegria, no Pantanal da Nhecolândia, MS, durante a estação seca de 2009 a 2012. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre anos comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Altura e horário de espera dos carrapatos pelos hospedeiros na vegetação

Altura

Na estação seca, foram encontrados 159 carrapatos pelo método de inspeção visual, sendo 74 adultos (46,54%) e 85 imaturos (56,46%). Dentre os imaturos, um espécime estava em fase de larva e os demais em fase de ninfa. Na estação chuvosa, foram registrados 119 adultos e apenas uma ninfa. A maior parte dos carrapatos estava posicionada entre 11 e 50 cm de altura em relação ao solo, tanto na estação seca (71,6% dos adultos e 98,82% dos imaturos) quanto na chuvosa (83,2% dos adultos) (Figura 8).

Considerando apenas a espécie *A. cajennense*, que ocorreu em maior número na coleta por busca visual, durante a seca as alturas mais frequentes em que as ninfas foram encontradas foram maiores na área sem gado que na área com gado ($U=230,0$; $p<0,01$). Já os adultos foram mais frequentes em alturas maiores na área com gado durante a estação seca ($U=625,0$; $p<0,01$). Durante a estação chuvosa, não houve diferença na altura dos adultos entre as duas áreas ($U=644,0$; $p>0,05$) (Tabela 12, Figura 9).



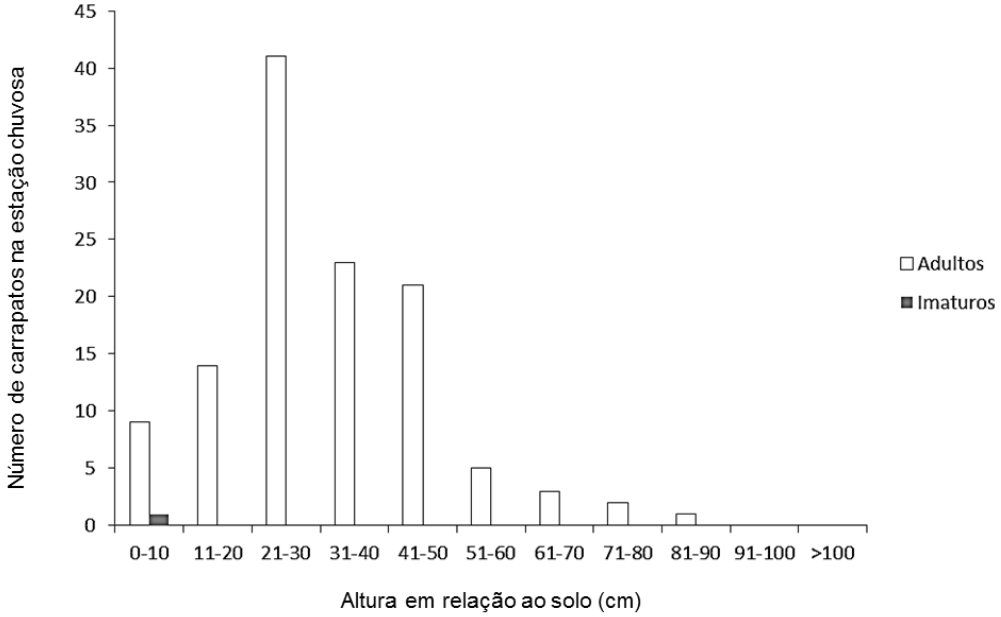


Figura 8. Altura de espera de carrapatos pelos hospedeiros na vegetação durante estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Tabela 12. Altura de espera de carrapatos *A. cajennense* encontrados por busca visual sobre a vegetação em áreas com e sem gado durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Áreas	Parâmetros descritivos da altura de espera (cm)	Estação Seca		Estação Chuvosa
		Adultos	Ninfas	Adultos
Área sem gado	Mínimo – máximo	3,00-58,00	18,00-47,00	3,00-46,00
	Média ± desvio-padrão	23,86±13,70	35,20±9,68	26,95±17,02
	Mediana (1º-3º quartil)	18,00[a] (18,00-31,00)	42,00[a] (25,00-42,00)	32,50[a] (13,25-41,75)
Área com gado	Mínimo – máximo	2,00-156,00	12,00-53,00	6,00-87,00
	Média ± desvio-padrão	41,60±28,11	25,85±9,85	33,55±15,82
	Mediana (1º-3º quartil)	35,50[b] (23,00-53,00)	23,00[b] (16,75-33,00)	30,00[a] (24,00-43,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre áreas comparadas

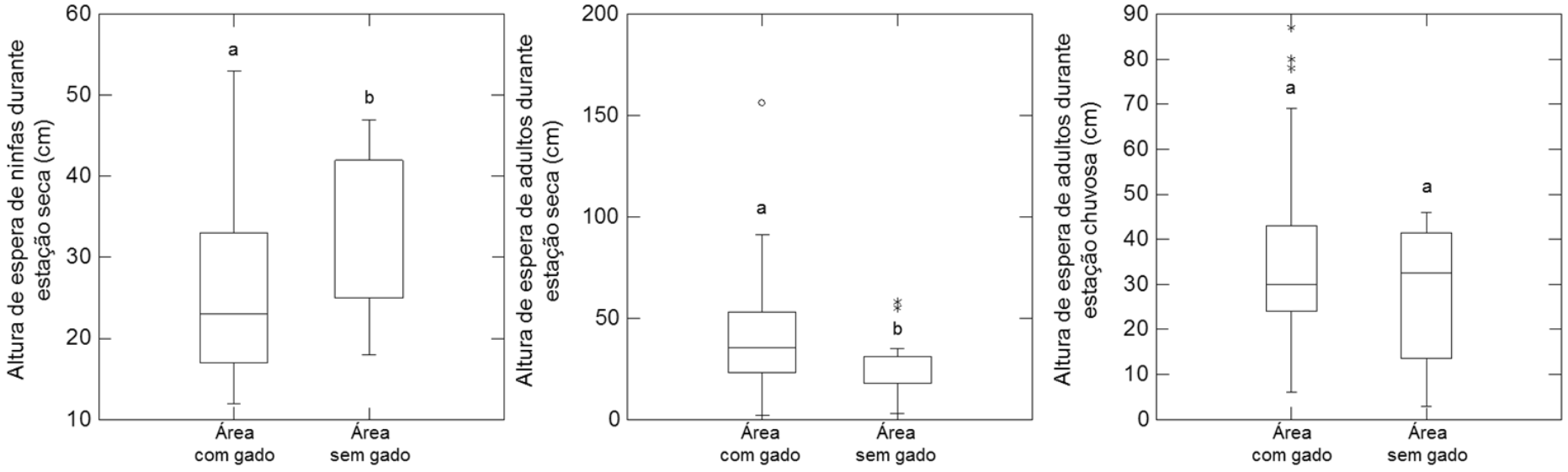


Figura 9. Altura de espera (cm) de carrapatos *A. cajennense* encontrados por busca visual sobre a vegetação em áreas com e sem gado durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre áreas comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Horário

Os carrapatos registrados na visualização não apresentaram comportamento diferencial de espera na vegetação segundo os diferentes intervalos de horário no período da manhã. O resultado foi o mesmo tanto considerando o total de carrapatos (seca: H_{total}=3,092; $H_{adultos}$=3,048; $H_{imaturos}$=1,644; chuvosa: H=1,59; todo o período: H=2,654; p>0,05 para todos os casos) (Tabela 13, Figura 10) quanto somente os imaturos (H_{ninfas}=3,402; p>0,05). Mesmo ao considerar o número total de carrapatos obtidos pelas técnicas de arraste, triagem de serrapilheira e inspeção visual, não houve diferença entre o número de carrapatos coletados nos intervalos de horário da manhã (H_{seca}=0,216; $H_{chuvosa}$=1,601; $H_{período\ todo}$=2,981; H_{ninfas}=2,327; p>0,05 para todos os casos) (Figura 10).

Tabela 13. Número de carrapatos por transecto (40m) registrados por visualização em diferentes horários do período da manhã no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS), de 2009 a 2012.

Período	Horário	Mediana (1º-3ºQuartil)	Total (mínimo-máximo)
Estação seca	7h-8h	0,00 (0,00 – 0,00)[a]	66,00 (0,00 – 34,00)
	8h-9h	0,00 (0,00 – 3,63)[a]	31,00 (0,00 – 16,00)
	9h-10h	0,50 (0,00 – 2,00)[a]	17,00 (0,00 – 6,00)
	10h-11h	0,00 (0,00 – 3,13)[a]	49,00 (0,00 – 20,00)
Estação chuvosa	7h-8h	0,00 (0,00 – 4,30)[a]	11,00 (0,00 – 6,00)
	8h-9h	1,00 (0,00 – 2,00)[a]	23,00 (0,00 – 17,00)
	9h-10h	0,00 (0,00 – 0,00)[a]	66,00 (0,00 – 54,00)
	10h-11h	0,00 (0,00 – 10,50)[a]	21,00 (0,00 – 21,00)
Total	7h-8h	0,00 (0,00 – 0,75)[a]	83,00 (0,00 – 34,00)
	8h-9h	0,00 (0,00 – 2,00)[a]	80,00 (0,00 – 23,00)
	9h-10h	0,00 (0,00 – 1,75)[a]	143,00 (0,00 – 66,00)
	10h-11h	0,00 (0,00 – 5,00)[a]	98,00 (0,00 – 21,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os horários comparados

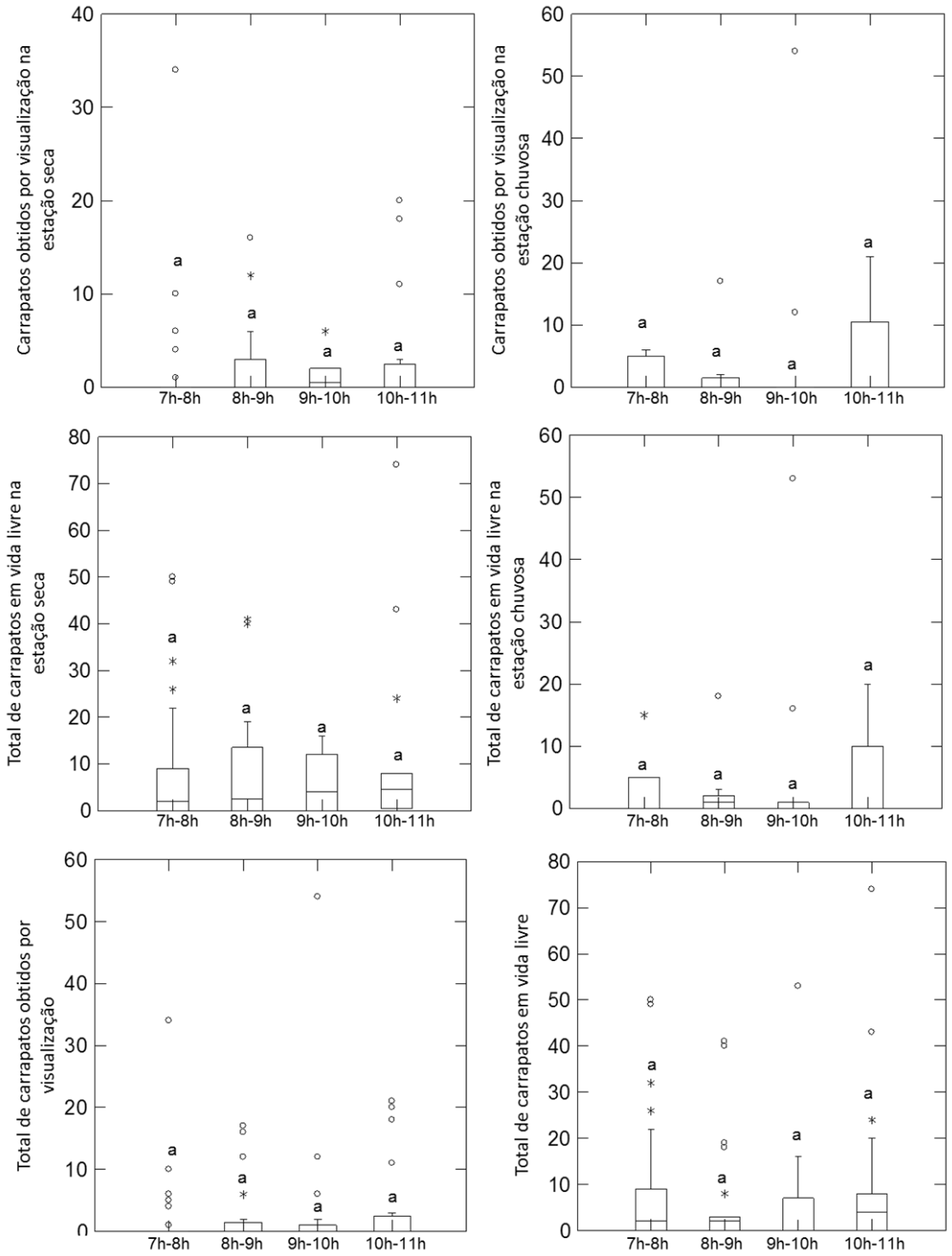


Figura 10. Número de carrapatos (mediana) encontrados sobre a vegetação em diferentes horários no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS), entre 2010 e 2012. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os horários comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Em ambas as estações, não houve variação significativa no número de carrapatos sobre a vegetação entre os horários dentro de cada área (estação chuvosa: $H_{\text{área com gado}}$=0,82; $H_{\text{área sem gado}}$=4,52; seca: $H_{\text{área com gado (ninfas)}}$=7,27; $H_{\text{área sem gado (ninfas)}}$=0,60; $H_{\text{área com gado (adultos)}}$=234,00; $H_{\text{área sem gado (adultos)}}$=4,07; p>0,05 para todos os casos). Ao comparar cada horário entre as áreas, houve maior número de adultos em espera entre sete e oito horas da manhã na área sem gado durante a estação seca (U=12,0; p<0,01). Para as demais comparações não houve diferença significativa (seca: $U_{7\text{-}8h\ (ninfas)}$=11,5; $U_{8\text{-}9h\ (adultos)}$=1,0; $U_{8\text{-}9h\ (ninfas)}$=1,0; $U_{9\text{-}10h\ (adultos)}$= 1,0; $U_{9\text{-}10h\ (ninfas)}$=12,0; $U_{10\text{-}11h\ (adultos)}$=78,0; $U_{10\text{-}11h\ (ninfas)}$=3,0; chuvosa: $U_{7\text{-}8h}$=1,0; $U_{8\text{-}9h}$=5,5; $U_{9\text{-}10h}$=6,0; $U_{10\text{-}11h}$=1,0; p>0,05 para todos os casos). Na estação seca, em todos os microambientes foram detectadas variações no déficit de saturação ao longo da manhã (H_{ar}=23,205; H_{solo}=19,933; $H_{serrapilheira}$=20,613; p<0,001 para todos os casos). Nota-se que há um aumento no déficit de saturação a partir das sete horas chegando ao pico no intervalo das nove horas, voltando a cair no próximo intervalo. Já na estação chuvosa não houve diferença no déficit de saturação entre os intervalos de horários da manhã (H_{ar}=2,74; H_{solo}=2,98; $H_{serrapilheira}$=3,37; p>0,05 para todos os casos) (Tabela 14, Figura 11).

Tabela 14. Temperatura, umidade relativa e respectivo déficit de saturação dos microambientes de coleta de carrapatos em vida livre em diferentes horários no período da manhã, durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Horários e microambientes	Estação	Temperatura (ºC)	Umidade Relativa (%)	Déficit de saturação
		Média ± desvio-padrão (mediana)		
7-8h				
Ar	Seca	25,72±2,99 (26,70)	63,40±11,73 (67,25)	1,67±0,60 (1,55)[a]
	Chuvosa	33,26±2,77 (33,62)	64,50±11,20 (63,33)	1,99±0,75 (2,03)[a]
Solo	Seca	23,09±2,59 (23,54)	62,52±6,69 (64,67)	1,59±0,36 (1,44)[a]
	Chuvosa	30,59±2,55 (29,60)	62,20±11,72 (61,00)	2,10±0,83 (2,04)[a]
Serrapilheira	Seca	23,31±3,18 (23,83)	61,10±6,82 (62,83)	1,66±0,38 (1,47)[a]
	Chuvosa	33,27±3,32 (32,92)	60,70±11,99 (60,67)	2,21±0,83 (2,14)[a]
8-9h				
Ar	Seca	29,81±7,37 (28,22)	42,91±17,41 (39,58)	3,01±1,43 (2,45)[b]
	Chuvosa	31,32±2,82 (31,85)	71,48±9,07 (69,00)	1,54±0,58 (1,62)[a]
Solo	Seca	27,83±7,02 (26,80)	45,38±16,91 (43,58)	2,71±1,25 (2,23)[b]
	Chuvosa	30,94±3,40 (29,60)	67,79±10,03 (70,50)	1,62±0,54 (1,57)[a]
Serrapilheira	Seca	27,70±6,05 (27,02)	46,08±15,78 (42,83)	2,64±1,08 (2,27)[ab]
	Chuvosa	30,51±1,99 (30,65)	66,21±10,18 (62,17)	1,75±0,59 (1,99)[a]
9-10h				
Ar	Seca	28,19±4,22 (28,68)	36,83±11,20 (32,33)	3,06±0,69 (3,00)[b]
	Chuvosa	32,00±3,78 (33,77)	66,58±12,44 (63,33)	1,84±0,83 (1,92)[a]
Solo	Seca	26,16±4,63 (27,60)	35,96±6,68 (34,67)	2,94±0,49 (3,10)[b]
	Chuvosa	31,04±2,97 (31,52)	63,36±13,38 (61,17)	1,95±0,80 (2,17)[a]
Serrapilheira	Seca	32,25±16,3 (29,13)	35,50±4,31 (35,92)	3,73±1,96 (3,22)[b]
	Chuvosa	31,68±3,38 (32,25)	62,14±12,32 (57,83)	2,05±0,80 (2,35)[a]
10-11h				
Ar	Seca	25,90±5,26 (26,17)	68,01±10,20 (71,08)	1,50±0,64 (1,32)[a]
	Chuvosa	29,12±4,32 (27,65)	73,22±11,64 (74,50)	1,37±0,75 (1,21)[a]
Solo	Seca	25,90±5,02 (26,08)	60,93±7,20 (60,58)	1,81±0,54 (1,65[a])
	Chuvosa	28,38±3,60 (27,98)	71,67±12,77 (74,67)	1,46±0,81 (1,24)[a]
Serrapilheira	Seca	26,06±5,18 (26,35)	61,96±7,68 (63,33)	1,77±0,53 (1,72)[a]
	Chuvosa	30,49±4,15 (28,95)	74,33±8,25 (74,50)	1,35±0,58 (1,25)[a]

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os horários comparados.

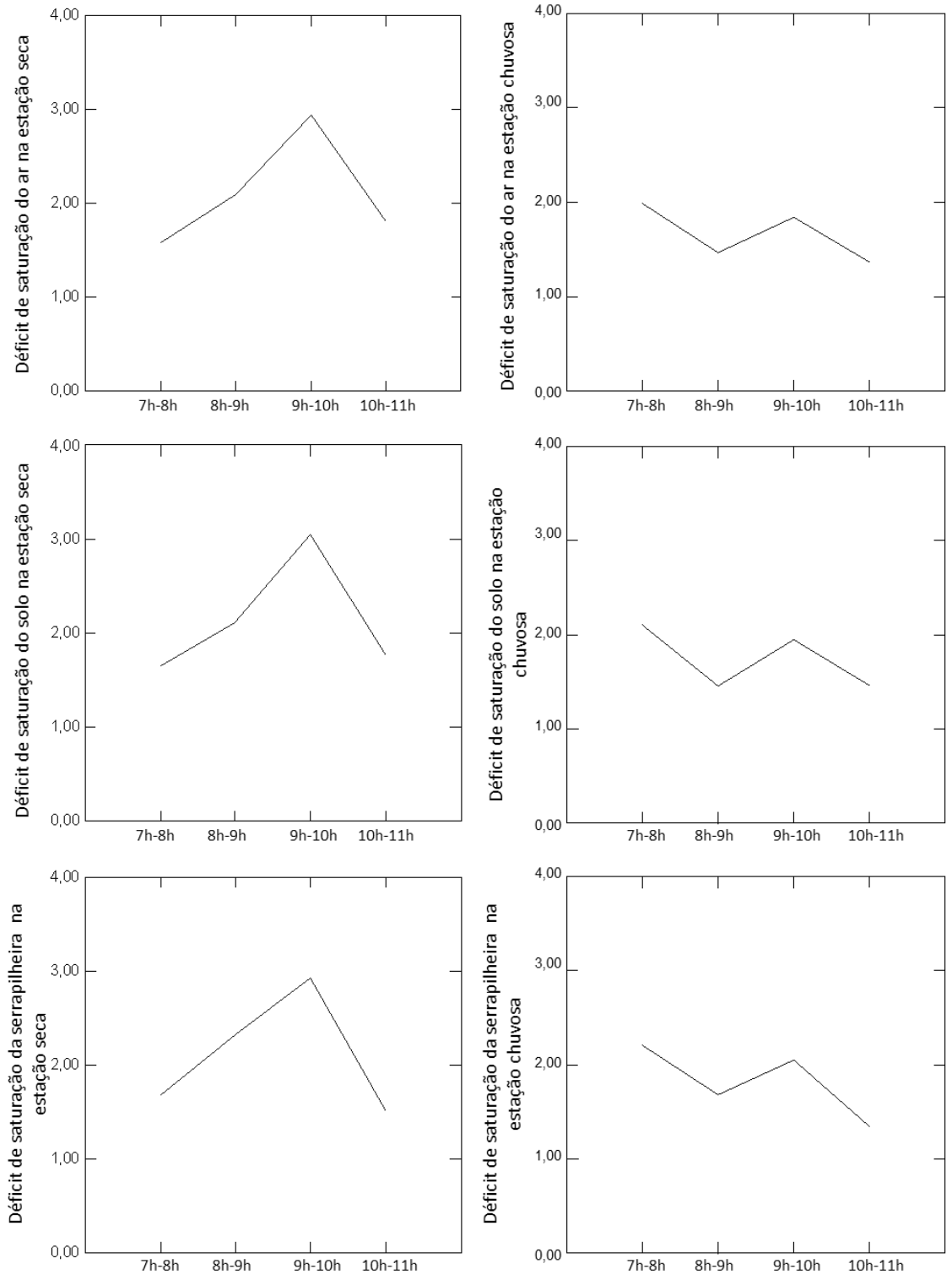


Figura 11. Déficit de saturação de microambientes de coleta de carrapatos em vida livre em diferentes horários no período da manhã, durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

DISCUSSÃO

Eficiência de técnicas de coleta segundo estágios e espécies de carrapatos

Dentre as técnicas empregadas nas duas estações, a mais eficiente para ninfas foi o arraste (seca). Para os adultos, na estação seca, a visualização e o arraste foram igualmente eficientes, mas na estação chuvosa a visualização foi melhor. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Terassini et al. (2010), que obteve tanto imaturos quanto adultos pelo método do arraste. No entanto, diferentemente do referido trabalho, no presente estudo obtivemos ninfas também por visualização (n=94). O encontro de ninfas e até mesmo de larvas por visualização, no Pantanal, pode refletir uma infestação ambiental mais intensa, como já foi registrado em outros locais com essa situação Szabó et al., 2009).

A visualização é uma técnica bastante simples e sem custo algum, porém, é preciso que o pesquisador tenha um treinamento para identificar com facilidade os carrapatos na vegetação, principalmente as formas imaturas, que são menores. É preciso, assim, considerar que os resultados oriundos do emprego deste método podem variar em função da acurácia humana, e deve-se ter o cuidado na interpretação dos dados, principalmente em relação à falta de registros de espécimes. O arraste de flanela é uma das técnicas mais utilizadas para coleta de carrapatos em vida livre, tanto pela facilidade de aplicação quanto pelo baixo custo, e se mostrou eficiente para imaturos e adultos. Assim, dentre os métodos empregados, parece ser a única que poderia, ao ser realizada sem o complemento de outras técnicas, levar a uma amostragem mais próxima do que ocorre em dado local, principalmente na estação seca. No entanto, para uma amostragem mais fidedigna da abundância de todas as fases e espécies, faz-se necessária a aplicação de mais de uma técnica. Por exemplo, na estação chuvosa, o emprego do gelo seco se mostrou bem mais eficiente que as demais técnicas, tanto em relação ao número total de carrapatos quanto ao número de cada espécie coletada. Esse fato ficou muito evidenciado pelo número de adultos de *A. parvum* coletados somente por essa técnica. Assim, como já observado por Petry et al. (2010), o arraste de flanela, a visualização e o emprego de armadilhas de gelo

seco não são métodos equivalentes para o monitoramento populacional ou estudo de dinâmica de comunidades de carrapatos, e sua eficácia depende da época e do estágio a que se direciona o estudo.

É preciso considerar que a eficácia do gelo seco na coleta de adultos, principalmente de *A. parvum*, se deva ao fato de usar as armadilhas em local de difícil execução das demais técnicas, neste caso, no interior de vegetação densa e cheia de espinhos, como as bromélias caraguatá (*Bromelia balansae*). Apesar de serem bastante eficazes, as armadilhas de gelo seco são mais onerosas e possuem algumas limitações em seu emprego em locais distantes de comercialização do gelo, devido a sublimação rápida do produto. Outro método, que assim como a armadilha de gelo seco, utiliza o CO_2 como atrativo para carrapatos, já foi utilizado por Cançado et al. (2008) na mesma região de estudo. A diferença é que, nesse método, o CO_2 é liberado por uma reação entre carbonato de cálcio e ácido lático (Butler et al. 1984). Aparentemente, essa técnica é adequada tanto para ninfas quanto para adultos, e resultou nas mesmas espécies aqui relatadas, porém em número diferente. Em um estudo na região Sudeste, a comparação entre os resultados do uso desses dois tipos de armadilha de CO_2 foram similares (Guedes et al. 2012). No entanto, não é possível discutir sobre o número de espécimes obtido pelas duas técnicas no Pantanal, uma vez que a época de coleta e o esforço amostral não são equiparáveis entre o presente estudo e o trabalho de Cançado et al. (2008)..

Importância das formações florestais, do gado e do déficit hídrico na distribuição de carrapatos

Formações vegetais em áreas com e sem gado

Embora três espécies de carrapatos tenham sido obtidas nas coletas do ambiente, observou-se supremacia de carrapatos *A. cajennense*, com exceção quando o gelo seco foi usado. Por esse motivo a maioria das análises reflete a dinâmica populacional desta espécie de parasita. Assim, na estação seca, os carrapatos *A. cajennense* ocorreram mais nas formações florestais, independentemente da presença de gado na área. A presença de maior número de carrapatos em amostragens em ambientes florestais foi

recentemente observada também no Cerrado, em Minas Gerais (Veronez et al. 2010). As formações florestais podem ser mais infestadas por possuir microclima favorável, por servirem como refúgio para a fauna selvagem (Desbiez et al. 2009), ou ainda pela maior quantidade de microambientes adequados para o carrapato, como aquele proporcionado pelo acúmulo de serrapilheira (Tälleklint-Eisen & Lane 2000). Já na estação chuvosa, as formações florestais da área com gado tiveram maior infestação ambiental por adultos dos carrapatos, padrão que se manteve ao longo dos dois anos. Assim, deve haver um elemento diferencial nessas áreas que amplifique a infestação de adultos em relação à área sem gado. Uma possibilidade seria o gado contribuir efetivamente para a alimentação de ninfas convertendo-os em mais adultos (ver Capítulo 3). Por outro lado, não se observou aumento do número de ninfas nas áreas com gado. Isso sugere que o maior número de adultos não é convertido em ninfas e, portanto, existiria um fator limitante no ciclo do carrapato entre a alimentação de adultos e a ecdise de larvas ingurgitadas. No trabalho de Cançado et al. (2008), um maior número de ninfas de *Amblyomma* sp. ocorreu nas área com gado em relação à reserva. A razão para tal diferença entre os resultados não é conhecida, mas o uso de metodologia diferente deve ser uma das causas, considerando também a possibilidade de que a situação atual seja realmente diversa. A despeito disso, devemos considerar que no presente estudo houve a constatação de um padrão de infestação de uma condição atual e que se repetiu ao longo dos anos. Ainda, é interessante notar que Cançado et al. (2008), trabalhando nas mesmas áreas do Pantanal (Fazenda Nhumirim), durante a estação chuvosa, encontraram mais adultos de *A. cajennense* e *A. parvum* em formações campestres (cerrado) de áreas com gado, em relação a outras formações, inclusive áreas de mata. Assim, a discrepância entre resultados pode ser atribuída ao fato de que nenhum método de atração por CO_2 foi utilizado nas formações campestres do presente estudo, o que poderia resultar em maior número de adultos coletados nesse ambiente.

Áreas com e sem gado em relação à área com retirada recente de bovinos

A área de retirada recente de gado nelore (RPPN Alegria) apresentou infestação maior que a reserva mais antiga (RPPN Nhumirim, mas foi

semelhante à área com gado, com uma tendência a possuir maior número de carrapatos. As áreas com e sem gado da Fazenda Nhumirim mantiveram uma densidade semelhante entre si e ao longo dos três anos, embora com uma tendência a haver maior número de carrapatos na área com gado. Conforme citado anteriormente, ao comparar formações florestais de áreas com e sem gado, os efeitos diferenciais das áreas com gado, possivelmente por conta de hospedeiros suplementares (gado), só se evidenciaram na estação chuvosa. Assim, talvez essas tendências, apresentadas na seca, pudessem ser mais bem visualizadas na estação chuvosa, época de adultos. Outra possibilidade é, em função de uma reconstituição gradual do ambiente e alterações na comunidade de hospedeiros após a retirada dos bovinos, haver uma instabilidade populacional dos carrapatos com visto pela maior dispersão de dados. Talvez apenas uma análise após muitos anos comprove populações numericamente semelhantes à área sem gado.

Déficit hídrico

O balanço hídrico é importante fator para a sobrevivência dos carrapatos (Lees 1946) e a influência do déficit de saturação hídrica sobre a atividade de espera de carrapatos já foi demonstrada. Randolph & Sotrey (1999), em experimentos quase naturais, demonstraram que a altura de espera de ninfas diminui quando os déficits de saturação são mais elevados. De modo semelhante, Perret et al. (2000) demonstraram que, com o aumento do déficit de saturação, ocorreram declínios abruptos na densidade de carrapatos em espera.Em nenhum caso houve coincidência do aumento do déficit de saturação hídrica com a redução no número de carrapatos em vida livre. Nem mesmo para os imaturos, que são mais sensíveis à dessecação que os adultos (Mejlon & Jaenson 1997), foi detectada tal correlação. Assim, primeiramente, é preciso considerar a influência de outras características do ambiente sobre a atividade dos carrapatos, como o fotoperíodo (Guglielmone & Moorhouse 1986, Belozerov et al. 2002, Lohmeyer et al. 2009), que não foi avaliado aqui. Por outro lado, devido à importância da temperatura e umidade para esses artrópodes (Tukahirwaa 1976, Guglielmone 1992, Chacón et al 2003, Bennia et al. 2010, Dantas-Torres et al. 2010), talvez as variações nesses fatores sejam

sutis a ponto de exigirem um maior conjunto de medidas para avaliação dos efeitos do déficit de saturação.

Caraguateiros como microambientes importantes para carrapatos

As coletas com armadilhas de gelo seco mostraram que *A. parvum* e *A. cajennense* ocorrem em grande abundância no interior das formações florestais, tanto nos caraguateiros quanto fora deles. Há, entretanto, uma distribuição ambiental desigual entre as espécies predominantes em vida livre. *A. cajennense* ocorre de forma mais bem distribuída em ambos os ambientes, enquanto *A. parvum* foi mais abundante nos caraguateiros. Assim, é possível supor que a concentração das bromélias caraguatá se caracterize como um microambiente diferencial de infestação dentro das áreas florestadas, proporcionando condição adequada à permanência de ambos os carrapatos. Ademais, dado à presença do carrapato e do uso do caraguateiro por várias espécies de mamíferos (Antunes 2009, Araújo 2012 *com. pess*., *obs. pessoais*), esse pode ser um importante local de encontro do parasito com seus hospedeiros, principalmente no caso de *A. parvum*.

Efeito da retirada recente de gado Nelore sobre a infestação ambiental

Alguns trabalhos têm demonstrado que áreas das quais hospedeiros importantes são retirados podem apresentar um aumento temporário na infestação ambiental pelos estágios que se alimentavam naqueles hospedeiros (Hand et al. 2004, Perkins et al. 2006). Isso contradiz os nossos resultados se considerarmos que há uma tendência à redução da infestação ambiental na RPPN Alegria ao longo dos anos, com exceção de 2010, que foi mais provavelmente relacionada com a seca. Como a infestação ambiental foi predominantemente por ninfas de *A. cajennense*, que foi o estágio e a espécie de *Amblyomma* mais encontrados nos bovinos (ver Capítulo 4), esse resultado pode ser um indício de que o gado exerce algum efeito nas populações desses carrapatos. No entanto, devido à redução brusca da infestação em 2010 e à ausência de diferença significativa nos anos posteriores, parece ser necessário acompanhar um período mais prolongado para compreender melhor as oscilações no número de carrapatos nessa área. Mas deve se considerar também que a retirada de bovinos ocorreu pelo menos três anos antes do início

das observações e as consequências da ausência de alimentação dos carrapatos por este hospedeiro já ocorreram. Os reflexos da retirada dos bovinos sobre os anos de 2010 a 2012 provavelmente estiveram mais relacionados à reconstituição da vegetação e suas consequências para a comunidade de hospedeiros e microambiente para carrapatos.

Comportamento de espera por hospedeiros em *A. cajennense*

Altura

A altura de espera da maioria dos carrapatos, tanto dos adultos quanto das ninfas e em qualquer época do ano, foi entre 11 e 50 cm, o que implica em relação com hospedeiros de médio e grande porte, que são frequentes na área e comumente parasitados pela espécie *A. cajennense* (Figueiredo et al. 1999, Campos Pereira et al. 2000, Martins et al. 2004, Labruna et al. 2005, Rocha 2006, Cançado 2008, Medri et al. 2010, Olifiers 2010, Widmer et al. 2011), o carrapato predominante nas coletas.

Considerando as alturas mais frequentes nas formações florestais de cada área, percebe-se, durante a seca, que as ninfas se posicionaram mais alto em área sem gado (aproximadamente o dobro), enquanto o oposto foi observado para os adultos na mesma estação. No caso específico dos carrapatos adultos a presença de cavalos na área com gado, que também são considerados bons hospedeiros para formas adultas dessa espécie de carrapato (Labruna 2008), poderia explicar as alturas maiores de adultos de *A. cajennense* registradas na seca. Por outro lado, na estação chuvosa, quando os adultos foram mais abundantes, houve similaridade na altura de espera das duas áreas. É preciso considerar que, em ambas as áreas, há presença frequente de antas (*Tapirus terrestres*), que são animais de grande porte e considerados hospedeiros primários para adultos de *A. cajennense* (Labruna 2008). Assim, essa variação não parece ter um claro significado biológico, pelo menos no que se refere à procura por hospedeiros em áreas com e sem gado. Além disso, a magnitude da diferença de altura não indica uma relação com tamanho de hospedeiros. Sem dúvida, pode haver alguma relação com outros fatores derivados da presença do gado, como o pisoteio pelos bovinos e suas

consequências sobre a quantidade e tipo de vegetação, assim como uma alteração na comunidade de hospedeiros e/ou do seu comportamento.

Horário

Quanto aos horários de atividade, tanto para os carrapatos visualizados em espera sobre a vegetação quanto para aqueles coletados pelas outras técnicas (arraste e triagem de serrapilheira), não foi possível estabelecer um padrão geral para os intervalos da manhã. O mesmo ocorreu ao comparar os horários para cada área, estação e estágio do carrapato separadamente. Devido à grande variação encontrada para um mesmo horário, parece ser necessário um esforço amostral maior para obtenção de resultados mais esclarecedores a respeito, principalmente, da aparente concentração de ninfas em espera sobre a vegetação da área sem gado nas primeiras duas horas da manhã durante a seca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Pantanal, o uso de quatro diferentes técnicas de coleta resultou em duas espécies mais abundantes, *A. cajennense e A. parvum*. Pode-se perceber que o resultado diferencial da combinação de técnicas para coleta de carrapatos em vida livre torna seu emprego imprescindível para estudos que levem em conta a diversidade de espécies. De forma geral, as formações florestais são mais infestadas que as formações campestres. Além disso, as análises espaciais sugerem que a presença de bovinos seja relevante para a ocorrência de carrapatos da espécie *A. cajennense*, atuando como hospedeiros importantes para os imaturos. Em suma, os resultados obtidos por meio do presente estudo compõem, antes de tudo, um conjunto de informações preliminares sobre a ecologia de carrapatos em vida livre no Pantanal da Nhecolândia. Há, com certeza, uma limitação em termos de número de espécies estudadas, muitas vezes por conta das características comportamentais intrínsecas a cada uma delas, associadas às limitações logísticas e metodológicas do trabalho. Entretanto, acreditamos que os dados aqui levantados sejam importante ponto de partida para muitas outras pesquisas na região ou mesmo em outros biomas, principalmente no que se refere à espécie *A. cajennense* e, em certo nível, a *A. parvum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes PC. 2009. Uso de habitat e partição do espaço entre três espécies de pequenos mamíferos simpátricos no Pantanal Sul-Mato-Grossense, Brasil. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 50p.

Arzua M, Brescovit AD. 2006. Métodos de coleta e preservação para identificação. Pp. 183-189 *In*: Barros-Battesti DM, M Arzua & GH Bechara (eds.). *Carrapatos de importância médico-veterinária da Região Neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. Vox, São Paulo.

Binni EA, Yagi AI, Mohammed AS. 2010. The influence of temperature and humidity on oviposition and hatchability of *Amblyomma lepidum* (Dönitz, 1808) (Acarina: Ixodidae) under laboratory conditions. *Veterinary Parasitology,* 170 (3-4): 344-347.

Belozerov VN, Fourie LJ, Kok DJ. 2002. Photoperiodic control of developmental diapause in nymphs of prostriate ixodid ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 28(1-4):163-8.

Butler JF, Holscher KH, Adeyeye O, Gibbs EPJ. 1984. Sampling technics for burrow dwelling ticks in reference to potential African swine fever virus vectors. Pp. 165-174. *In*: DA Griffths, Bowman CE. *Acarology*. Ellis Horwood, Chichester.

Campos-Pereira M, Szabó MPJ, Bechara GH et al. 2000. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil. *Journal of Medical Entomology,* 37(6): 979-983.

Cançado PHD. 2008. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 65p.

Cançado PHD, Piranda EM, Mourão GM, Faccini JLH. 2008. Spatial distribution and impact of cattle-raising on ticks in the Pantanal region of Brazil by using the CO2 tick trap. *Parasitology Research*, 103:371–377.

Chacón SC, Correia PG, Barbieri FS, Daemon E, Faccini JLH. 2003. efeito de três temperaturas constantes sobre a fase não parasitária de *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 12(1): 13-20.

Dantas-Torres F, Giannellia A, Figueredo LA, Otranto D. 2010. Effects of prolonged exposure to low temperature on eggs of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) *Veterinary Parasitology,* 171 (3-4): 327-330.

Desbiez ALJ, Bodmer RE, Santos SA. 2009. Wildlife habitat selection and sustainable resources management in a Neotropical wetland. *International Journal of Biodiversity and Conservation,* 1(1): 011-020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Seca de 2010 pode influenciar a cheia na Planície Pantaneira em 2011. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/janeiro/4a-semana. Acesso em: 10 de mar. 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Diferente de 2011 nível do Rio Paraguai permanece abaixo dos 2m no Pantanal. Disponível em: http://www.cpap.embrapa.br/destaques/2012materia9.html. Acesso em: 22 de dez. 2012.

Figueiredo LTM, Badra SJ, Pereira LE, Szabó MPJ. 1999. Report on ticks collected in the Southeast and Mid-West regions of Brazil: analyzing the potential transmission of tick-borne pathogens to man. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32(6): 613-619.

Guglielmone AA, Moorhouse DE. 1986. The effect of photoperiod on the development of *Amblyomma triguttatum triguttatum* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 23: 274–278.

Guglielmone AA. 1992. The effect of temperature and humidity on development and longevity of *Amblyomma triguttatum triguttatum* (Acarina: Ixodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 82:203-208.

Guedes E, Prata MCA, Reis ES et al. 2012. Comparative efficiency of two models of CO_2 traps in the collection of free-living stages of ixodides. Parasitology Research, 111:2325–2328.

Herrera HM, Pereira W, Graça LCD et al. 2010. Conciliação entre desenvolvimento e conservação no Pantanal Mato-Grossense: interesse do proprietário e da coletividade. Resumos do III Seminário de Agroecologia de MS. *Cadernos de Agroecologia*, 5 (1): 1-4.

Heylen DJA, Matthysen E. 2010. Contrasting detachment strategies in two congeneric ticks (Ixodidae) parasitizing the same songbird. *Parasitology*, 137: 661–667.

Klompen JSH, Keirans JE, Oliver Jr, JH. 1996. Evolution of ticks. *Annual Review of Entomology*, 41:141-161.

Labruna MB, Camargo LM, Terrassini FA. 2005. Ticks (Acari: Ixodidae) from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil. *Systematic & Applied Acarology*, 10: 17-32.

Labruna MB, Jorge RSP, Sana DA. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 36 (1-2): 149-163.

Labruna MB. 2008. Ixodologia brasileira: revisão histórica e determinação de hospedeiros primários. *Livre-docência*. Universidade de São Paulo, 75p.

Lees AD. 1946. The water balance in *Ixodes ricinus* L. and certain other species of ticks. *Parasitology,* 37: 1-20.

Lees AD, Milne A. 1951. The seasonal and diurnal activities of individual sheep ticks (*Ixodes ricinus* L.). *Parasitology*, 41: 189-208.

Lohmeyer KH, Pound JM, George JE. 2009. Effects of photoperiod on reproduction, nymphal developmental timing, and diapause in *Amblyomma maculatum* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology,* 46(6):1299-1302.

Martins JR, Medri IM, Oliveira CM, Guglielmone AA. 2004. Ocorrência de carrapatos em tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) na região do Pantanal Sul Mato-Grossense, Brasil. Ciência Rural 34(1): 293-295.

Medri IM, Martins JR, Doyle RL et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) from Yellow Armadillo, *Euphractus sexcinctus* (Cingulata: Dasypodidae), in Brazil's Pantanal Wetlands. *Neotropical Entomology*, 39 (5): 823-825.

Mejlon HA, Jaenson TGT. 1997. Questing behaviour of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 21: 747-754.

Nava S, Szabó MPJ, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2008. Distribution, hosts, 16S rDNA sequences and philogenetic position of the Neotropical tick *Amblyomma parvum* (Acari, Ixodidae). *Annals of tropical medicine and parasitology*, 102: 409-425.

Nava S, Guglielmone AA. 2012. A metaanalysis of host specificity in Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae). *Bulletin of Entomological Research*, Available on CJO 2012 doi:10.1017/S0007485312000557

Needham GR, Teal PD. 1991. Off-host physiological ecology of ixodid ticks. *Annual Review of Entomology*, 36: 659-651.

Olifiers N. 2010. Life-history and disease ecology of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal. *Doctoral Dissertatio*n, University of Missouri. 149p.

Oliveira PR, Borges LMF, Lopes CML, Leite RC. 2000. Population dynamics of the free-living stages of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) on pastures of Pedro Leopoldo, Minas Gerais State, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 92: 295-301.

Perkins SE, Cattadori IM, Tagliapietra V, Rizzoli APP, Hudson PJ. 2006. Localized deer absence leads to tick amplification. *Ecology*, 87(8): 1981–1986.

Perret JL, Guigoz E, Rais O, Gern L. 2000. Influence of saturation deficit and temperature on *Ixodes ricinus* tick questing activity in a Lyme borreliosis-endemic area (Switzerland). *Parasitology Reserch* 86, 554-557.

Perret JL, Guerin PM, Diehl, PA, Vlimant M, Gern L. 2003. Darkness induces mobility, and saturation deficit limits questing duration, in the tick *Ixodes ricinus*. *The Journal of Experimental Biology*, 206: 1809-1815.

Petry WK, Foré SA, Fielden LJ, Kim HJ. 2010. A quantitative comparison of two sample methods for collecting *Amblyomma americanum* and *Dermacentor variabilis* (Acari: Ixodidae) in Missouri. *Experimental & Applied Acarology*. DOI 10.1007/s10493-010-9373-9

Pott A, Pott VJ. 1994. *Plantas do Pantanal* (1º edição). Editora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá. 320 pp.

Rand PW, Lubelczyk C, Holman MS, Lacombe EH, Smith Jr RP. 2004. Abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) after the complete removal of deer from an isolated offshore island, endemic for Lyme Disease. *Journal of Medical Entomology,* 41(4): 779-784.

Randolph SE, Storey K. 1999. Impact of Microclimate on Immature Tick-Rodent Host Interactions (Acari: Ixodidae): Implications for Parasite Transmission *Journal of Medical Entomology*, 36 (6): 741-748.

Rocha FL. 2006. Áreas de uso e seleção de habitats de três espécies de carnívoros de médio porte na Fazenha Nhumirim e arredores, Pantanal da Nhecolândia, MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS. 92p.

Silva BSF, Terassini FA, Coragem JT, Camargo LMA, Labruna MB. 2008. Observação e caracterização da altura de carrapatos em arbustos do Parque Natural Municipal de Porto Velho, Amazônia Ocidental – RO. *Saber Científico*,1 (1): 118 – 131.

Sonenshine DE. 1993. *Biology of ticks*. Oxford University Press, 471p.

Szabó MPJ, Castro MB, Ramos HGC et al. 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 143: 147-154.

Szabó MPJ, Labruna MB, Garcia MV et al. 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 (1): 57-72.

Tälleklint-Eisen L, Lane RS. 2000. Spatial and temporal variation in the density of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) nymphs. *Environmental Entomology*, 29: 272-280.

Terassini FA, Barbieri FS, Albuquerque S et al. 2010. Comparison of two methods for collecting free-living ticks in the Amazonian forest. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1(4): 194-196.

Tukahirwaa EM. 1976. The effects of temperature and relative humidity on the development of *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann (Acarina, Ixodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 66:301-312.

Widmer CE, Azevedo FCC, Almeida AP, Ferreira F, Labruna MB. Tick-Borne Bacteria in Free-Living Jaguars (*Panthera onca*) in Pantanal, Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11 (8): 1001-1005.

Zar JH. 1989. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall International, London. 718pp.

Capítulo 2

A contribuição do porco monteiro (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) para a manutenção das populações do carrapato *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO

A introdução e a dispersão de organismos invasores estão alterando os ecossistemas de todo o mundo (Gurevitch & Padilha 2004). Em muitos lugares, a forma feral de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Artiodactyla, Suidae) é considerada uma espécie invasora extremamente prejudicial, causando danos a plantações, predando animais e transmitindo patógenos à fauna local (Lowe et al. 2000).

No Pantanal, a forma feral de *Sus scrofa*, conhecida como porco monteiro, foi introduzido por colonizadores europeus há cerca de 200 anos (Alho & Larcher 1991, Sicuro & Oliveira 2002), tendo se tornado uma das espécies exóticas mais abundantes na área. Estima-se que haja aproximadamente um milhão desses animais na região (Mourão et al. 2002), representando uma das maiores biomassas de animais selvagens do Pantanal. A presença de grandes populações dessa espécie é um fator preocupante para o equilíbrio das relações ecológicas ali estabelecidas, uma vez que, além de terem grande valor cultural, não há perspectivas sobre a viabilidade de sua remoção (Mourão et al. 2002).

Para alguns aspectos ecológicos importantes, como dieta e uso de hábitat, a interferência do porco monteiro nas populações de porcos selvagens nativos no Pantanal não é significativa (Desbiez et al. 2009a) No entanto, essa espécie está relacionada a agentes patogênicos (Girio et al. 2004, Herrera et al. 2005, 2008, Fontana 2011) e seu papel na ecoepidemiologia de doenças na região merece atenção. Por exemplo, na Austrália foi constatada a infestação de porcos ferais por *Amblyomma trigutatum* muito infectados com *Rickettsia gravesi* (Li et al. 2010). Esta riquétsia é de patogenicidade desconhecida, mas pertence ao grupo da febre maculosa, que possuiu muitas espécies patogênicas. De forma similar, observações anteriores sugerem que suídeos, no Brasil, são hospedeiros adequados para o carrapato *Amblyomma cajennense* (Veronez et al. 2010). Esse carrapato é de extrema relevância para a saúde pública por ser vetor da bactéria *Rickettsia rickettsii*, patógeno causador da Febre Maculosa Brasileira, uma doença de elevada letalidade em seres humanos (Galvão et al. 2005). Estas informações merecem investigação mais aprofundada.

O carrapato *A. cajennense* parece ser o mais abundante no Pantanal e já foi registrado em porcos monteiros (Campos Pereira et al. 2000, Cançado 2008). Considerando que esses animais compartilham o ambiente com a fauna nativa e com o gado e mantêm contato direto com os seres humanos durante a caça tradicional (Lourival & Fonseca 1997), há risco real de transmissão de parasitas e patógenos. Além do mais, as formas imaturas (larvas e ninfas) desse carrapato são generalistas e agressivas, sendo muito frequentes as picadas em seres humanos (Guglielmone & Nava 2006) e nos trabalhos já mencionados não foram identificadas.

Assim, faz-se necessário compreender a dinâmica das relações entre porcos monteiros e carrapatos no Pantanal, e em especial sua contribuição para manutenção das elevadas taxas de infestação do ambiente. De modo complementar, a pesquisa de riquétsias ajuda a elucidar a participação do porco monteiro e do carrapato na ecoepidemiologia de riquetsioses na região de estudo. Tendo em vista o exposto, a hipótese central deste capítulo é que porcos monteiros contribuem para a manutenção do carrapato *A. cajennense* no Pantanal, através da alimentação, de forma não ocasional, de um grande número de espécimes que atingem desempenho suficiente para a manutenção de seu ciclo de vida.

Objetivo geral

Avaliar a contribuição do porco monteiro na manutenção de populações de carrapatos ixodídeos presentes na região, principalmente da espécie *Amblyomma cajennense*.

<u>Objetivos específicos</u>

- Descrever os níveis de infestação natural por carrapatos em porcos monteiros, notadamente da espécie *Amblyomma cajennense*;
- Avaliar se há um padrão sazonal de infestação por carrapatos sobre os porcos monteiros;
- Caracterizar a distribuição da infestação sobre os hospedeiros individuais e sobre a população hospedeira;

- Estimar o sucesso biológico de *A. cajennense* do Pantanal sobre *Sus scrofa*, através de infestações experimentais em porcos domésticos;
- Comparar a infestação natural nos referidos hospedeiros com a infestação ambiental em áreas de uso pelos porcos monteiros;
- Verificar se os carrapatos coletados sobre os porcos monteiros e em vida livre apresentam formas de riquétsias em sua hemolinfa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de carrapatos nos hospedeiros

Locais e período das coletas

As capturas de porcos monteiros ocorreram no Pantanal da Nhecolândia entre outubro de 2009 e dezembro de 2012, nas Fazendas Nhumirim, Alegria, São José, Lurdes, Palmeirinha, Guanabara, Santa Luzia e Dom Valdir. Inclui-se também uma campanha no Pantanal do Abobral, na fazenda Sagrado. Nos anos de 2011 e 2012, durante a estação seca, as campanhas foram realizadas nos meses de junho e julho (início da seca) e setembro e outubro (final da seca). Apesar de carrapatos adultos serem encontrados ao longo do ano todo, com o intuito de avaliar as infestações também na época de pico de adultos, foi realizada uma campanha no verão 2011/2012 e outra no verão 2012/2013.

Captura dos porcos

Bandos de porcos foram localizados em locais de uso comum por esses animais, como capões de mata e corpos d'água. A captura seguiu método de manejo tradicional, com uso de laço e cães. Depois de contidos manualmente, os animais foram sedados de acordo com o protocolo estabelecido por Fontana (2011) e foi realizada sexagem, biometria, marcação, coleta de sangue[*] e de carrapatos (Figura 1). A captura dos porcos foi autorizada pelo Ministério do Meio Ambiente (SISBIO 21416-1).

Coleta de carrapatos nos porcos monteiros

Nos hospedeiros, foram utilizados dois métodos para coleta de carrapatos. De outubro de 2009 a setembro de 2010, durante a estação seca, foi aplicada a *coleta aleatória*, consistindo em coletar carrapatos durante dez minutos, sem delimitar regiões anatômicas, em um dos lados do corpo do animal. A partir de setembro de 2010, optou-se por utilizar um método no qual o tempo foi padronizado por regiões anatômicas, denominado *coleta padronizada*. Nesse método, inicialmente foram coletados todos os carrapatos

[*] Para pesquisa sorológica de *Rickettsia* sp. (dados não apresentados).

em uma área de 100 cm² na interface dorso-ventre, no ponto médio entre os membros. Em seguida, foi feita a coleta durante um minuto nas regiões da cabeça, períneo e interface dorso/ventre, em apenas um dos lados do corpo. Essa coleta foi aplicada para, em média, doze indivíduos por campanha.

Coleta de carrapatos em vida livre

Carrapatos em vida livre foram coletados por arraste de flanela (como descrito no Capítulo 1) ao longo de transectos lineares de 60m concomitantemente à captura dos porcos, na estação seca de 2009 e nas estações seca e chuvosa de 2012. As áreas amostradas foram definidas preferencialmente no local de avistamento inicial do bando, ou em suas proximidades, onde houvesse vestígios da presença desses animais. Quando possível optou-se por realizar as coletas no interior de formações florestais (capões ou cordilheiras) local de refúgio dos porcos.

Infestação experimental de suínos com ninfas e adultos de *Ambyomma cajennense* originários do Pantanal

Carrapatos

Adultos de *A. cajennense* não alimentados, coletados por arraste na Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, foram utilizados para o estabelecimento de uma colônia em laboratório, conforme descrito por Szabó et al. (1995). Para tal, os carrapatos foram restritos a coelhos por câmaras de plástico transparente coladas com material atóxico (Brascoplast® standard, Brascola LTDA) ao dorso depilado. Fêmeas, ninfas e larvas ingurgitadas e que se desprenderam (teleóginas) do hospedeiro foram colocadas para ovipostura ou ecdise em frascos transparentes com tampa perfurada colocada sobre papel toalha. Os frascos identificados foram acondicionados em dessecador, contendo no compartimento inferior solução saturada de cloreto de potássio (KCL PA Synth), que visa manter uma umidade relativa de, aproximadamente, 85% (Wikel 1979). Os dessecadores foram mantidos em estufas para BOD a 25ºC e no escuro. Os carrapatos originários dessa colônia (geração F1) foram utilizados para infestações controladas dos porcos.

Hospedeiros

Foram utilizados porcos domésticos (*Sus scrofa*) recém desmamados (45 dias de idade) originários de criação intensiva da Universidade Federal de Uberlândia, e sem contato prévio com carrapatos. Para padronizar as respostas obtidas, foram escolhidas apenas fêmeas como hospedeiros. A infestação em dois sexos de hospedeiros seria ideal, mas aumentaria muito o número de porcos para manipulação experimental. A opção por porcos domésticos deve-se às dificuldades em manter porcos monteiros cativos para este experimento e à proximidade filogenética entre ambos (Grossi et al. 2006). Os hospedeiros foram mantidos com ração própria e água à vontade na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, MG. Após o experimento, os animais foram devolvidos para os respectivos setores.

Infestações experimentais

Os carrapatos oriundos da colônia foram restritos aos porcos por câmaras de alimentação afixadas ao dorso dos animais (Figura 2), como descrito anteriormente. Os animais foram infestados duas vezes com intervalo de quinze dias entre as infestações. Na primeira, quatro animais foram infestados com 10 casais de adultos e outros dois com 30 ninfas cada, restritos em uma única câmara. A segunda infestação, semelhante à primeira, consistiu de uma reinfestação nos mesmos animais, para avaliação de resistência adquirida, e de mais um animal controle para cada estágio do carrapato. A resistência adquirida (reação imune) foi avaliada na segunda infestação, pois se considera que hospedeiros naturais (ou com grande proximidade filogenética a estes) para determinada espécie de carrapato desenvolvem pouca ou nenhuma resistência (Randolph 1979, Szabó et al. 1995). Os carrapatos alimentados e que se desprenderam dos hospedeiros foram recolhidos diariamente e seus parâmetros biológicos avaliados. O experimento conduzido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFU (116/10).

Figura 1. Captura e coleta de dados de porcos monteiros (*Sus scrofa*) no Pantanal da Nhecolândia, MS. A. Uso de manejo tradicional para captura dos animais. B. Contenção física para aplicação de sedativo. C. Coleta padronizada de carrapatos. D. Procedimentos de biometria.

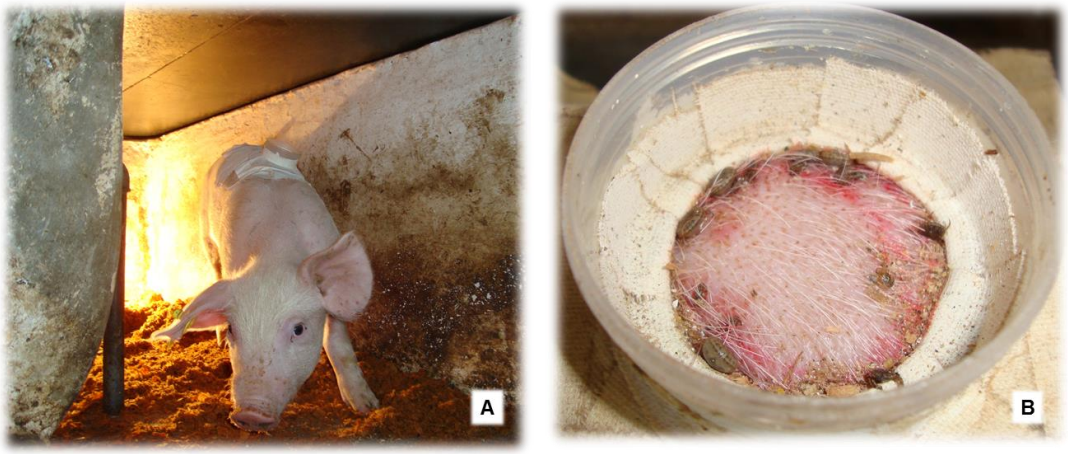


Figura 2. Infestação experimental em porcos domésticos (*Sus scrofa domesticus*). A. Hospedeiro com câmara de alimentação dorsal, em recinto de contenção na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais; B. Câmara com casais de adultos de *Amblyomma cajennense* originário do Pantanal, seis dias após início da infestação.

Identificação dos carrapatos e pesquisa de riquétsias

Carrapatos foram levados ao laboratório para identificação sob lupa estereoscópica, segundo comparação com coleção de referência (Laboratório de Ixodologia da Universidade Federal de Uberlândia) e chaves dicotômicas (Aragão & Fonseca 1961, Jones et al. 1972, Onofrio et al. 2006, Martins et al. 2010). Formas semelhantes a riquétsias foram pesquisadas nos carrapatos adultos vivos através do teste da hemolinfa (Burgdorfer 1970).

Análises

Infestações naturais de porcos monteiros

Os principais parâmetros de infestação utilizados para descrição da infestação foram intensidade média (número total de carrapatos encontrados/número de hospedeiros infestados), prevalência (número de hospedeiros infestados/número de hospedeiros vistoriados) e abundância média (número total de carrapatos encontrados/número de hospedeiros vistoriados) (Bush et al. 1997), além da mediana e do intervalo interquartil (1º-3º quartis). Quando o desvio-padrão da abundância média foi superior à própria abundância, apenas as medianas foram apresentadas. O cálculo desses parâmetros foi feito a partir da multiplicação por dois do número absoluto de carrapatos encontrados em um dos lados do corpo. O teste de *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn* foi utilizado para comparar as infestações durante a estação seca ao longo dos anos, com o intuito de averiguar padrões sazonais. Para a estação chuvosa, essa mesma comparação foi feita utilizando-se o teste de *Mann-Whitney*. Esse teste também foi utilizado para comparar as infestações entre as duas estações. como medida de agregação dos parasitas na população de hospedeiros foram calculados o índice de discrepância (D), o índice *k* e o índice de dispersão (ID), dado pela relação variância/média, mas em caso de resultados discordantes, o primeiro foi considerado como o mais representativo, conforme discutido em Poulin (1993). Para caracterizar a infestação na população hospedeira e nos hospedeiros individuais, a existência de correlação entre a superfície corporal dos hospedeiros e a infestação foi analisada pelo teste de *Spearman*. A superfície corporal (SC) dos hospedeiros foi calculada segundo a fórmula: $SC = (9 \times peso\ em\ gramas^{2/3}) \times 10^{-4}$ (Ettinger

1975). Ainda, um teste de *Mann-Whitney* foi aplicado para comparar o número de carrapatos obtido pelas duas técnicas de coleta (aleatória e padronizada) e um teste de *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn* foi utilizado para comparar a coleta por área e por tempo nas diferentes regiões anatômicas dos animais. A aplicação dos testes estatísticos seguiu Zar (1989). A similaridade entre a infestação nos porcos e aquela encontrada no ambiente foi avaliada pelo índice de *Morisita-Horn*(C_{mH}) (Magurran 1988).

Infestações experimentais de suínos domésticos

Nas infestações experimentais, os seguintes parâmetros biológicos dos carrapatos alimentados foram registrados: peso da fêmea ingurgitada (PFI) e peso das formas imaturas ingurgitadas (PI); peso da massa de ovos (PMO); período de ingurgitamento (pING) = número de dias decorridos desde a liberação dos carrapatos sobre o hospedeiro até o seu desprendimento; período de pré-postura (pPP) = número de dias decorridos desde o desprendimento da fêmea até o início da ovipostura; período de ecdise (pECD) = número de dias decorridos desde o desprendimento dos carrapatos sobre o hospedeiro até o início da ecdise; taxa de ecdise (% ECD) das formas imaturas; índice de eficiência de conversão da reserva alimentar em ovos (IECO) = PMO/PFIx 100 (Bennett 1974); taxa de eclosão de larvas (% ECLO) = média da avaliação visual, por três pessoas, das larvas que eclodiram (Szabó et al. 1995); porcentagem de recuperação (% Recup) dos carrapatos = número de carrapatos ingurgitados x 100/número de carrapatos liberados. Os parâmetros de sucesso biológico dos carrapatos foram comparados entre asinfestações e o controle, com o intuito de verificar possíveis indícios de resistência por parte do hospedeiro. Para essas comparações, foi utilizada a Análise de variância seguida do teste de *Tukey* ou seu correspondente não paramétrico, o teste de *Kruskal-Wallis* seguido do teste de *Dunn* (Zar 1989).

RESULTADOS

Infestação natural em porcos monteiros

Na estação seca, dentre 217 porcos monteiros capturados, em 60 foi realizada a coleta padronizada de carrapatos, enquanto nos demais se utilizou a coleta aleatória. A soma dos dados das coletas padronizadas e aleatórias resultou em um total de 7.564 carrapatos das espécies *A. cajennense* (n=7.302), *A. parvum* (n=152), *A. ovale* (n=6), *Rhipicephalus microplus* (n=4) e *Ornithodoros rostratus* (n=50), além de 50 larvas de *Amblyomma* sp (Figura 3). O número de carrapatos obtido pelos dois métodos de coleta foi semelhante (Total de carrapatos: U=4380,5; *A. cajennense*: U_{ninfas}=4506,0; $U_{adultos}$=4409,0; U_{total}=4558,0; *A. parvum*: U_{ninfas}=4611,0; $U_{adultos}$=4674,0; U_{total}=4548,0; $p>0,05$ para todos os casos). Em vista disso, as demais análises foram realizadas considerando os resultados de ambas as formas de coleta em conjunto.

Durante a seca, dentre as espécies de maior ocorrência nesses animais, *A. cajennense* apresentou os maiores índices de infestação, em especial por machos e ninfas (inclusive as ninfas alimentadas) dos carrapatos, enquanto o índice de infestação das fêmeas desta espécie de carrapato foi baixo (Tabela 1).

Nas duas campanhas realizadas durante a estação chuvosa (2011-2012 e 2012-2013), foram capturados 26 porcos monteiros nos quais foi realizada a coleta padronizada de carrapatos. Nestes animais, as coletas resultaram no total de 918 carrapatos das espécies *A. cajennense* (n=862), *A. parvum* (n=26) e *Ornithodoros rostratus* (n=30) (Figura 3). Dentre os *Amblyomma*, apenas dois imaturos foram encontrados (ninfas de *A. cajennense*). De forma semelhante à estação seca, a espécie com maiores índices de infestação foi *A. cajennense,* principalmente os machos (Tabela 2, Figura 4).

Na seca, a intensidade de infestação nos porcos monteiros sofreu variação interanual ($H_{Ninfas\ ingurgitadas}$=8,505; $H_{Total\ de\ ninfas}$=8,169; $H_{Fêmeas\ ingurgitadas}$=14,545; $H_{Total\ de\ fêmeas}$=28,168; H_{Machos}=43,3; $H_{Total\ de\ adultos}$=48,373;$H_{Total\ de\ A.\ cajennense}$=26,972;$H_{Total\ de\ carrapatos}$=26,152; $p<0,05$), sendo que, de forma geral, coletou-se um número maior de carrapatos em 2009. Já na estação chuvosa, exceto para o total de fêmeas de *A. cajennense*, não houve diferença

dos parâmetros de infestação entre as duas campanhas (total de *Amblyomma:* U=95,5; p>0,05; *A. cajennense*: U_{total}=89,0; $U_{adultos}$=89,5; U_{machos}=68,0; $U_{fêmeas\ ingurgitadas}$=99,5; p>0,05 para todos os casos; $U_{fêmeas}$=132,5; p<0,05).

A infestação por machos, fêmeas ingurgitadas e total de adultos de *A. cajennense* foi maior na estação chuvosa (U_{machos}=4197,5, $U_{fêmeas\ ingurgitadas}$=5004,5 e$U_{adultos}$=4543,0; p<0,001 para todos os casos), enquanto a infestação por ninfas foi maior na estação seca (U=679,0; p<0,01) (Figura 5).

Os índices de agregação foram conflitantes quanto à distribuição dos carrapatos na população hospedeira, principalmente o ID em relação a *k* e a *D* (seca: *k*=0,845; p>0,05; D=0,517; ID=20,32; chuvosa: *k*=7,157; p>0,05; D=0,219; ID=5,79). O índice de discrepância D indicou proximidade com uma distribuição uniforme durante a estação chuvosa (para distribuição uniforme ideal, D=0,0), mas não na seca. Quando calculados para cada espécie e estágio de *Amblyomma* em separado, os índices de discrepância indicaram que a distribuição das espécies e estágios mais abundantes sobre a população hospedeira não tende a ser agregada, ocorrendo o contrário para as espécies de carrapatos menos abundantes (*A. cajennense*: $D_{machos(seca)}$=0,544; $D_{fêmeas(seca)}$=0,644; $D_{adultos(seca)}$=0,515; $D_{ninfas(seca)}$=0,511; $D_{ninfas\ ingurgitadas(seca)}$=0,514; $D_{total(chuvosa)}$=0,211; $D_{machos(chuvosa)}$=0,254; $D_{fêmeas(chuvosa)}$=0,446; $D_{fêmeas\ ingurgitadas(chuvosa)}$=0,568; $D_{adultos(chuvosa)}$=0,208; $D_{ninfas(chuvosa)}$=0,889; *A. parvum*: $D_{total(seca)}$=0,795; $D_{total(chuvosa)}$=0,835; $D_{machos(chuvosa)}$=0,837; $D_{fêmeas(chuvosa)}$=0,870).

Na estação chuvosa, o declínio na densidade de carrapatos correlacionou-se com o aumento da superfície corporal (r_s= - 0,421; n=26; p<0,05), o que não ocorreu na seca (r_s=0, 077 e – 0,069; n=127; p>0,05, respectivamente para número e densidade) (Tabela 3, Figura 6). A distribuição corporal da infestação por carrapatos foi homogênea considerando cabeça, períneo e região dorso-ventral dos porcos (H=4,179; p>0,05) na estação seca, sendo que na chuvosa a região da cabeça apresentou maior número de carrapatos que o períneo (H=7,308; p<0,05). No entanto, o número de carrapatos encontrados em cada uma dessas áreas foi maior que o resultante da coleta em área de 100 cm² na região dorso-ventral em ambas as estações (H_{seca}=28,696; $H_{chuvosa}$=52,058p<0,001 em ambos os casos) (Tabela 4, Figura 7).

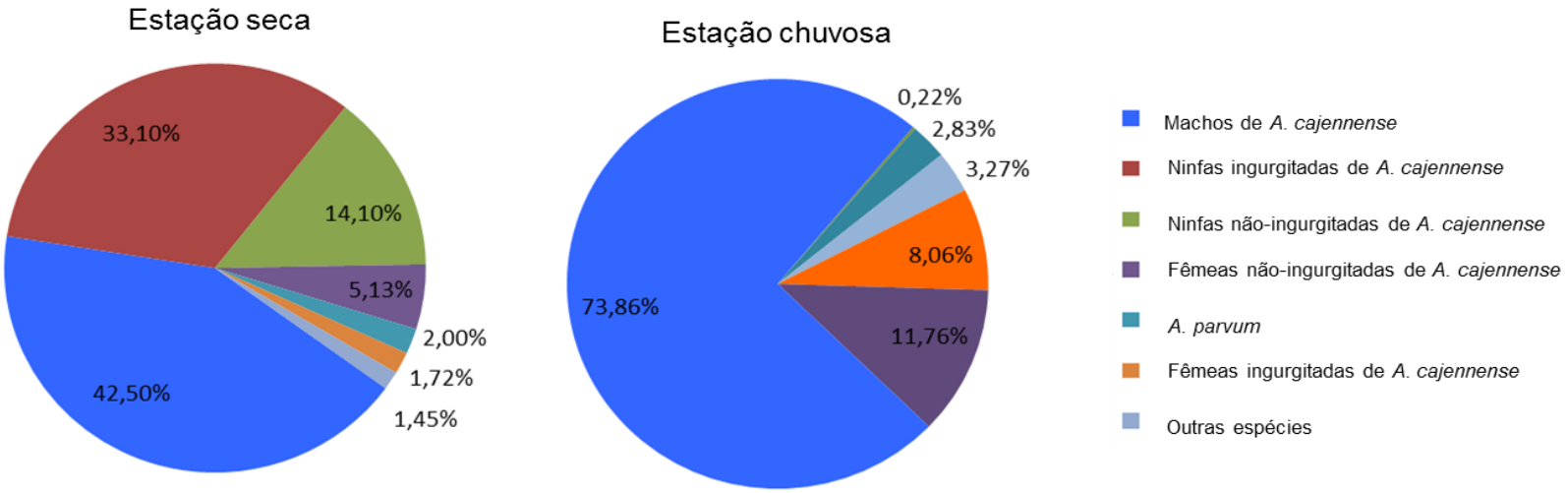


Figura 3. Porcentagens de espécies e estágios de carrapatos encontrados em porcos monteiros (*Sus scrofa*) durante estações seca (2009 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS.

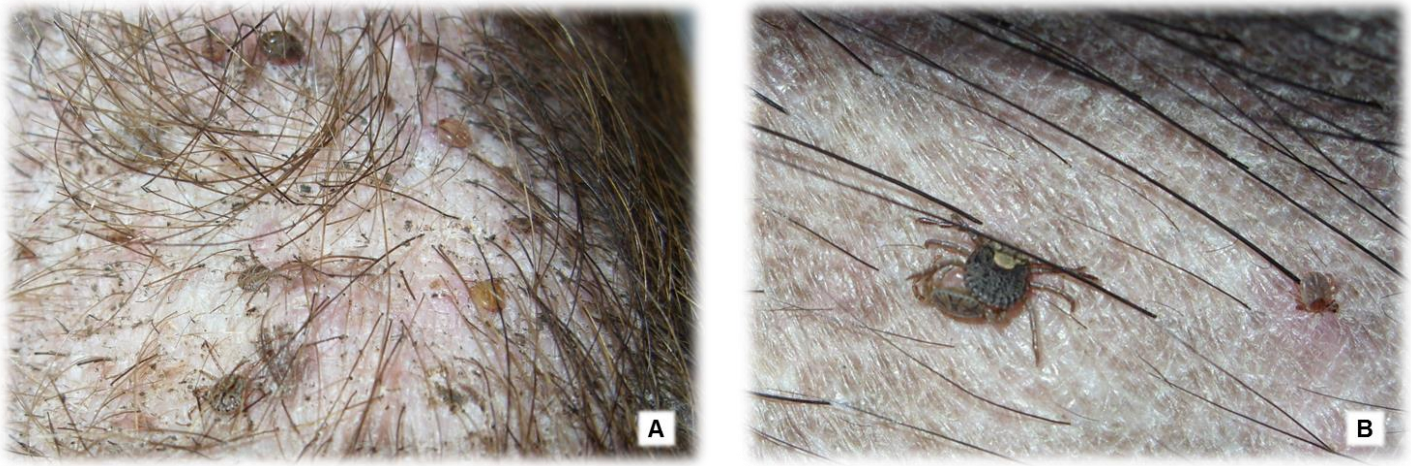


Figura 4. Infestação natural por carrapatos em porcos monteiros (*Sus scrofa*) no Pantanal da Nhecolândia, MS. A. Machos adultos de *Amblyomma cajennense* e ninfas ingurgitadas de *Amblyomma* sp. B. Detalhe de casal de adultos de *A. cajennense* e ninfa fixada de *Amblyomma* sp.

Tabela 1. Parâmetros de infestação por *Amblyomma cajennense* (AC) e *Amblyomma parvum* (AP) em porcos monteiros (*Sus scrofa*) durante estação seca no Pantanal da Nhecolândia, MS, no período de 2009 a 2012.

Fases parasitárias	Espécie	Total (mínimo-máximo)	Intensidade média	Mediana (1º - 3º Quartis)	Prevalência (%)
Ninfas ingurgitadas	AC	2504,00 (0,00-228,00)	16,26	4,00 (0,00-10,00)	70,97
	AP	24,00 (0,00-8,00)	2,00	0,00 (0,00-0,00)	2,76
Total de ninfas	AC	3560,00 (0,00-266,00)	20,94	8,00 (2,00-19,00)	78,34
	AP	80,00 (0,00-12,00)	3,33	0,00 (0,00-0,00)	11,06
Fêmeas ingurgitadas	AC	130,00 (0,00-16,00)	3,30	0,00 (0,00-0,00)	18,00
	AP	20,00 (0,00-4,00)	2,00	0,00 (0,00-0,00)	9,22
Total de fêmeas	AC	518,00 (0,00-22,00)	4,98	2,00 (0,00-8,00)	47,93
	AP	58,00 (0,00-6,00)	2,42	0,00 (0,00-0,00)	11,00
Machos	AC	3214,00 (0,00-90,00)	17,96	8,00 (2,00-22,00)	82,50
	AP	14,00 (0,00-2,00)	0,50	0,00 (0,00-0,00)	6,45
Total de adultos	AC	3802,00 (0,00-98,00)	18,55	8,00 (2,00-24,00)	82,25
	AP	72,00 (0,00-8,00)	2,67	0,00 (0,00-0,00)	12,44
Total de carrapatos	AC	7302,00 (0,00-304,00)	35,14	24,00 (8,00-46,00)	89,90
	AP	152,00 (0,00-14,00)	3,45	0,00 (0,00-0,00)	20,28

Tabela 2. Parâmetros de infestação por *Amblyomma cajennense* (AC) e *Amblyomma parvum* (AP) em porcos monteiros (*Sus scrofa*) durante estação chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal, MS (n = 26).

Fases parasitárias	Espécie	Total (mínimo-máximo)	Intensidade média	Mediana (1º - 3º Quartis)	Prevalência (%)
Machos	AP	10,00 (0,00-4,00)	2,50	0,00 (0,00-0,00)	15,38
	AC	678,00 (8,00-54,00)	25,00	24,00 (18,00-37,00)	100,00
Fêmeas	AP	16,00 (0,00-10,00)	4,66	0,00 (0,00-0,00)	11,54
	AC	182,00 (0,00-18,00)	7,66	4,00 (2,00-13,00)	88,46
Fêmeas ingurgitadas	AP	10,00 (0,00-8,00)	5,00	0,00 (0,00-0,00)	7,69
	AC	74,00 (0,00-12,00)	4,50	2,00 (0,00-4,00)	61,54
Adultos (total)	AP	26,00 (0,00-14,00)	4,80	0,00 (0,00-0,00)	19,23
	AC	860,00 (12,00-58,00)	31,92	32,00 (24,00-44,50)	100,00
Total de *Amblyomma*		888,00 (12,00-60,00)	32,84	32,00 (24,00-47,00)	100,00

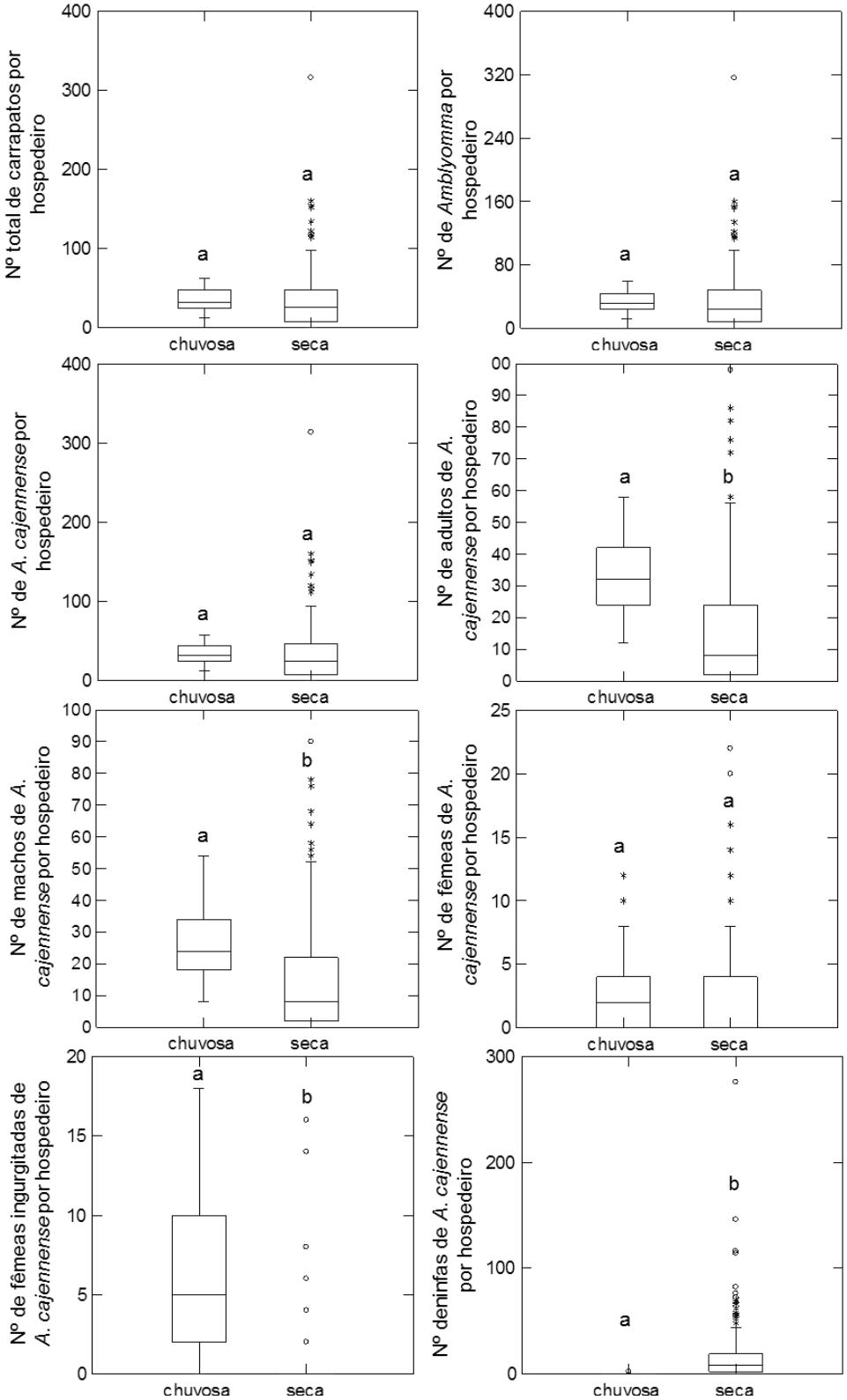


Figura 5. Infestação (mediana) por carrapatos em porcos monteiros (*Sus scrofa*) durante estação seca (2009 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre as estações. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 3. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em porcos monteiros (*Sus scrofa*) durante estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS

	Estação	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	Seca	1,13 ± 0,32	1,15 (0,96 – 1,32)	0,14 – 2,24
	Chuvosa	1,03 ± 0,36	0,96 (0,69 – 1,38)	0,60 – 1,74
Peso do hospedeiro (kg)	Seca	45,74 ± 18,89	46,00 (35,00 – 56,00)	20,00 – 124,60
	Chuvosa	40,60 ± 20,85	35,00 (21,00 – 60,00)	17,00 – 85,00
Densidade de carrapatos	Seca	30,57 ± 40,81	18,85 (4,61 – 43,74)	0,00 – 328,15
	Chuvosa	36,57 ± 15,92	37,49 (24,13 – 46,71)	9,82 – 70,58

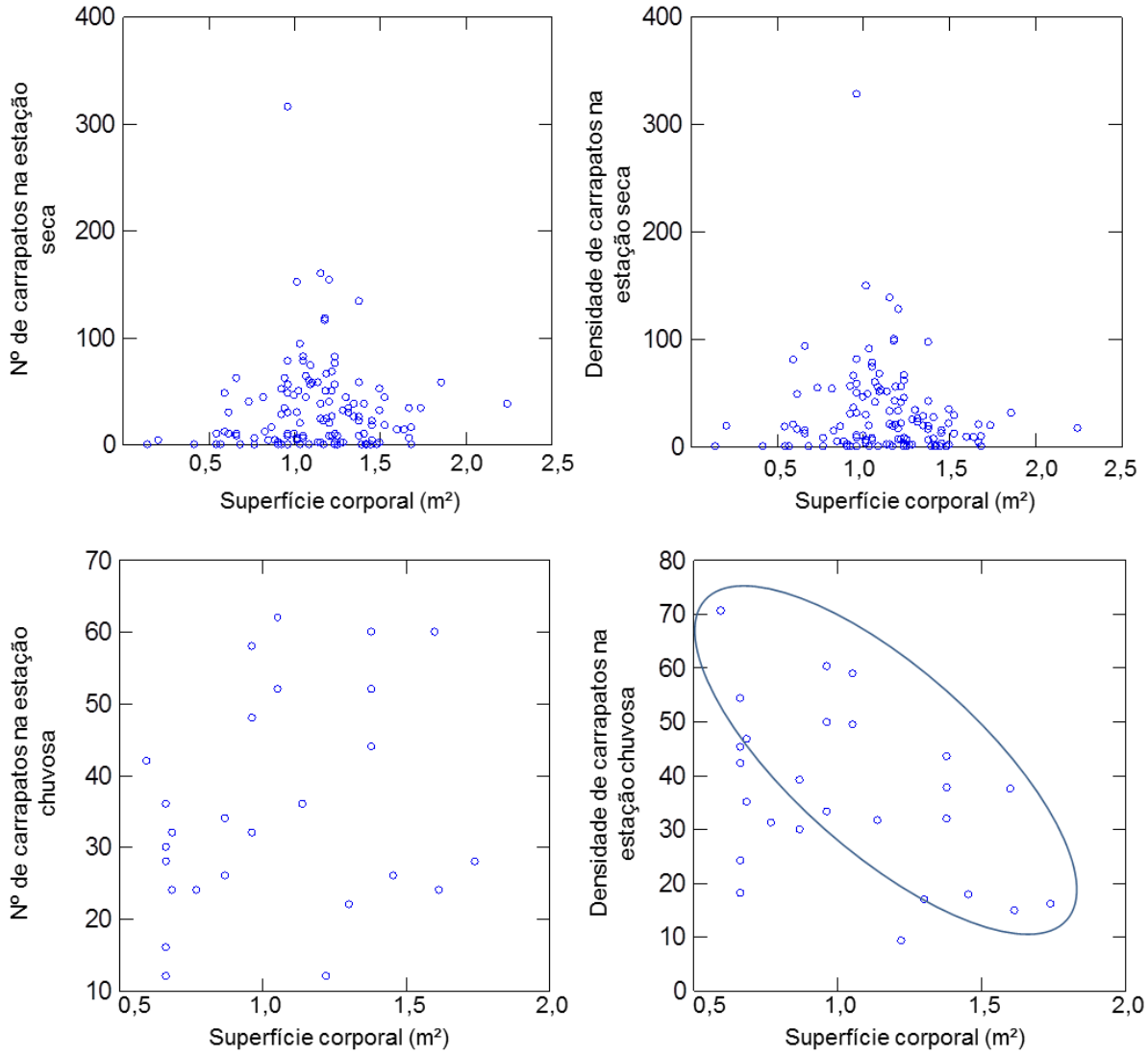


Figura 6. Número e densidade de carrapatos (indivíduos/m²) em fase parasitária em relação à superfície corporal de porcos monteiros (*Sus scrofa*) capturados durante estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS. Elipses indicam correlação significativa ($p<0,05$) entre as variáveis.

Tabela 4. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em porco monteiro (*Sus scrofa*) durante estação seca (2009 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS. dp:desvio-padrão da média

Estação	Região do corpo	Abundância média ± dp	Mediana	1º-3º Quartil	Mínimo-máximo
Seca	Dorso/ventre	12,84 ±10,54	11,00[a]	6,00 – 10,44	0,00 – 48,00
	Cabeça	9,58 ± 9,08	8,00[a]	4,00 – 9,58	0,00 – 42,00
	Períneo	12,84 ± 9,54	12,00[a]	7,50 – 12,84	2,00 – 40,00
	CADDV*	3,26 ± 3,52	2,00[b]	0,00 – 6,00	0,00 – 10,00
Chuvosa	Dorso/ventre	11,38 ± 5,59	12,00[ab]	6,50 – 14,00	4,00 – 24,00
	Cabeça	8,84 ± 5,40	8,00[b]	4,00 – 11,50	2,00 – 24,00
	Períneo	13,46 ± 6,92	12,00[a]	8,50 – 17,00	4,00 – 30,00
	CADDV*	1,38 ± 2,81	0,00[c]	0,00 – 1,50	0,00 – 10,00

*CADDV=coleta em área delimitada (100 cm²) na região dorso-ventral.
Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo em uma mesma estação.

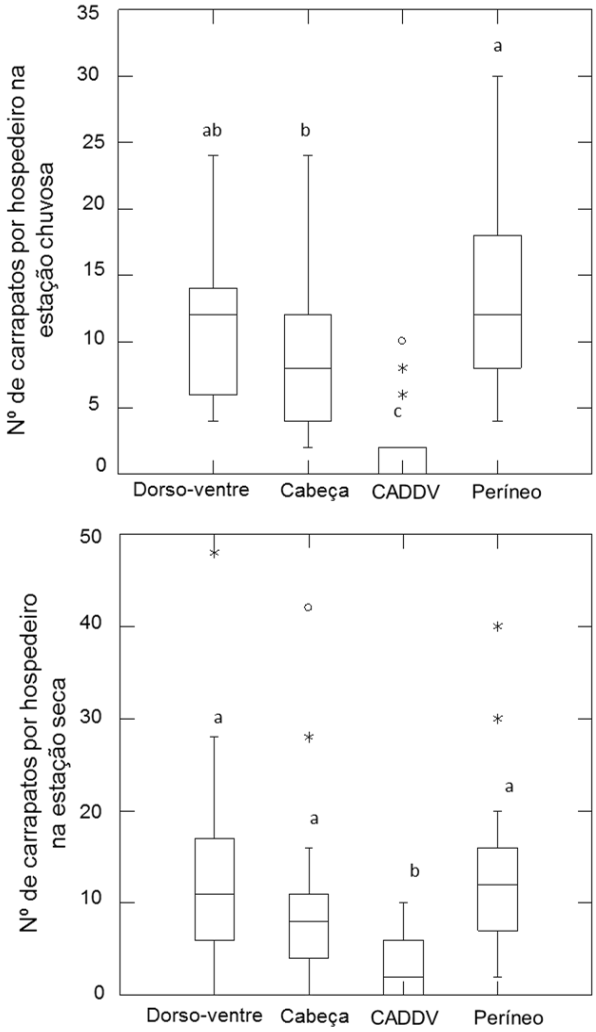


Figura 7. Número de carrapatos (mediana) nas regiões do corpo de porcos monteiros (*Sus scrofa*) no Pantanal da Nhecolândia, MS, durante estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013). CADDV=coleta em área delimitada (100 cm²) na região dorso-ventral. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Carrapatos em vida livre em áreas de uso por porcos monteiros

Nas áreas em que os porcos foram capturados, a espécie *A. cajennense* (n=1422) foi a mais abundante (método do arraste). Também foram coletadas as espécies *A. parvum* (37), *A. triste* (1) e *A. dissimile* (1), além de cinco bolos de larvas de *Amblyomma* sp. No ano de 2009, a infestação ambiental foi muito superior à infestação do ano de 2012 (U=472,5; p<0,001). Ainda, no ano de 2012, as coletas da estação seca resultaram em maior número de carrapatos que aquelas da estação chuvosa (U=70,5; p<0,05) (Tabela 6). Houve grande similaridade entre a fauna de carrapatos em vida livre nas áreas de uso pelos porcos monteiros e aquela encontrada nos hospedeiros (índice de *Morisita-Horn* [C_{mH}]= 0,999).

Tabela 5. Ocorrência de carrapatos em vida livre coletados em transectos de 60m², em ambiente de captura de porcos monteiros (*Sus scrofa*) no Pantanal, MS, em 2009 e 2012

	Ano		
	2009	2012	
	Estação seca	Estação seca	Estação chuvosa
Média	51,44	2,55	0,25
Desvio-padrão	44,74	3,32	0,45
Mínimo-máximo	0,00 – 165,00	0,00 – 10,00	0,00 – 1,00
Mediana	47,00[a]	1,00[b]	0,00[c]
1º - 3º Quartis	12,00 – 75,00	0,00 – 4,25	0,00 – 0,50

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os anos comparados.

Teste da hemolinfa

Dos carrapatos coletados na estação seca, foram realizados testes de hemolinfa referentes a 186 espécimes, sendo 174 coletados sobre porcos monteiros e 12 coletados em vida livre em ambiente de captura desses animais. Destes, 19 (10,2%) carrapatos *A. cajennense* em fase parasitária foram considerados suspeitos ou positivos e encaminhados para análises moleculares para identificação de material genético de riquétsias. Na estação chuvosa, 67 carrapatos das espécies *A. parvum* (n=21) e *A. cajennense* (46) foram submetidos ao teste, sendo 25 coletados em porcos monteiros (*A. cajennense*) e 42 em vida livre, todos negativos para a presença de formas de riquétsias em sua hemolinfa.

Desempenho experimental de *A. cajennense em Sus scrofa*

Todos os parâmetros biológicos aferidos na segunda infestação por fêmeas de *A. cajennense* foram semelhantes ao controle e à primeira infestação (F_{PFI}=4,427; F_{PIng}=2,525; F_{PMO}=0,219; $H_{\%ECLO}$=0,575; H_{IECO}=1,199; p>0,05 para todos os casos) (Tabela 7, Figura 8). Na infestação por ninfas, os parâmetros entre as infestações e controle foram similares de forma geral e não mostraram indícios de aquisição de resistência por parte do hospedeiro. Nota-se que apenas o período de ingurgitamento (PIng) foi um pouco maior nos indivíduos reinfestados, mas o peso alcançado por essas ninfas após a alimentação foi similar aos demais tratamentos (F_{PI}=0,455; F_{PECD}=0,389; p>0,05; F_{PIng}=14,23; p<0,001) (Tabela 6, Figura 9). A taxa de recuperação de adultos na segunda infestação foi muito menor que nos controles, porém essa diminuição ocorreu em função da retirada precoce da câmara pelos porcos que cresceram muito no período.

Tabela 6. Parâmetros de desempenho biológico (média ± desvio-padrão) de *Amblyomma cajennense* alimentados em porcos domésticos (*Sus scrofa*) em infestação experimental (n=2 porcos para ninfas; n=4 para adultos; n=1 para controles). N: número total de carrapatos colocados sobre os hospedeiros

Parâmetros biológicos	1ª Infestação		2ª Infestação		Controle	
	Adultos (N = 40)	Ninfas (N = 60)	Adultos (N = 40)	Ninfas (N = 60)	Adultos (N = 10)	Ninfas (N = 30)
PFI ou PI (mg)	331,90 ±91,10[a]	11,00 ±6,00[a]	269,30 ±122,70[ab]	12,00 ±3,00[a]	227,70 ±95,05[b]	13,00 ±4,00[a]
PIng (dias)	8,97 ±1,65[a]	4,19 ±0,94[a]	7,67 ±0,82[a]	3,82 ±0,53[a]	8,12 ±0,64[a]	3,00 ±0,00[b]
PMO (mg)	133,30 ±83,12[a]	-	127,40 ±68,08[a]	-	101,30 ±43,10[a]	-
%ECLO	67,09 ±18,08[a]	-	59,78 ±15,58[a]	-	61,07 ±23,70[a]	-
REC (%)	72,50 ±22,30	43,33 ± 9,43	20,00 ±10,00	56,66	90,00	16,66
IECO	34,73 ±23,26	-	45,64 ±7,27	-	43,55 ±8,70	-
PPP (dias)	8,26 ±1,48[a]	-	7,83 ±0,75[a]	-	8,40 ±0,52[a]	-
Pecd (dias)	-	15,61 ±1,63[a]	-	15,29 ±1,04[a]	-	15,80 ±0,84[a]
%ECD	-	100,00	-	100,00	-	100,00

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre pares comparados (p<0,05)

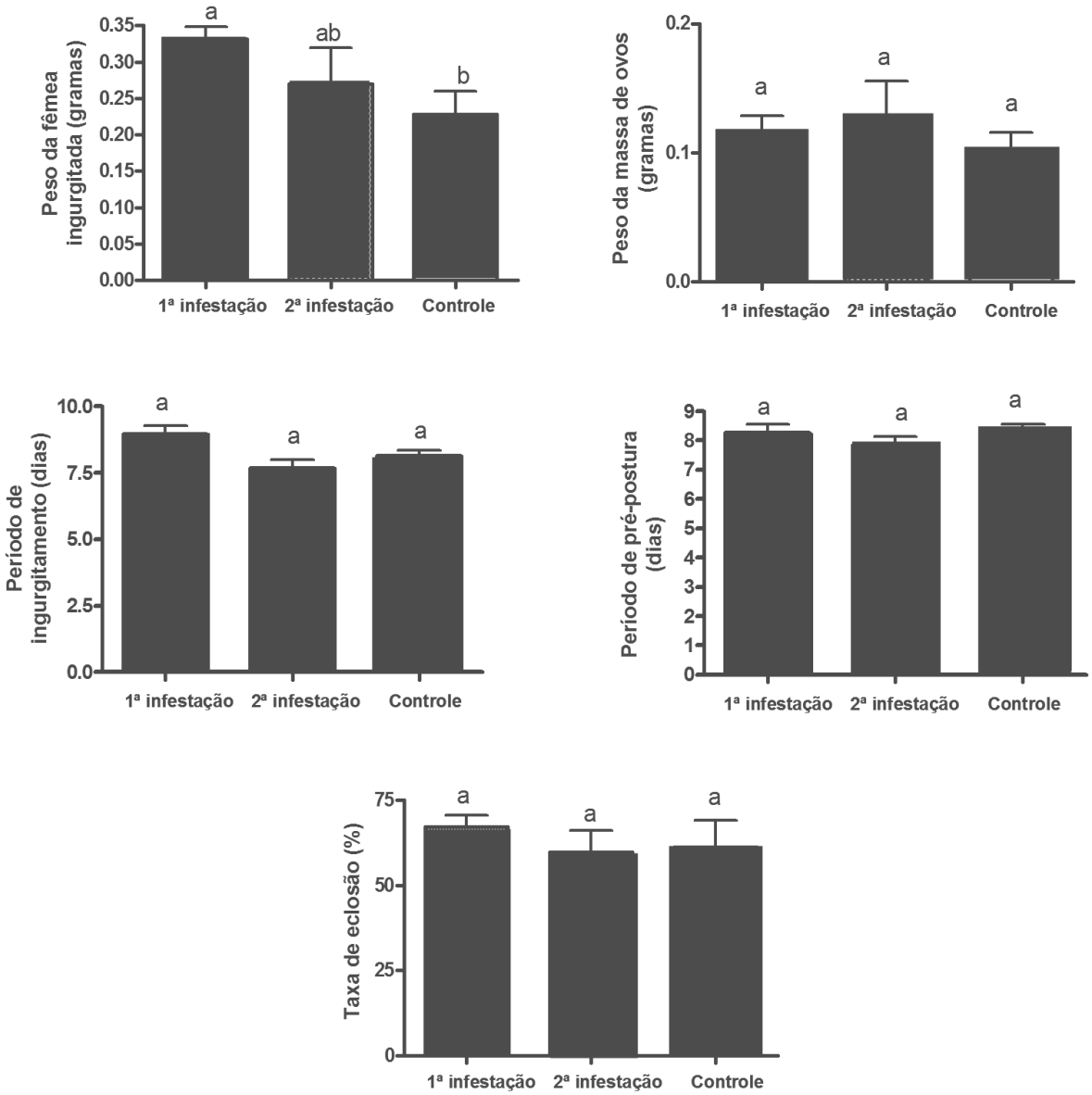


Figura 8. Comparação entre os parâmetros de desempenho biológico (médias) de adultos de *Amblyomma cajennense* alimentados na 1ª infestação, 2ª infestação e controle em porcos domésticos (*Sus scrofa*). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre pares comparados ($p<0,05$)

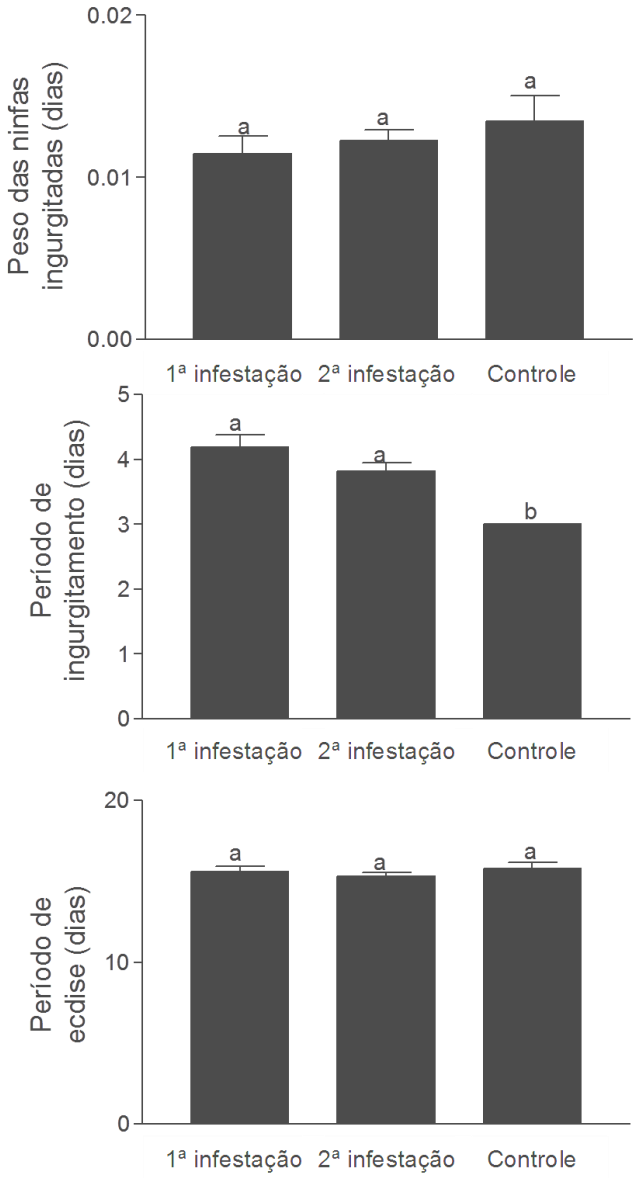


Figura 9. Comparação entre os parâmetros de desempenho biológico (médias) de ninfas de *Amblyomma cajennense* alimentados na 1ª infestação, 2ª infestação e controle em porcos domésticos (*Sus scrofa*). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre pares comparados (p<0,05)

Discussão

Os porcos monteiros apresentaram infestação intensa por carrapatos, principalmente *A. cajennense*, sendo as demais espécies pouco representadas. *A. parvum* é uma espécie comum em áreas mais secas e está associada principalmente a carnívoros (Labruna et al. 2005, Szabó et al. 2007, Nava et al. 2008). No Pantanal, o local de encontro entre essa espécie e porcos monteiros é provavelmente o interior dos capões de mata, pois são áreas que não sofrem alagamento anual. *A. ovale* também parasita carnívoros (Guglielmone et al. 2003) e, devido ao número reduzido sobre porcos monteiros, seu registro pode ser considerado acidental. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* é um carrapato associado a bovinos (Campos Pereira et al. 2008) e, no Pantanal, o uso comum de áreas naturais pela fauna selvagem e pelo gado pode explicar a infestação acidental de hospedeiros não naturais por esta espécie. Por exemplo, na mesma região, esse carrapato já foi encontrado parasitando o veado campeiro (*Ozoctoceros bezoarticus*) (Campos Pereira et al. 2000, Cançado et al. 2009), hospedeiro não natural para *R. microplus*.

Ornithodoros rostratus é um argasídeo e este grupo de carrapatos tem hábitos nidícolas, alimentando-se por pouco tempo sobre os hospedeiros, geralmente durante a permanência deste em seu local de repouso (Oliver 1989, Klompen 1996). Assim, não é possível inferir sobre o papel do porco monteiro para a alimentação desses carrapatos sem um estudo direcionado ao hábito de vida específico dos argasídeos. Entretanto, é preciso avaliar melhor a importância dessa relação, uma vez que a associação entre as duas espécies já foi registrada na área de estudo (Cançado 2008) e o gênero *Ornithodoros* está relacionado a agentes patogênicos que afetam suídeos (Costard et al. 2009, Motoi et al. 2012).

A infestação ambiental correspondeu ao que foi observado sobre os porcos monteiros, ou seja, há um predomínio de *A. cajennense*, seguido por *A. parvum* em menor abundância. O registro de *A. triste* nas áreas amostradas é considerado um caso de dispersão acidental, uma vez que essa espécie é comumente relacionada a áreas úmidas (Szabó et al. 2007). A coleta de larvas na seca é um fato esperado devido à época de ocorrência de imaturos, conforme observado por Serra-Freire (1982) e Labruna et al. (2002) em outras

regiões e como observado neste estudo também para o Pantanal (Capítulo 1). *A. dissimile* é um carrapato associado a répteis escamados (Robinson 1926) e esses animais também estão presentes nas áreas de coleta, possibilitando o encontro casual de algum espécime.

A. cajennense foi a espécie mais prevalente, representando sempre mais de 90% dos carrapatos, tanto no ambiente quanto nos porcos. Portanto, salvo algumas exceções, as análises numéricas foram determinadas por esta espécie de carrapato. Apesar de uma oscilação interanual no número de carrapatos tanto nos hospedeiros quanto no ambiente, as proporções de estágios nas duas estações indicam um padrão sazonal de infestação. as maiores contagens foram registradas durante a estação seca no ano de 2009, enquanto as menores ocorreram em 2010 e 2012. Na estação chuvosa, na qual foram registrados praticamente só adultos, os dois anos consecutivos foram similares quanto à infestação nos porcos, mas houve uma queda no número de fêmeas na campanha de 2012-2013.

A predominância de adultos e de imaturos, especialmente de ninfas, na estação chuvosa e seca, respectivamente, confirmou dados anteriores sobre *A. cajennens*e em outras regiões. Dados da literatura relatam que *A. cajennense* possui ciclo de vida sazonal, no qual há um pico de imaturos na estação seca e de adultos na estação chuvosa (Serra-Freire 1982, Labruna et al. 2002). Esse padrão, estabelecido para outras localidades, confirma-se também na área do presente estudo. Apesar da variação no número de carrapatos por hospedeiro ao longo de todo o ano, a distribuição dos parasitas na população hospedeira é relativamente homogênea. Isso significa que, em qualquer época do ano, a maior parte dos porcos monteiros da região da Nhecolândia tem grande chance de ser parasitada pelo carrapato *A. cajennense*.

A distribuição corporal da infestação também foi homogênea, apenas com uma maior concentração de carrapatos na região da cabeça em relação ao períneo durante a estação chuvosa. Ainda, a coleta minuciosa em área delimitada de 100 cm² resultou em menor número de carrapatos que a coleta durante um minuto em qualquer uma das três regiões anatômicas. Dessa forma, pode-se sugerir que o primeiro seria o melhor método empregado para coleta de carrapatos nesses hospedeiros, principalmente na região dorso-ventre, que foi similar às demais em qualquer uma das estações.

O declínio da densidade de carrapatos adultos nos porcos monteiros com o aumento da superfície corporal, no período das chuvas, sugere um limite de capacidade de suporte de carrapatos adultos por indivíduo, e não pela massa corpórea. Assim, aumentos de infestação ambiental não resultariam em aumento nos níveis de infestação por carrapatos *A. cajennense* adultos de cada hospedeiro, após atingido um determinado limite. O mesmo não foi observado no caso das ninfas, indicando que um limite não foi atingido e que o incremento na infestação ambiental poderia ser acompanhado por infestações mais intensas do hospedeiro.

Na infestação experimental, o peso dos carrapatos (adultos e ninfas) e das respectivas massas de ovos foram inferiores ao de carrapatos alimentados em um hospedeiro primário, o cavalo (Castagnolli et al. 2003). Por outro lado, a taxa de conversão do peso da fêmea em massa de ovos foi ligeiramente superior àquela observada em equinos (Castagnolli et al. 2003), não se detectou desenvolvimento de resistência adquirida dos suínos aos carrapatos na segunda infestação e, de forma geral, as taxas de recuperação foram elevadas. Esta diferença pode indicar que o porco é um hospedeiro menos adequado ao carrapato que o cavalo, mas pode também se dever a diferenças nas populações de carrapatos avaliadas. Na Argentina, Mastropaolo et al. (2011) demonstraram haver dois clados distintos de carrapatos da espécie *A. cajennense*, cujas populações estão associadas a diferentes regiões biogeográficas. Tal divergência pode também ocorrer entre as populações de *A. cajennense* do Pantanal e do Sudeste (experimentos em andamento), sendo esta última referente aos dados disponíveis de infestação em equinos.

Outro ponto importante é que a infestação de *A. cajennense* em cavalos se dá comumente em contextos de alto impacto, com animais sendo mantidos em pastos não nativos e em áreas degradadas, em geral com baixa diversidade de hospedeiros. Essa falta de hospedeiros adequados pode fazer com que haja uma concentração recorrente de *A. cajennense* em cavalos, o que por si só já modularia as populações do parasita em função de um melhor desempenho sobre esse hospedeiro. Nesse sentido, a condição ambiental do Pantanal é extremamente diversa, e a alta riqueza e abundância de hospedeiros disponíveis, inclusive para *A. cajennense*, poderia ser um fator limitante do desempenho biológico do carrapato. Nesse contexto de encontro

com hospedeiros variados, o carrapato poderia se beneficiar mais amplamente de taxas medianas de sucesso em vários hospedeiros do que de alto desempenho sobre poucas espécies.

A infestação experimental em porcos domésticos mostrou o potencial de suínos em alimentar populações de carrapatos *A. cajennense* do Pantanal, mesmo que sensibilizados por infestação prévia. Os resultados aqui descritos, como observados em estudos anteriores com outras espécies de carrapatos (Szabó et al. 1995), sugerem que os carrapatos encontrados nos porcos monteiros têm amplas possibilidades de se alimentarem e continuarem o ciclo de vida do parasito. Além disso, há um conjunto de dados que evidencia o papel de *Sus scrofa* como hospedeiro não acidental para o carrapato *A. cajennense* no Pantanal: o grande número de adultos coletados nos porcos monteiros (machos durante a seca, machos e fêmeas na estação chuvosa); a elevada infestação por ninfas durante a seca; a quantidade de formas alimentadas (ninfas na seca e fêmeas no verão) na infestação natural; os parâmetros obtidos pela infestação experimental, inclusive em indivíduos reinfestados.

A despeito das diferenças nos parâmetros de sucesso biológico de *A. cajennense* entre porcos domésticos e as espécies citadas na literatura, consideradas bons hospedeiros, em condições naturais, a importância de cada hospedeiro se dará pelo número disponível dos mesmos. Assim, se um hospedeiro numericamente relevante em dado local consegue manter o ciclo do carrapato, mesmo que não seja com o máximo de seu desempenho biológico, tal hospedeiro se torna tão ou mais importante que um hospedeiro primário pouco abundante. Esse parece ser o caso do porco monteiro no Pantanal, pois possui elevada biomassa e é capaz de manter o ciclo do carrapato através da alimentação de formas imaturas e adultas de *A. cajennense*. Além disso, esses animais possuem grandes áreas de vida e se deslocam através de muitas fitofisionomias (Oliveira-Santos et al. 2011), ampliando a dispersão do carrapato.

No teste da hemolinfa, apenas carrapatos da espécie *A. cajennense* coletados dos hospedeiros foram considerados suspeitos ou positivos para formas de riquétsias. É necessário investigar efetivamente a presença de riquétsias nesses carrapatos e, de forma complementar, avaliar o papel dos

hospedeiros na manutenção desses patógenos, uma vez que já é reconhecida a importância de *A. cajennense* como vetor do patógeno causador da Febre Maculosa Brasileira, *Rickettsia rickettsii*. De qualquer forma, esses resultados chamam a atenção para a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre a importância epidemiológica da interação entre *A. cajennense* e o porco monteiro no Pantanal Sul-Mato-Grossense.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento, conheciam-se como principais hospedeiros primários para a espécie *A. cajennense* as antas, as capivaras e os cavalos (Labruna 2008). Além desses mamíferos, acreditava-se que porcos selvagens, como taiassuídeos e o porco monteiro, também poderiam se comportar como hospedeiros primários para essa espécie de carrapato (Labruna 2008). No presente estudo, a alta infestação ambiental por *A. parvum* e *A. cajennense* nas áreas de uso pelos porcos, os níveis elevados de *A. cajennense* em fase parasitária — inclusive dos adultos, que são mais hospedeiro-específicos — e o desempenho deste carrapato nas infestações experimentais, mesmo em suínos reinfestados, demonstraram que o porco monteiro atua como hospedeiro primário para *A. cajennense*. Ainda, no contexto do Pantanal, onde a forma feral de *Sus scrofa* está amplamente distribuída e apresenta elevado contingente populacional, sendo mais numerosa que as próprias espécies nativas, o porco monteiro colabora substancialmente para a manutenção das populações de *A. cajennense* na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alho CJR, Lacher TE Jr. 1991. Mammalian conservation in the Pantanal of Brazil. Pp. 280-294 *In*: MA Mares & DJ Schmidly (eds.). *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation*. University of Oklahoma Press, Norman, EUA.

Aragão HB, Fonseca F. 1961. Notas de Ixodologia. Lista e chave para os representantes de fauna ixodológica brasileira. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz***,** 59: 115-148.

Bennett GF. 1974. Oviposition of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). I. Influence of tick size on egg production. *Acarologia,* 16(1):52-61.

Burgdorfer W. 1970. Hemolymph test. A technique for detection of Rickettsiae in ticks. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 19(6): 1010-1014.

Bush A, Lafferty KD, Lotz JM, Shostakil AW. 1979. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*, 83 (4): 575-583.

Campos-Pereira M, Szabó MPJ, Bechara GH et al. 2000. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 37(6): 979-983.

Campos-Pereira M Labruna MB, Szabó MPJ, Klafke GM. 2008. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: biologia, controle e resistência. MedVet, São Paulo, 169p.

Cançado PHD. 2008. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 65p.

Cançado PHD, Zucco CA, Piranda EM et al. 2009. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) as a parasite of pampas deer (*Ozoctoceros bezoarticus*) and cattle in Brazil's Central Pantanal. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 18 (1): 49-53.

Castagnolli KC, Figueiredo LB, Santana DA et al. 2003. Acquired resistance of horses to *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) ticks. *Veterinary Parasitology,* 117: 271-283.

Costard S, Wieland B, Glanville W, Jori F et al. 2009. African swine fever: how can global spread be prevented. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 364: 2683-2696.

Desbiez ALJ, Santos SA, Keuroghlian A, Bodmer RE. 2009. Niche partitioning among white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*), collared peccaries (*Pecari tajacu*), and feral pigs (*Sus scrofa*). *Journal of Mammalogy*, 90(1): 119-128.

Ettinger SJ, 1975. *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. WB Saunders, Philadelphia, 1543p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Seca de 2010 pode influenciar a cheia na Planície Pantaneira em 2011. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/janeiro/4a-semana. Acesso em: 10 de mar. 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Diferente de 2011 nível do Rio Paraguai permanece abaixo dos 2m no Pantanal. Disponível em: http://www.cpap.embrapa.br/destaques/2012materia9.html. Acesso em: 22 de dez. 2012.

Fontana I. 2011. Avaliação do papel do porco monteiro na cadeia epidemiológica da leptospirose em sub-regiões do Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília, 61p.

Galvão MAM, da Silva LJ, Nascimento EMM et al. 2005. Rickettsial diseases in Brazil and Portugal: occurrence, distribution and diagnosis. *Revista de saúde pública* 39(5): 1-6.

Girio, RJS. 2004. Pesquisa de anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais silvestres e em estado feral da região de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. Utilização da técnica de imunohistoquímica para detecção do agente. *Ciência Rural* 34(1): 165-169.

Grossi FS, Lui JF, Garcia JE, Meirelles FV. 2006. Genetic diversity in wild (*Sus scrofa scrofa*) and domestic (*Sus scrofa domestica*) pigs and their hybrids based on polymorphism of a fragment of the D-loop region in the mitochondrial DNA. *Genetics and Molecular Research*, 5 (4): 564-568.

Guglielmone AA, Estrada-Peña A, Mangold AJ et al. 2003. *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) and *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): hosts, distribution and 16S rDNA sequences. *Veterinary Parasitology*, 113 (3-4): 273-288.

Guglielmone AA, Nava S. 2006. Las garrapatas del género *Amblyomma* como parásitos de humanos em la Argentina. *In*: Juan Carlos Abuin et al. (Eds) *Temas de Zoonosis*. Asociación Argentina de Zoonosis. Buenos Aires, 432p.

Gurevitch J, Padilla DK. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution,* 19 (9): 470-474.

Herrera HM, Norek A, Freitas TPT et al. 2005. Domestic and wild mammals infection by *Trypanosoma evansi* in a pristine area of the Brazilian Pantanal region. *Parasitological Research* 96: 121-126.

Herrera, HM, Abreu UGP, Keuroghlian A et al. 2008. The role played by sympatric collared peccary (*Tayassu tajacu*), white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), and feral pig (*Sus scrofa*) as maintenance hosts for *Trypanosoma*

evansi and *Trypanosoma cruzi* in a sylvatic area of Brazil. *Parasitology Research* 103(3): 619-624.

Jones EK, Clifford CM, Keirans JE, Kohls GM. 1972. The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of *Amblyomma* in the western hemisphere. *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series* 17(5): 1-40.

Klompen JSH, Keirans JE, Oliver Jr, JH. 1996. Evolution of ticks*. Annual Review of Entomology*, 41:141-161.

Labruna MB, Kasai N, Ferreira F et al. 2002. Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 105: 65-77.

Labruna MB, Jorge RSP, Sana DA. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 36 (1-2): 149-163.

Labruna, MB. 2008. Ixodologia brasileira: revisão histórica e determinação de hospedeiros primários. *Livre-docência*. Universidade de São Paulo, 75p.

Li AY, Adams PJ, Abdad MY, Fenwick SG. 2010. High prevalence of *Rickettsia gravesii* sp. nov. in *Amblyomma triguttatum* collected from feral pigs. *Veterinary Microbiology,* 146: 59-62.

Lourival RFF, Fonseca GAB. 1997. Análise da sustentabilidade do modelo de caça tradicional no Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS. Pp. 123-172 *In*: C. Valladares-Padua, R.E. Bodmer, L. Cullen Jr. (Eds.), MCT-CNPq, *Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG**)** a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp.

Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, 192 pp.

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

Mejlon HA & Jaenson TGT. 1997. Questing behaviour of *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 21: 747-754.

Motoi Y, Asano M, Inokuma H et al. 2012. Detection of *Rickettsia tamurae* DNA in ticks and wild boar (Sus scrofa leucomystax) skins in Shimane Prefecture, Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science,* 2012 Oct 16.

Mourão G, Coutinho ME, Mauro RA et al. 2002. Levantamentos aéreos de espécies introduzidas no Pantanal: porcos ferais (porco-monteiro), gado bovino e búfalos. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - Embrapa Pantanal* 28:1-22.

Nava S, Szabó MPJ, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2008. Distribution, hosts, 16S rDNA sequences and philogenetic position of the Neotropical tick *Amblyomma parvum* (Acari, Ixodidae). *Annals of tropical medicine and parasitology*, 102: 409-425.

Oliveira-Santos LGR, Dorazio RM, Tomas WM et al. 2011. No evidence of interference competition among the invasive feral pig and two native peccary species in a Neotropical wetland. *Journal of Tropical Ecology*, 27: 557-561.

Oliver JH. 1989. Biology and Systematics of Ticks (Acari:Ixodida). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 397-430.

Onófrio VC, Labruna MB, Pinter A et al. 2006. Comentários e chaves para as espécies de *Amblyomma*. Pp. 53-71. *In*: Barros-Battesti DM, M Arzua, HG Bechara (eds.). *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies.* Vox, São Paulo.

Poulin R. 1993. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal of Parasitology,* 23:937-944.

Randolph SE 1979. Population regulation in ticks: the role of acquired resistance in natural and unnatural hosts. *Parasitology,* 79: 141-156.

Robinson LE. 1926. *Ticks. A monograph of the Ixodoidea. Part IV. The genus Amblyomma*. London, Cambridge University Press, 302p.

Serra-Freire NMS. 1982. Epidemiologia de *Amblyomma cajennense*: ocorrência estacional e comportamento dos estádios não parasitários em pastagens do Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,* 5:187-193.

Sicuro FL, LFB Oliveira. 2002. Coexistence of peccaries and feral hogs in brazilian Pantanal wetland: an ecomorphological view. *Journal of Mammalogy* 83: 207-217.

Szabó MPJ, Mukai LS, Rosa PCS, Bechara GH. 1995. Differences in the acquired resistance of dogs, hamsters, and guinea pigs to repeated infestations with adult ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science,* 2: 43-50.

Szabó MPJ, Castro MB, Ramos HGC et al. 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 143 (2): 147-154.

Veronez VA, Freitas BZ, Olegário MMM et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) within various phytophysiognomies of a Cerrado reserve in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 50 (2): 169-179.

Wikel SK. 1979. Role of complement in acquired resistance to ticks. Evidence for the involvement of the alternate complement pathway. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* 28(3): 586-590.

Zar JH. 1989. *Biostatistical Analysis.* Prentice Hall International, London. 718pp.

Capítulo 3

O gado Nelore (*Bos indicus* Linnaeus, 1758) como hospedeiro para formas imaturas do carrapato *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO

Há mais de 200 anos, uma das principais áreas para criação extensiva de gado de corte no Brasil é representada pelo Pantanal. Nos últimos anos, registrou-se um incremento da população humana e bovina na região, chamando atenção para a necessidade de se avaliar os potenciais impactos causados por essa expansão.

Grandes rebanhos de gado bovino podem ocasionar variados tipos de alterações no ambiente. No Pantanal, em muitas regiões, tem ocorrido a redução das pastagens naturais e a transformação de grandes áreas em pastagens de espécies exóticas, refletindo na redução da biodiversidade vegetal (Paiva & Mercante 2004, Padovani et al. 2004), o que pode gerar consequências para todos os demais organismos a ela associados. O gado também consome uma grande porção da biomassa vegetal disponível, compacta o solo, e forrageia na vegetação arbórea (Alho et al. 2011), modificando de forma evidente as áreas em que ocorre no Pantanal. É preciso ainda considerar que, por possuir ampla distribuição e compartilhar o mesmo ambiente com a fauna selvagem (Lourival & Fonseca 1997) (Figura 1A e 1B), é provável que ocorra troca de parasitas entre esses organismos, inclusive de carrapatos, o que pode gerar consequências econômicas e epidemiológicas.

No hemisfério Sul, há uma grande preocupação com os danos que os carrapatos causam para a pecuária (Solomon & Kaaya 1998, Jongejan & Uilenberg 2004, Kivaria 2006, Lynen et al. 2007). No Pantanal, além do carrapato do boi (*Rhipicephalus microplus)*, adultos de *Amblyomma parvum* e *Amblyomma cajennense* já foram registrados parasitando o gado (Cançado 2008). No entanto, não há relatos pormenorizados sobre as espécies de carrapato e níveis de infestação afetando cada espécie bovina presente na área.

O gado Nelore (*Bos indicus*) é o mais representativo no Pantanal e, geralmente, os níveis de infestação por *R. microplus* são considerados baixos (Barros & Pellegrin 2002) nesta raça. Sem dúvida, muitos trabalhos demonstraram que o Nelore parece ser menos suscetível aos carrapatos que o gado europeu (Riek 1962, Wagland 1975, George et al 1985, Wambura et al.1998). Entretanto, na Costa Rica, os níveis absolutos de infestação por

adultos e ninfas de *A. cajennense* em gado Nelore foram muito semelhantes aos do gado europeu (Alvarez & Bonilla 2007). Ainda, no México, *A. cajennense* é um dos principais carrapatos de bovinos (González-Cerón et al. 2009). Sendo assim, é possível considerar que os níveis de infestação envolvendo as mesmas espécies sejam variáveis dependendo da condição ambiental em que se encontrem.

A. cajennense é o principal carrapato associado à febre maculosa no Brasil (Galvão et al. 2005), sendo epidemiologicamente relevante o conhecimento sobre as espécies hospedeiras que podem alimentar e manter suas populações. Essa espécie de carrapato é abundante no Pantanal brasileiro, tanto nos animais selvagens quanto em vida livre (Figueiredo et al. 1999, Campos Pereira et al. 2000, Martins et al. 2004, Labruna et al. 2005, Rocha 2006, Cançado 2008, Medri et al. 2010, Olifiers 2010, Widmer et al. 2011). Nesse sentido, caso o gado Nelore seja capaz de alimentar esses carrapatos, o fato de terem acesso a muitas áreas compartilhadas por animais selvagens no Pantanal gera um potencial risco de transmissão de carrapatos e de seus patógenos dos bovinos para a fauna selvagem e vice-versa (Jongejan & Uilenberg 2004). Ainda, mesmo não sendo a espécie mais suscetível, o grande rebanho de gado Nelore no Pantanal poderia proporcionar um recurso importante para manter e dispersar a ixodofauna na região. Desse modo, a hipótese norteadora deste capítulo é de que o gado Nelore atua como hospedeiro para *A. cajennense* no Pantanal, através da alimentação de imaturos.

Objetivo geral

Avaliar o papel do gado Nelore na alimentação de carrapatos do gênero *Amblyomma* no Pantanal da Nhecolândia, principalmente da espécie *A. cajennense*.

<u>Objetivos específicos</u>

- Descrever os níveis de infestação natural por carrapatos do gênero *Amblyomma* em gado Nelore, avaliando se ocorre um padrão sazonal de infestação;

- Caracterizar a distribuição da infestação sobre os hospedeiros individuais e sobre a população hospedeira;
- Analisar a similaridade entre a infestação nos hospedeiros e em vida livre, em áreas onde o gado é mantido no Pantanal;
- Estimar o sucesso biológico de *A. cajennense* sobre bovinos Nelore através de infestações artificiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de carrapatos nos bovinos

Hospedeiros e período da coleta

Carrapatos foram coletados de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) do rebanho da Fazenda Nhumirim (campo experimental da EMBRAPA Pantanal), Nhecolândia, Pantanal, MS em cinco campanhas nos períodos de seca (2010, 2011 e 2012) e chuvoso (2011-2012 e 2012-2013) (discriminação detalhada das campanhas no Capítulo 1). A cada campanha, 15 animais do rebanho foram vistoriados aleatoriamente para pesquisa de carrapatos. Os animais amostrados eram de rebanhos criados de forma extensiva com acesso permanente à vegetação natural, tanto de áreas campestres quanto de formações florestais. A presença frequente dos animais nas áreas florestadas da Fazenda pode ser comprovada pela visualização dos mesmos, observação de bolos fecais, vegetação amassada e trilhas com rastros de bovinos (Figura 1C).

Coleta de carrapatos

A coleta dos carrapatos foi feita com os bovinos em tronco de contenção (Figura 2). O exame foi conduzido sempre no lado esquerdo dos animais, da seguinte forma: inicialmente em um quadrante de 100 cm² demarcado na área central da barbela, do qual todos os carrapatos foram coletados, com atenção especial para as formas imaturas, menos visíveis. Em seguida, as regiões da cabeça, cauda/períneo e barbela foram também vistoriadas cada qual durante um minuto.

Infestação experimental de bovinos Nelore com ninfas de *Amblyomma cajennense* originário do Pantanal

Carrapatos

Adultos da espécie *A. cajennense* coletados em vida livre na Fazenda Nhumirim (Corumbá, MS) foram levados para a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, MG, e utilizados para o estabelecimento de

uma colônia (Szabó et al. 1995), conforme descrito no Capítulo 1. Dadas as observações iniciais no Pantanal indicarem um parasitismo mais prevalente de bovinos por ninfas, utilizou-se apenas esse estágio nas infestações experimentais.

Hospedeiros

Dois bezerros Nelore (com nove meses de idade) mantidos na Fazenda Capim Branco (fazenda experimental da UFU) foram submetidos a infestações por ninfas de carrapatos (geração F1) provenientes da colônia. Merece menção que estes animais, recém-desmamados, eram mantidos junto à mãe em pasto sabidamente infestado por *A. cajennense*. Observou-se ainda, durante os experimentos, a infestação natural por ninfas de *A. cajennense* nesses animais. Assim, considerou-se que estes animais tiveram contato prévio com o carrapato e eram, portanto, sensibilizados. Por este motivo, não foi realizada uma segunda infestação. No período experimental os hospedeiros foram alimentados com ração própria e água a vontade e após o experimento foram devolvidos aos setores de origem. O experimento conduzido foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFU (116/10).

Infestação experimental

Duas câmaras de alimentação com 6,0 cm de diâmetro foram fixadas sobre o dorso de cada animal, imediatamente atrás do cupim (Figura 3), conforme descrito em Castagnolli et al. (2003). Um dia após a montagem das câmaras foram liberadas 200 ninfas do carrapato em cada uma. As câmaras foram vistoriadas diariamente para o recolhimento dos carrapatos alimentados que se desprenderam. Os carrapatos recolhidos foram secos, acondicionados em frascos aerados em grupos diários, pesados e mantidos em estufas B.O.D. a 80% de umidade relativa e temperatura de 27ºC, no Laboratório de Ixodologia da UFU, para observação dos parâmetros biológicos.

Figura 1. Gado Nelore no Pantanal da Nhecolândia, MS. A-B. Uso de áreas em comum com a fauna selvagem: A. porco monteiro (*Sus scrofa*); B. tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). C. Trilha de gado no interior de formação florestal.

Figura 2. Coleta de carrapatos em gado Nelore no Pantanal da Nhecolândia, MS. A. Rebanho em invernada da Fazenda Nhumirim (EMBRAPA-Pantanal). B. Encaminhamento de bovinos para o tronco de contenção. C-E. Coleta de carrapatos na região da cabeça (C), barbela (D) e períneo (E).

Figura 3. Infestação experimental em bovinos Nelore. A. Bovinos com câmaras dorsais na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais; B. Detalhe das câmaras de alimentação com ninfas ingurgitadas de *Amblyomma cajennense* originário do Pantanal; C. Coleta de ninfas ingurgitadas.

Período e porcentagem de ecdise de ninfas ingurgitadas naturalmente em gado Nelore na Fazenda Nhumirim

Em setembro de 2012, ninfas ingurgitadas em condições naturais sobre gado Nelore no Pantanal foram coletadas de forma aleatória para avaliação do sucesso de ecdise. Para isso foram mantidas em estufas B.O.D. a 80% de umidade relativa e temperatura de 27ºC, no Laboratório de Ixodologia da UFU. Esse procedimento visou à observação de parâmetros não obtidos através da infestação experimental, devido à morte de ninfas após o ingurgitamento, provavelmente por erro metodológico (excesso de ninfas e umidade elevada).

Análises

Os parâmetros de infestação natural por carrapatos do gênero *Amblyomma* e os parâmetros de sucesso biológico referentes aos estágios imaturos foram calculados e analisados conforme descrito no Capítulo 2. A infestação por *R. microplus* foi descrita mas não houve aprofundamento das análises para esta espécie devido às características peculiares dos métodos consagrados para sua amostragem, que diferiram em muito daqueles empregados no presente estudo.

RESULTADOS

Infestação natural em gado Nelore

Foi coletado, em 75 bovinos, um total de 2100 carrapatos. Em ambas as estações foram encontradas, sobre o gado Nelore, as espécies *Rhipicephalus microplus* (n=1368 espécimes, correspondentes a 65,1% do total), *Amblyomma cajennense* (n=656; 31,2%) e *A. parvum* (n =76; 3,6%) (Figura 4). Dos espécimes de *A. parvum*, a maioria era fêmea (n=42) e, na estação seca, seis ninfas da mesma espécie foram encontradas. De forma geral, estações seca e chuvosa diferiram tanto para o total de carrapatos (U=552,0; p<0,001) quanto para os dois gêneros registrados sobre os bovinos ($U_{Amblyomma}$=310,5; p<0,001; *A. cajennense*: U_{total}=200,0; $U_{adultos}$=200,0; U_{ninfas}=155,0; p<0,001; *R. microplus*: U_{total}=846,0; p<0,05; $U_{adultos}$=1003,5; p>0,05; U_{ninfas}=909,0; p<0,05). Na seca, ninfas e adultos de *R. microplus* foram similares em termos numéricos. Por outro lado, houve mais ninfas que adultos de *A. cajennense.* Já na estação chuvosa, houve maior número de adultos que ninfas de *R. microplus* e não ocorreram imaturos de *Amblyomma* (Tabela 1, Figura 5).

No ano de 2011, durante a seca, a infestação tanto por *Amblyomma* quanto por *R. microplus* teve um relativo aumento em relação a 2010, caindo significativamente em 2012 (Total de *Amblyomma*: H=20,023; p<0,001; *A. cajennense*: H_{Total}=23,190; p<0,001; $H_{Adultos}$=3,775; p>0,05; H_{Ninfas}=28,085; p<0,001; $H_{Ninfas\ ingurgitadas}$=8,177; p<0,05; *R. microplus:* H_{Total}=62,255; p<0,001; $H_{Adultos}$=44,337; p<0,001; H_{Ninfas}=46,550; p<0,001; $H_{Ninfas\ ingurgitadas}$=46,689; p<0,001). Na estação chuvosa, houve diminuição no número total de carrapatos do período de 2012-2013 em relação ao ano anterior. No entanto, essa redução foi condicionada apenas por *R. microplus,* para o qual não houve nenhum registro de ocorrência. O gênero *Amblyomma* não apresentou variação interanual significativa durante a estação chuvosa (Total de carrapatos: U=212,00; p<0,001, Total de *Amblyomma:* U=111,00; p>0,05; *A. cajennense:* U_{Total}=111,00; p>0,05; $U_{Adultos}$=111,00; p>0,05; U_{Ninfas}=112,50; p>0,05; *R. microplus:* U_{Total}=217,50; p<0,001; $U_{Adultos}$=195,00; p<0,001; U_{Ninfas}=187,5; p<0,001).

Os índices de dispersão apontam para uma distribuição agregada do total de carrapatos na amostra avaliada, tanto na seca (ID=15,59) quanto na

estação chuvosa (ID=4,42), mas os outros dois índices não apontaram tendências para a distribuição do total de carrapatos nos bovinos (seca: k=0,855; p>0,05; D=0,579; chuvosa: k=0,579; p>0,05; D=0,594). Os índices de discrepância para o gênero *Amblyomma* indicou que as espécies e estágios mais abundantes na estação seca não tendem a possuir distribuição agregada sobre os hospedeiros ($D_{Amblyomma}$=0,471; *A. cajennense*: D_{total}=0,493; D_{ninfas}=0,519; $D_{ninfas\ ingurgitadas}$=0,616), e que ocorre o contrário para os menos abundantes ($D_{adultos\ A.\ cajennense}$=0,786; *A. parvum*: D_{total}=0,814; D_{machos}=0,883; $D_{fêmeas}$=0,909). Na estação chuvosa, os níveis de infestação por *Amblyomma* foram bastante baixos e a distribuição dos carrapatos (apenas adultos) apresentou tendência à agregação ($D_{Amblyomma}$=724,00; $D_{A.\ cajennense}$=797,00; $D_{A.\ parvum}$=742,00).

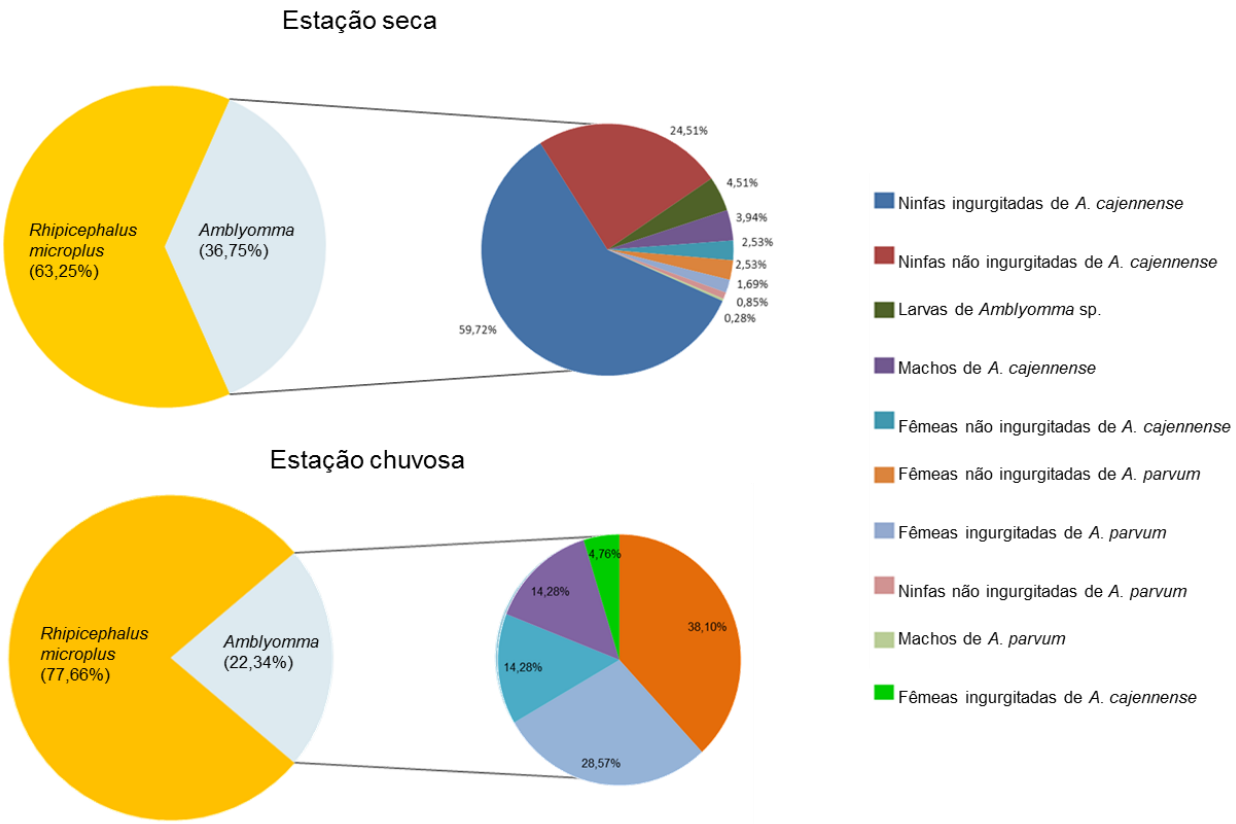


Figura 4. Infestação por carrapatos em gado Nelore (*Bos indicus*) durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Tabela 1. Infestação por carrapatos em gado Nelore durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Dp: desvio-padrão; Med: mediana; Q: quartil; Mín: mínimo; Máx: máximo; Prev: prevalência; IM: intensidade média

	Amblyomma					*A. parvum*	*Rhipicephalus microplus*			
	A. cajennense									
	Total	Total	Adultos	Ninfas		Total	Total	Adultos	Ninfas	
				Total	Ing				Total	Ing
Estação seca										
Med	6,00	6,00	0,00	6,00	3,00	0,00	6,00	2,00	0,00	0,00
1º Q	4,00	2,00	0,00	2,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3º Q	12,50	10,60	0,50	10,60	8,00	0,00	28,00	6,00	8,00	8,00
Mín	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	52,00	44,00	4,00	42,00	40,00	4,00	78,00	36,00	46,00	44,00
Total	710,00	642,00	44,00	598,00	424,00	36,00	1222,00	358,00	412,00	390,00
Prev	91,00	91,00	25,00	87,00	75,00	20,00	61,00	53,00	49,00	49,00
IM	10,28	9,30	2,32	9,16	7,44	2,40	27,60	8,96	11,14	10,54
Estação chuvosa										
Med	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1º Q	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3º Q	2,00	0,00	0,00	-	-	2,00	10,00	4,00	2,00	2,00
Mín	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máx	8,00	4,00	4,00	-	-	6,00	20,00	20,00	14,00	14,00
Total	42,00	14,00	14,00	-	-	28,00	146,00	94,00	52,00	52,00
Prev	33,00	20,00	20,00	-	-	30,00	47,00	31,00	33,00	33,00
IM	4,20	2,34	2,34	-	-	3,12	10,42	8,54	5,20	5,20

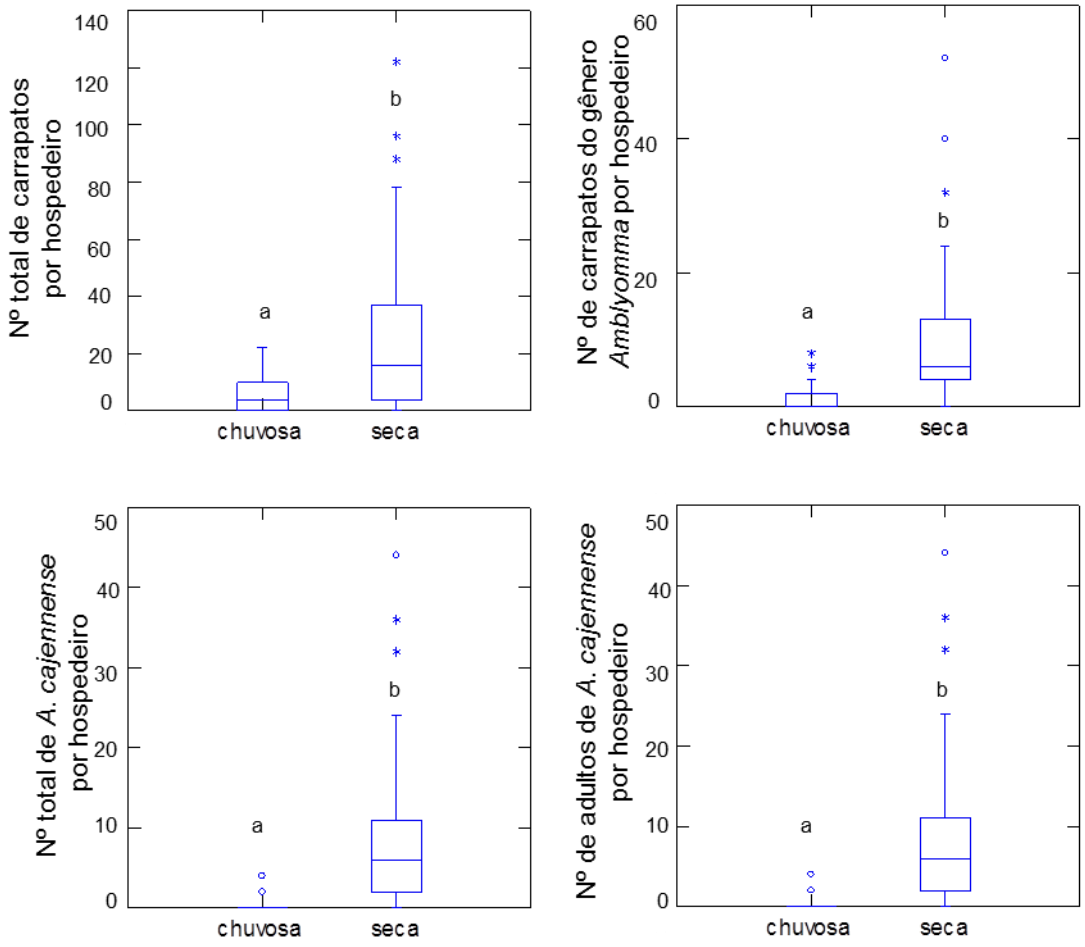


Figura 5. Infestação por carrapatos em gado Nelore (*Bos indicus*) durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre espécies ou gêneros comparados na mesma estação. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Não houve, em nenhuma das estações, correlação entre a superfície corporal dos hospedeiros e o número (r_{Sseca}=–0,110 e $r_{Schuvosa}$=–0,144; p>0,05) ou a densidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* (r_{Sseca}=–0,231 e $r_{Schuvosa}$=–0,166; p>0,05) (Tabela 2, Figura 5).

A infestação por *A. cajennense* não diferiu entre as regiões do corpo dos bovinos na estação chuvosa (H=2,290; p>0,05), mas durante a seca, as coletas na barbela e na cabeça resultaram em maior número de carrapatos que o períneo e a coleta por área delimitada na barbela (H=55,707; p<0,05) (Tabela 3, Figura 6). Tanto *A. cajennense* quanto *R. microplus* ocorreram em todas as regiões avaliadas. Entretanto, espécimes de *A. parvum* só foram encontrados na cabeça.

Tabela 2. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em bovinos Nelore (*Bos indicus*) na estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

	Estação	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	Seca	4,89±0,64	5,03 (4,66–5,32)	3,27-6,00
	Chuvosa	5,11±0,34	4,99 (4,87–5,30)	4,70-6,05
Peso do hospedeiro (kg)	Seca	402,97±76,19	418,00 (372,25–455,00)	219,00-545,00
	Chuvosa	428,64±44,02	414,00 (398,00–452,50)	378,00-551,00
Densidade de carrapatos	Seca	1,85±1,63	1,54 (0,72–2,58)	0,00-8,69
	Chuvosa	0,27±0,47	0,00 (0,00–0,34)	0,00-1,67

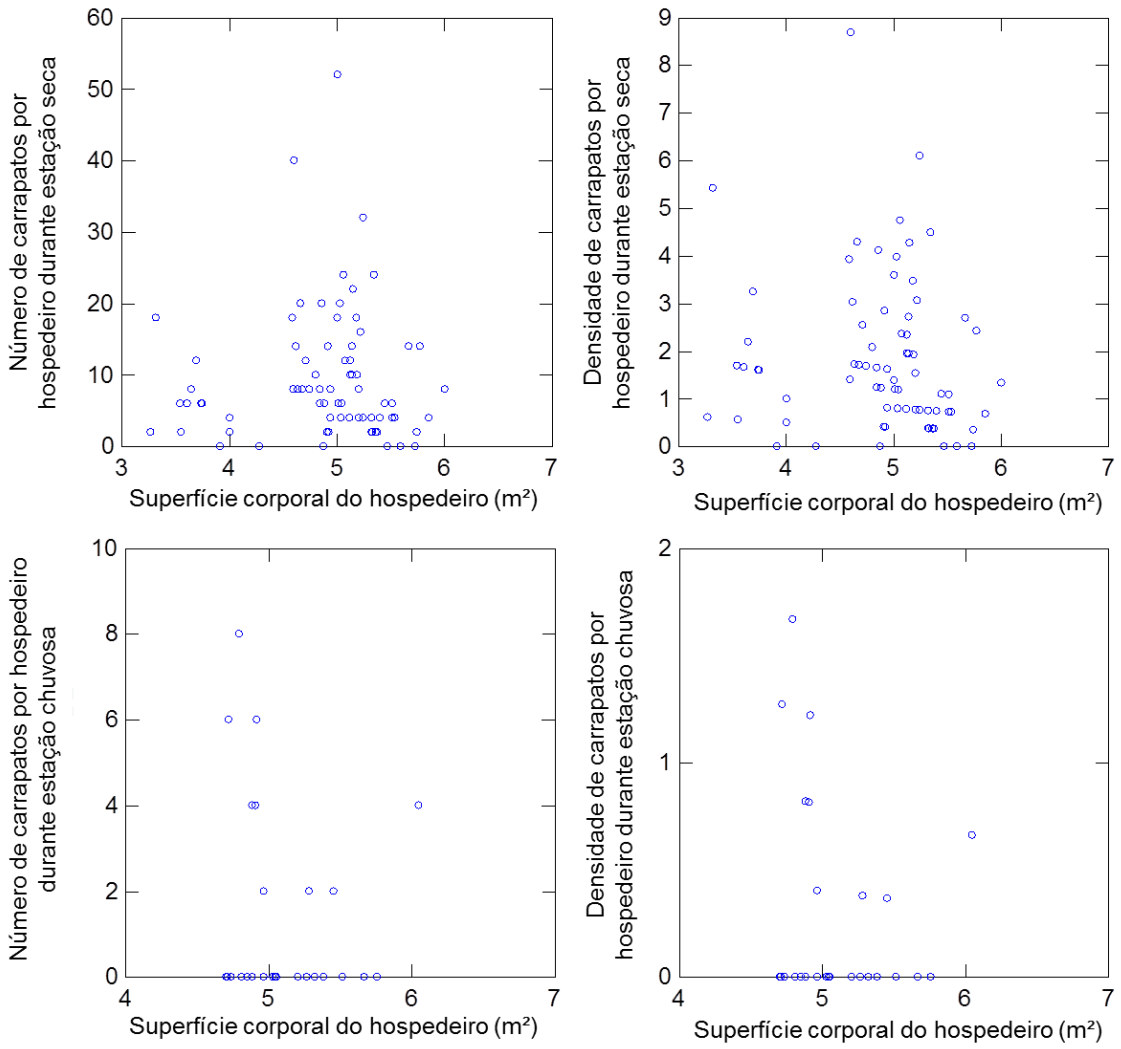


Figura 5. Densidade (nº de espécimes por m²) e número de carrapatos por hospedeiro em relação à superfície corporal de bovinos Nelore (*Bos indicus*) na estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

Tabela 3. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em bovinos Nelore (*Bos indicus*) durante estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS

Estação	Região do corpo	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (Mínimo-máximo)
Seca	Barbela	2,00[a] (2,00-4,00)	278,00 (0,00-16,00)
	Cabeça	2,00[a] (0,00-4,00)	200,00 (0,00-14,00)
	Períneo	0,00[b] (0,00-0,00)	76,00 (0,00-22,00)
	CADB*	0,00[b] (0,00-2,00)	88,00 (0,00-16,00)
Chuvosa	Barbela	0,00[a] (0,00-0,00)	6,00 (0,00-4,00)
	Cabeça	0,00[a] (0,00-0,00)	2,00 (0,00-2,00)
	Períneo	0,00[a] (0,00-0,00)	4,00 (0,00-2,00)
	CADB*		-

*CADB=coleta em área delimitada (100 cm²) na barbela. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo em uma mesma estação.

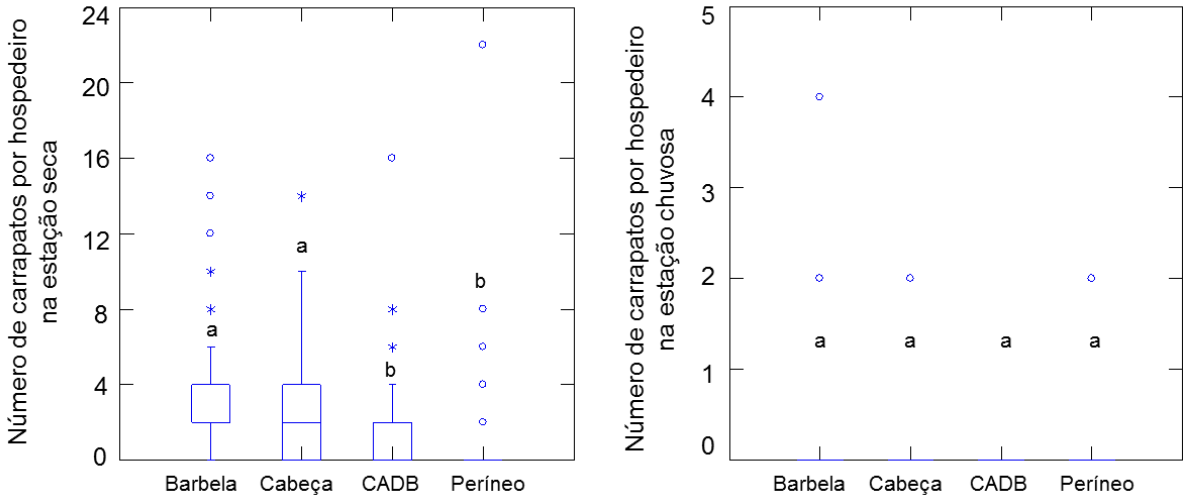


Figura 6. Variação no número de carrapatos nas regiões do corpo de bovinos Nelore (*Bos indicus*) durante a estação seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia, MS. *CADB=coleta em área delimitada (100 cm²) na barbela. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Carrapatos em ambiente de circulação do gado Nelore

Conforme descrito no Capítulo 1, as espécies registradas em vida livre em área de circulação do gado Nelore foram *A. cajennense*, *A. parvum* e *A. ovale*, com relevância numérica apenas das duas primeiras. O índice de *Morisita-Horn* indicou grande similaridade entre a fauna de carrapatos em fase parasitária nos bovinos e aquela em vida livre nas invernadas, tanto na estação seca (C_{mH}=0,999) quanto na chuvosa (C_{mH}=0,998). No entanto, ao considerar as diferentes fases do carrapato, na estação seca a similaridade continuou alta (C_{mH}=0,998), enquanto na chuvosa a similaridade diminuiu (C_{mH}=0,735).

Desempenho experimental de ninfas de *Amblyomma cajennense* em *Bos indicus*

As ninfas liberadas se fixaram e se alimentaram com sucesso nos dois bezerros. Obteve-se uma boa recuperação de ninfas ingurgitadas (63%) e um peso médio de, aproximadamente 10 mg (Tabela 4). Entretanto, apenas uma ninfa sofreu ecdise em laboratório. Deve-se mencionar que durante o experimento notou-se umidade excessiva no interior das câmaras de alimentação e as ninfas ingurgitadas, coletadas diariamente, estavam encharcadas. Para acompanhamento dos parâmetros não obtidos na infestação experimental (período e porcentagem de ecdise), foram inspecionados 30 bovinos Nelore na Fazenda Nhumirim. Em 18 destes indivíduos foram coletadas 28 ninfas ingurgitadas de *A. cajennense* (média=0,8; desvio-padrão=1,12; mediana=1,00; prevalência=60,0%; Intensidade média=1,56). As 28 ninfas sofreram ecdise (100% de ecdise) originando carrapatos *A. cajennense* adultos.

Tabela 4. Parâmetros biológicos de ninfas de *A. cajennense* originário do Pantanal (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS) alimentados em bovinos Nelore sob condições experimentais em Uberlândia, Minas Gerais, 2012.

	Parâmetros biológicos*			
	PI (mg)	pING (dias)	Recup (%)	pECD (dias)
Média ± desvio-padrão	10,00±3,00	5,25±0,86	63,00±22,00	13,67±0,91
Mediana	10,00	5,00	63,00	13,00

*PI: peso de espécimes ingurgitados; pING: período de ingurgitamento; Recup (%): taxa de recuperação; pECD: período de ecdise

DISCUSSÃO

As espécies coletadas sobre os bovinos Nelore, *A. cajennense*, *A. parvum* e *R. microplus*, são de ocorrência comum no Pantanal (Figueiredo et al. 1999, Campos Pereira et al. 2000, Martins et al. 2004, Labruna et al. 2005, Rocha 2006, Cançado 2008, Medri et al. 2010, Olifiers 2010, Widmer et al. 2011) e todas elas já haviam sido ocasionalmente registradas sobre o gado na região (Cançado 2008). O presente estudo, entretanto, demonstra que, devido ao padrão de repetição temporal aqui observado, apesar dos baixos níveis de infestação em relação a outras raças de bovinos (George et al 1985, Wagland 1975, Wambura et al.1998), tais espécies de carrapato parasitam o gado Nelore de forma não ocasional no Pantanal da Nhecolândia.

De forma geral, as infestações por carrapatos de bovinos Nelore da área de estudo foram dominadas por *R. microplus* seguido por *A. cajennense*, ambos com números muito próximos. A espécie *A. parvum* foi também encontrada com regularidade, mas em números bem menores. Situação parecida foi descrita, inclusive em gado mestiço Nelore, no Chaco Serrano no nordeste da Argentina (Guglielmone & Hadani 1980, 1982, Guglielmone et al. 1990, Mangold et al. 1994). Estes autores observaram a infestação regular de bovinos com as três espécies citadas na mesma sequência de abundância, além de uma quarta espécie, *Amblyomma neumanni*, a saber ausente no território brasileiro.

Uma ressalva ao que foi observado na Argentina e no Brasil merece menção antes de outras comparações. As espécies *A. parvum* e *A. cajennense* são investigadas na região Neotropical pela sabida dissimilaridade entre populações em diversas áreas (Nava et al. 2008, Labruna et al. 2011). No caso de *A. cajennense,* existem indícios fortes (infertilidade de híbridos) de que as populações deste carrapato sejam constituídas de um complexo de espécies morfologicamente similares (Labruna et al. 2011). Assim, diferenças importantes podem existir na bioecologia e na importância epidemiológica entre carrapatos por ora consideradas da mesma espécie nas diversas regiões de ocorrência.

A menor infestação de bovinos por *A. parvum* pode estar relacionada á um menor contato com este hospedeiro, e não pela inadequação do mesmo ao

parasita. De fato, a porcentagem de infestação ambiental por *A. parvum* detectada no interior das formações florestais, onde o gado circula, foi reduzida em relação a *A. cajennense* e Olegário et al. (2011) demonstraram experimentalmente a capacidade de fixação e alimentação de *A. parvum* em bovinos.

R. microplus, uma espécie introduzida no Novo Mundo com a colonização, é hoje o principal carrapato de bovinos no país e também a que causa o maior prejuízo econômico (Campos-Pereira et al. 2008). Apesar de ser a espécie mais prevalente e abundante em bovinos neste estudo, as infestações observadas podem ser consideradas de baixa intensidade e sequer requerem tratamento com acaricidas. Isto pode ser explicado pela maior resistência adquirida do gado Zebu a essa espécie de carrapato (Szabó et al. 2008), ou ainda pela criação extensiva dos hospedeiros, que resulta em menor possibilidade de contato com o parasita.

Nas amostragens ambientais, foi observada a ausência de *R. microplus* apesar de prevalecer nos animais. Situação semelhante foi descrita na mesma região por Campos-Pereira et al. (2000) e por Guglielmone et al. (1990) na avaliação da infestação ambiental com pano de arraste no nordeste da Argentina, nos pastos de vegetação nativa de bovinos. Possivelmente, nestes casos, a infestação ambiental é de baixa densidade e as amostragens não foram capazes de detectar os bolos de larvas de *R. microplus*. Deve-se ressaltar também o caráter monóxeno do parasita (Campos-Pereira & Labruna 2008) e portanto a ausência de ninfas e adultos não alimentados em vida livre.

Outro aspecto essencial a ser considerado é a limitação das amostragens realizadas em bovinos para o carrapato *R. microplus*. Esta espécie de carrapato ao contrário dos parasitos do gênero *Amblyomma* no Brasil (Labruna et al. 2009), realiza quatro gerações por ano na região centro-oeste (Labruna 2008). Embora o número de gerações não tenha sido definido para o local de estudo, no Pantanal, implica haverem picos de infestações ao longo do ano e relacionados à sequencia de gerações. As amostragens realizadas podem ter ocorrido antes ou depois dos picos, e não refletem bem a intensidade das infestações por *R. microplus,* subestimando o número de espécimes deste carrapato. Além disso, a metodologia mundialmente consagrada em bovinos para avaliar os níveis de infestação de rebanhos por *R.*

microplus se baseia na contagem de fêmeas ingurgitadas com tamanho superior a 4,5 mm (Campos-Pereira et al. 2008). Nossa metodologia diferiu muito e dificulta a comparação com contagens de outros trabalhos, embora permita a comparação com as outras duas espécies de carrapatos.

As espécies do gênero *Amblyomma* não são mencionados com frequência nas infestações de bovinos no Brasil. Sem dúvida, a detecção de formas imaturas, em especial, ou de adultos de carrapatos de pequeno porte, como *A. parvum,* pode ter passado despercebido em muitas ocasiões. Porém, Mangold et al. (1994) observaram carrapatos *A. cajennense* e *A. parvum* apenas no gado mantido em pasto nativo com áreas florestais preservadas. Nas áreas com retirada da cobertura, as infestações se restringiram aos carrapatos *R. microplus* e *A. neumanni*. As observações da Argentina reforçam a noção de que a infestação por *A. parvum* e *A. cajennense* dos bovinos do Pantanal aqui descrita está associada ao acesso/manutenção dos hospedeiros em áreas naturais. Neste contexto, é importante mencionar que, com o incremento da preservação e reconstituição de áreas naturais em locais dantes degradados no Brasil, aumenta-se a possibilidade de infestação de bovinos com carrapatos do gênero *Amblyomma*.

De forma geral, a infestação foi maior durante a estação seca, tanto por *R. microplus* quanto pelo gênero *Amblyomma*. Em ambas as estações, o total de carrapatos dos dois gêneros registrados não diferiu. Como já exposto o número de carrapatos *R. microplus* pode sofrer variações pela sequencia de gerações em um mesmo ano. Como desconhecemos esta sequencia comparações seriam muito especulativas. No entanto, na seca, houve maior número de ninfas de *Amblyomma* que de adultos do mesmo gênero e ninfas de *R. microplus*. O maior número maior de ninfas de *Amblyomma* na seca é explicado pela sazonalidade característica do carrapato *A. cajennense* no Brasil, com ninfas predominando no inverno-primavera (Serra-Freire 1982, Labruna et al. 2002). Na estação chuvosa, apenas adultos de *Amblyomma* foram encontrados sobre o gado, e sua ocorrência é bastante reduzida em relação a *R. microplus*, a despeito da infestação ambiental por *A. cajennense* e *A. parvum* ser tão expressiva quanto na seca. A ausência de formas imaturas de *Amblyomma* se explica pela sazonalidade já mencionada, com maior prevalência de adultos no verão. Embora o número de carrapatos adultos seja

menor que das formas imaturas, a redução tão acentuada no número de carrapatos nos hospedeiros pode também ser atribuída a uma menor infestação de bovinos por adultos de *A. cajennense*. Isto poderia ocorrer por uma inadequação de tal hospedeiro ao carrapato adulto ou ausência de contato. Como bovinos sabidamente frequentam áreas (capões) com adultos de *A. cajennense* a inadequação é a explicação mais provável. De fato a infestação média dos bovinos por adultos de *A. cajennense* foi equivalente na seca e período das chuvas, embora a infestação ambiental por adultos tenha aumentado. Além disso, ao contrário de *A. parvum*, a porcentagem de fêmeas ingurgitadas neste hospedeiro foi muito reduzida.

Em nenhuma das estações houve correlação entre a densidade ou o número de carrapatos e a superfície corporal dos hospedeiros. Essa falta de correlação pode estar relacionada à pequena variação na dimensão corporal dos hospedeiros, uma vez que os animais avaliados eram semelhantes quanto à idade e sexo. Quanto à distribuição corporal, como a infestação por *A. cajennense* na época da seca foi maior na cabeça e barbela, e *A. parvum* só ocorreu na cabeça, parece que esta última é uma região mais adequada para amostrar as duas espécies. O fato de espécimes de *A. parvum* terem sido registrados apenas na região da cabeça coincide com o que foi observado por Nava et al. (2009) na Argentina, e parece ser indicativo de um padrão para a espécie, que pode infestar o hospedeiro no momento da alimentação, fixando-se imediatamente após. Também ficou demonstrado que utilizar a coleta por restrição de tempo resulta em maior número de carrapatos que o método por delimitação de área. Esse método também é vantajoso uma vez que a delimitação de área em determinadas regiões anatômicas do animal nem sempre é possível.

A distribuição de *Amblyomma* sobre a população hospedeira foi mais homogênea na seca, quando as ninfas de *A. cajennense* são mais abundantes, e mais heterogênea para adultos de *Amblyomma*, que são pouco abundantes sobre os bovinos em qualquer estação. Isso significa que, de forma geral, qualquer bovino da amostra avaliada tem as mesmas chances de ser parasitado por ninfas de *A. cajennense,* mas não por adultos. Esse fato reforça a importância dos bovinos como hospedeiros não acidentais para ninfas de *A. cajennense* na região estudada.

As infestações experimentais de gado Nelore com *A. cajennense* do Pantanal demonstraram a capacidade do parasito em se fixar e se alimentar neste hospedeiro. Atribuímos a ausência de ecdise em laboratório ao excesso de umidade talvez decorrente do número excessivo de ninfas na câmara de alimentação. Por outro lado, todas as ninfas ingurgitadas provenientes de uma amostra de infestações naturais no Pantanal sofreram ecdise, reforçando a sugestão de que o hospedeiro é capaz de alimentar este carrapato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a capacidade de zebuínos em desenvolver resistência natural a carrapatos *R microplus*, os animais do Pantanal apresentaram uma infestação significativa por ninfas de *A. cajennense*, inclusive por formas ingurgitadas. A presença de formas ingurgitadas demonstra que o processo de alimentação ocorre, e que a infestação não é somente um reflexo da alta infestação do ambiente. Além disso, os dados referentes à infestação experimental e ao acompanhamento das formas ingurgitadas coletadas no campo mostraram que as ninfas de *A. cajennense* alimentadas no gado Nelore conseguem atingir o estágio adulto. Dessa forma, mesmo que o gado não seja hospedeiro no qual o carrapato alcança seu maior desempenho biológico, há sucesso suficiente para que a população se mantenha tendo os imaturos se alimentando nos bovinos. Nesse sentido, no Pantanal, onde o gado Nelore representa uma biomassa muito expressiva, tem ampla distribuição e acessa áreas de uso comum pela fauna selvagem, é relevante considerar que esses hospedeiros auxiliem na manutenção das populações de *A. cajennense*, através da alimentação de ninfas. Entretanto, apesar de colaborarem para a alimentação de ninfas de *A. cajennense*, os bovinos Nelore não amplificam a população desse carrapato no Pantanal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu UGP, Rosa AN, Oliveira CAL. 2007. Melhoramento genético da raça Nelore no Pantanal Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 4p. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, n.119. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM119>. Acesso em: 20 mar. 2011.

Alho CJR, Mamede S, Bitencourt K, Benites M. 2011. Introduced species in the Pantanal: implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1) (suppl.): 321-325.

Álvarez VC, Bonilla RM. 2007. Adultos y ninfas de la garrapata *Amblyomma cajennense* Fabricius (Acari: Ixodidae) en equinos y bovinos. *Agronomía Costarricense* 31(1): 61-69.

Barros ATM, Pellegrin A. 2002. O. Manejo produtivo. *In*: Embrapa Pantanal. (Org.). *Sistema de produção de gado de corte no Pantanal*. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, (1): 41-45.

Campos-Pereira M, Szabó MPJ, Bechara GH et al. 2000. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil. Journal of Medical Entomology, 37(6): 979-983.

Campos-Pereira M Labruna MB, Szabó MPJ, Klafke GM. 2008. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: biologia, controle e resistência. MedVet, São Paulo, 169p.

Campos-Pereira M, Labruna MB. 2008. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Pp. 15-55. *In:* Campos-Pereira et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus: biologia, controle e resistência*. MedVet, São Paulo.

Cançado PHD. 2008. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 65p.

Castagnolli KC, Figueiredo LB, Santana DA et al. 2003. Acquired resistance of horses to *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) ticks. *Veterinary Parasitology,* 117: 271-283.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Seca de 2010 pode influenciar a cheia na Planície Pantaneira em 2011. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/janeiro/4a-semana. Acesso em: 10 de mar. 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Diferente de 2011 nível do Rio Paraguai permanece abaixo dos 2m no Pantanal. Disponível em: http://www.cpap.embrapa.br/destaques/2012materia9.html. Acesso em: 22 de dez. 2012.

Figueiredo LTM, Badra SJ, Pereira LE, Szabó MPJ. 1999. Report on ticks collected in the Southeast and Mid-West regions of Brazil: analyzing the potential transmission of tick-borne pathogens to man. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32(6): 613-619.

Galvão MAM, da Silva LJ, Nascimento EMM et al. 2005. Rickettsial diseases in Brazil and Portugal: occurrence, distribution and diagnosis. Revista de saúde pública 39(5): 1-6.

George JE, Osburn RL, Wikel SK. 1985. Acquisition and Expression of Resistance by *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* Calves to *Amblyomma americanum* Infestation. *Journal of Parasitology*, 71(2):174-182.

González-Cerón F, Becerril-Pérez CM, Torres-Hernández G et al. 2009. Infestación natural por *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* en bovinos criollo lechero tropical durante la época de lluvias. *Agrociencia:* 43: 577-584.

Guglielmone AA, Hadani A. 1980. Hallazgos de *Amblyomma parvum* Aragão, 1908, em Catamarca y Salta. *Revista de Medicina Veterinaria*, 61 (2): 121-129.

Guglielmone AA, Hadani A. 1982. *Amblyomma* ticks found on cattle in the Northwest of Argentina. Annuales de Parasitologie, 57:91- 97.

Guglielmone AA, Mangold AJ, Aguirre DH, Gaido AB. 1990. Ecological Aspects of Four Species of Ticks Foundnon Cattle in Salta, Northwest Argentina. *Veterinary Parasitology*, 35: 93-101.

Jongejan F, Uilenberg G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*,129: S3–S14.

Kivaria FM. 2006. Estimated direct economic costs associated with tick-borne diseases on cattle in Tanzania. *Tropical Animal Health Production* 38: 291-299.

Labruna MB, Jorge RSP, Sana DA. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 36 (1-2): 149-163.

Labruna MB, Kasai N, Ferreira F et al. 2002. Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 105: 65-77.

Labruna MB. 2008. As gerações anuais. Pp. 57-63. *In*: Campos-Pereira et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus: biologia, controle e resistência*. MedVet, São Paulo.

Labruna MB, Terassini FA, Camargo LMA. 2009. Notes on Population Dynamics of *Amblyomma* Ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 95(4): 1016-1018.

Labruna MB, Soares JF, Martins TF et al. 2011. Cross-mating experiments with geographically different populations of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 54:41-49.

Lynen G, Zeman P, Bakuname C, et al. 2007. Cattle ticks of the genera *Rhipicephalus* and *Amblyomma* of economic importance in Tanzania: distribution assessed with GIS based on an extensive Weld survey. *Experimental & Applied Acarology*, 43: 303-319.

Lourival RFF, Fonseca GAB. 1997. Análise da sustentabilidade do modelo de caça tradicional no Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS. Pp. 123-172 In: C. Valladares-Padua, R.E. Bodmer, L. Cullen Jr. (Eds.), MCT-CNPq, *Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá.

Mangold AJ, Aguirre DH, Guido AB, Guglielmone AA. 1994. Seasonal variation of ticks (Ixodidae) in *Bos taurus* X *Bos indicus* cattle under rotational grazing in forested and deforested habitats in northwestern Argentina.*Veterinary Parasitology*, 54:389-395.

Martins JR, Medri IM, Oliveira CM, Guglielmone AA. 2004. Ocorrência de carrapatos em tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) na região do Pantanal Sul Mato-Grossense, Brasil. *Ciência Rural* 34(1): 293-295.

Medri IM, Martins JR, Doyle RL et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) from Yellow Armadillo, Euphractus sexcinctus (Cingulata: Dasypodidae), in Brazil's Pantanal Wetlands. *Neotropical Entomology,* 39 (5): 823-825.

Nava S, Szabó MPJ, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2008. Distribution, hosts, 16S rDNA sequences and philogenetic position of the Neotropical tick *Amblyomma parvum* (Acari, Ixodidae). *Annals of tropical medicine and parasitology*, 102: 409-425.

Nava S, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2009. La distribución anatómica de *Amblyomma neumanni* y *Amblyomma parvum* (Acari: Ixodidae) sobre sus hospedadores principales. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias* 8 (2): 11-21.

Olegário MMM, Gerardi M, Tsuruta SA, Szabó MPJ. 2011. Life cycle of the tick *Amblyomma parvum* Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae) and suitability of domestic hosts under laboratory conditions. *Veterinary Parasitology,* 179: 203-208.

Olifiers N. 2010. Life-history and disease ecology of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal. *Doctoral Dissertation*, University of Missouri. 149p.

Padovani CR, MLL Cruz & SLAG Padovani. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. Pp. 1-7 In: IV *Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*, EMBRAPA, Pantanal.

Paiva LA, Mercante MA. 2004. *Zoneamento ecológico econômico como instrumento de gestão ambiental: modelo de aplicação no Pantanal de MS.* Geografia, 13(2): 37-51.

Riek RF. 1962. Studies on the reaction of animals to infestation with ticks. VI. Resistance of cattle to infestations with the tick *Boophilus microplus*. *Australian Journal of Agriculture Research*, 13: 532-550.

Rocha FL. 2006. Áreas de uso e seleção de habitats de três espécies de carnívoros de médio porte na Fazenha Nhumirim e arredores, Pantanal da Nhecolândia, MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS. 92p.

Serra-Freire NMS. 1982. Epidemiologia de *Amblyomma cajennense*: ocorrência estacional e comportamento dos estádios não parasitários em pastagens do Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,* 5:187-193.

Solomon G, Kaaya GP. 1998. Development, reproductive capacity and survival of Amblyomma variegatum and Boophilus decoloratus in relation to host resistance and climatic factors under field conditions. *Veterinary Parasitology,* 75: 241-253.

Szabó MPJ. 2008. Imunopatologia da resistência de bovinos ao carrapato *R. (B.) microplus.* Pp. 107-126. *In:* Campos-Pereira et al. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus: biologia, controle e resistência*. MedVet, São Paulo.

Wagland BM. 1975. Host resistance to cattle tick (Boophilus microplus) in Brahman (Bos indicus) cattle. I. Responses of previously unexposed cattle to four infestations with 20,000 larvae. *Australian Journal of Agricultural Research* 26 (6): 1073-1080.

Wambura PN, Gwakisa PS, Silayo RS, Rugaimukamu EA. 1988. Breed-Associated resistance to tick infestations in *Bos indicus* and their crosses with *Bos taurus*. *Veterinary Parasitology*, 77 (1): 63-70.

Widmer CE, Azevedo FCC, Almeida AP, Ferreira F, Labruna MB. Tick-Borne Bacteria in Free-Living Jaguars (*Panthera onca*) in Pantanal, Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11 (8): 1001-1005.

Zar JH. 1989. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall International, London. 718pp.

Capítulo 4

Associação entre pequenos mamíferos não-voadores e formas imaturas de carrapatos no Pantanal da Nhecolândia

INTRODUÇÃO

De forma geral, larvas e ninfas de carrapatos frequentemente se alimentam em hospedeiros de pequeno e médio porte (Oliver 1989). Desse modo, o grupo dos pequenos mamíferos, juntamente com o das aves, tem sido considerado como importante para a manutenção de formas imaturas de carrapatos. Do ponto de vista epidemiológico, a associação de carrapatos com pequenos mamíferos pode, por vezes, colaborar para a manutenção de patógenos e até para a disseminação de doenças para os seres humanos. Um exemplo bem caracterizado envolvendo essa interação é dado pela doença de Lyme no hemisfério norte, cujo patógeno causador, *Borrelia burgdorferi*, infecta os carrapatos quando estes se alimentam em certas espécies de pequenos mamíferos (Brisson et al. 2008).

No Brasil, a associação entre espécies e tampouco o papel de pequenos mamíferos na ecoepidemiologia de doenças transmitidas por carrapatos ainda não foram devidamente elucidados. Alguns trabalhos mencionam pequenos mamíferos e seus carrapatos como portadores de espiroquetas potencialmente associadas à doença de Lyme-símile (Barros-Battesti 1998, Barros-Battesti et al. 2000). Entretanto, a principal doença transmitida por carrapatos a humanos, no Brasil, é a febre maculosa brasileira (FMB), que é causada por riquétsias veiculadas pelo carrapato *Amblyomma aureolatum* na Mata Atlântica e *A. cajennense* nas demais regiões. Nesse sentido, recentemente, Dantas-Torres et al. (2012) relataram uma grande porcentagem de pequenos mamíferos parasitados por *Amblyomma* e expostos a riquétsias, inclusive a *Rickettsia rickettsii*, um dos principais patógenos associados à FMB (Galvão et al. 2005). Diante desses achados, torna-se necessário investigar quais espécies hospedam imaturos de vetores relacionados a tais agentes patogênicos, como é caso do carrapato *A. cajennense*.

Na América do Sul, pequenos mamíferos são listados como hospedeiros importantes para imaturos de ixodídeos, inclusive para o gênero *Amblyomma* (Guglielmone & Nava 2011). Neste trabalho, entretanto, há poucos registros de associação de *A. cajennense* com esses hospedeiros. Especificamente no Brasil, alguns dos trabalhos recentes e mais relevantes sobre a ocorrência de carrapatos em pequenos roedores e marsupiais também relatam a associação

entre esses hospedeiros e várias espécies do gênero *Amblyomma* (Santos 2007; Aléssio et al. 2012; Dantas-Torres et al. 2012; Saraiva et al. 2012, Szabó et al. 2013). Todavia, poucos deles reportam a associação entre *A. cajennense* e tais pequenos mamíferos. Essa fato pode ser explicado por conta de que, excetuando-se o estudo de Saraiva et al. (2012), conduzido no bioma Cerrado, no qual em torno de 25 por cento dos espécimes foram identificados como imaturos de *A. cajennense*, os demais foram realizados em áreas cuja ocorrência desse carrapato é restrita. Dessa forma, para compreender o real papel de pequenos mamíferos para a alimentação dessa espécie, e por consequência para a ecologia da própria FMB, é necessário avaliar a associação com tais hospedeiros em áreas nas quais *A. cajennense* é abundante.

Carrapatos do gênero *Amblyomma* estão entre os mais frequentes na fauna selvagem do Pantanal brasileiro, destacando-se as espécies *A. cajennense* e *A. parvum* (Figueiredo et al. 1999, Campos Pereira et al. 2000, Martins et al. 2004, Labruna et al. 2005, Rocha 2006, Cançado 2008, Medri et al. 2010, Olifiers 2010, Widmer et al. 2011). *A. cajennense* também tem sido o mais abundante em vida livre nessa região (Cançado et al. 2008). Contudo, a maior parte dos estudos citados, conduzidos nessa região, se reporta apenas a identificação de formas adultas, existindo uma lacuna no conhecimento sobre os hospedeiros para os estágios subadultos.

O único registro que se tem para o Pantanal é de Cançado (2008), que relatou larvas e ninfas de *Amblyomma* parasitando pequenos roedores, sendo que algumas das ninfas sofreram ecdise e foram identificadas como *A. parvum* e *A. ovale*. No entanto, nenhum estudo sistematizado sobre essas relações foi conduzido e pouco se sabe sobre os hospedeiros efetivos para as formas imaturas nessa região. Uma vez que elucidar a contribuição de pequenos mamíferos no ciclo de vida desses carrapatos, e em especial de *A. cajennense*, tão abundante na área, ainda é um relevante foco de investigação no Pantanal, elaboramos as seguintes hipóteses: 1) Pequenos mamíferos não voadores no Pantanal da Nhecolândia são hospedeiros efetivos para imaturos de carrapatos do gênero *Amblyomma*, como ocorre em outras localidades e 2) Tendo em vista a escassez de registros da associação de *A. cajennense* com pequenos mamíferos, a falta de afinidade entre ambos deve se manifestar através de um

padrão de baixa infestação a despeito da alta infestação ambiental por esta espécie de carrapato.

Objetivo geral

Avaliar o papel de pequenos mamíferos não-voadores como hospedeiros para carrapatos no Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Objetivos específicos

- Descrever as espécies e estágios de carrapatos em pequenos mamíferos não-voadores no Pantanal da Nhecolândia, avaliando se há um padrão sazonal de infestação;
- Verificar quais espécies ou grupos taxonômicos de pequenos mamíferos são mais importantes como hospedeiros para os carrapatos encontrados na região;
- Caracterizar a distribuição da infestação sobre os hospedeiros individuais e sobre a população de cada espécie hospedeira;
- Comparar as espécies de carrapatos e os níveis de infestação dos hospedeiros em área com presença e ausência de gado Nelore e em formações florestais e campestres;
- Analisar a similaridade entre a infestação ambiental e a infestação dos hospedeiros, principalmente em relação à espécie *A. cajennense*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Captura de pequenos mamíferos

Pequenos mamíferos foram capturados em área com e sem gado na Fazenda Nhumirim, entre setembro de 2010 e dezembro de 2012 (descrição das áreas e campanhas no Capítulo 1). Cada campanha de captura teve duração de quatro noites consecutivas em cada área. Foram utilizadas 145 armadilhas do tipo *Sherman* iscadas com uma mistura de banana e paçoca de amendoim. O esforço de captura em cada área foi de 2.900 armadilhas.noite durante a estação seca e 1.160 durante a estação chuvosa.

Dentro de cada área, 50% das armadilhas foram dispostos em formações campestres e 50% em formações florestais, em transectos lineares nos quais foi montada uma estação de captura a cada 20m, cada uma composta por duas armadilhas opostas em cada lado da trilha. As armadilhas foram vistoriadas e a isca foi reposta todas as manhãs. Os animais capturados foram sedados com Cloridrato de Cetamina 1,0% (Araújo 2010) para realização dos procedimentos de biometria, pesagem, marcação, coleta de carrapatos e sangue[1]. Após esses procedimentos, os animais foram acomodados individualmente em sacos de algodão até o completo retorno do sedativo e em seguida, liberados no mesmo local em que foram capturados. Espécimes testemunho estão depositados na Coleção Científica de Mamíferos do Museu da Biodiversidade do Cerrado, na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais. A captura dos pequenos mamíferos foi autorizada pelo Ministério do Meio Ambiente (SISBIO 24425-1).

Coleta e identificação de carrapatos

Cada hospedeiro capturado foi colocado sobre uma superfície clara e vistoriado por completo com auxílio de uma pinça. Os carrapatos encontrados foram acondicionados em potes contendo álcool isopropílico, indicando a região do corpo do hospedeiro na qual estavam fixados. Dentre as regiões delimitadas, apenas aquelas com carrapatos foram analisadas. Todos os carrapatos encontrados foram coletados, e aqueles que apresentavam estado

[1] Para estudos sorológicos de *Rickettsia* sp. (dados não apresentados).

avançado de ingurgitamento foram individualizados em potes com tampa perfurada colocada sobre papel toalha para permitir a ecdise. Em laboratório, tais potes foram mantidos dentro de dessecadores contendo solução saturada de cloreto de potássio em estufas BOD a 27ºC.

A identificação de adultos e ninfas foi feita com auxílio de chaves dicotômicas (Aragão e Fonseca 1961, Jones et al. 1972, Onofrio et al. 2006, Martins et al. 2010) e comparação com coleção de referência (Laboratório de Ixodologia da Universidade Federal de Uberlândia). As larvas foram fixadas em álcool isopropílico e foram identificadas em nível genérico.

Análises

A infestação de cada espécie hospedeira e sua relação com a infestação ambiental foi analisada como citado no Capítulo 2. Os parâmetros foram avaliados levando em consideração o tipo de ambiente de captura do hospedeiro (áreas com e sem gado e formações florestais e campestres). Infestações nos hospedeiros nos diferentes ambientes foram comparadas por Análise de Variância de dois fatores, tendo tipo de área e formação como variáveis independentes. Diferenças interanuais foram testadas por *Kruskal-Wallis* e entre estações por *Mann-Whitney* (Zar 1989). A prevalência e a intensidade mediana de infestação foram comparadas entre as espécies de pequenos mamíferos, respectivamente pelo Teste Exato de Fisher e pelo Teste de Medianas de Mood (Reiczigel & Rózsa 2005).

RESULTADOS

Ao todo foram capturados 168 pequenos mamíferos não voadores correspondentes a 149 indivíduos. Destes, 113 capturas ocorreram na estação seca e 55 na estação chuvosa. As cinco espécies capturadas foram *Clyomys laticeps* (n=51) e *Thrichomys pachyurus* (n=36) (Rodentia, Echimyidae), *Oecomys mamorae* (n= 32) (Rodentia, Cricetidae), *Monodelphis domestica* (n=48) e *Thylamys macrurus* (n=1) (Didelphimorphia, Didelphidae) (Figura 1). Nestes foram coletados 2.024 larvas ou ninfas de carrapatos do gênero *Amblyomma* e nenhum adulto. Dentre estes foram identificadas as espécies *A. parvum* (98,7% do total), *A. cajennense* (1,04% do total), *A. ovale* (0,25% do total) e *A. triste* (01 espécime). Todas as larvas coletadas em maior grau de ingurgitamento sofreram ecdise para ninfas de *A. parvum*. Como apenas um exemplar do hospedeiro *T. macrurus* foi capturado e não estava infestado, este não foi incluído nas análises.

A prevalência em *M. domestica* foi menor em relação aos roedores na seca, e na estação chuvosa, a prevalência nos equimídeos foi maior que nas demais espécies (para ambos os casos, $p<0,001$). Já a intensidade mediana de infestação foi maior nos equimídeos na seca ($p<0,001$) e, na chuva, não houve diferença significativa entre as espécies ($p>0,05$) (Figura 2). As prevalências e as intensidades medianas, juntamente com os demais parâmetros descritivos dos níveis de infestação de cada espécie hospedeira, estão apresentadas adiante.

Figura 1. Espécies de pequenos mamíferos capturadas na Fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, MS. A. *Thrichomys pachyurus.* B. *Clyomys laticeps*. C*. Oecomys mamorae.* D. *Monodelphis domestica*. E. *Thylamys macrurus.*

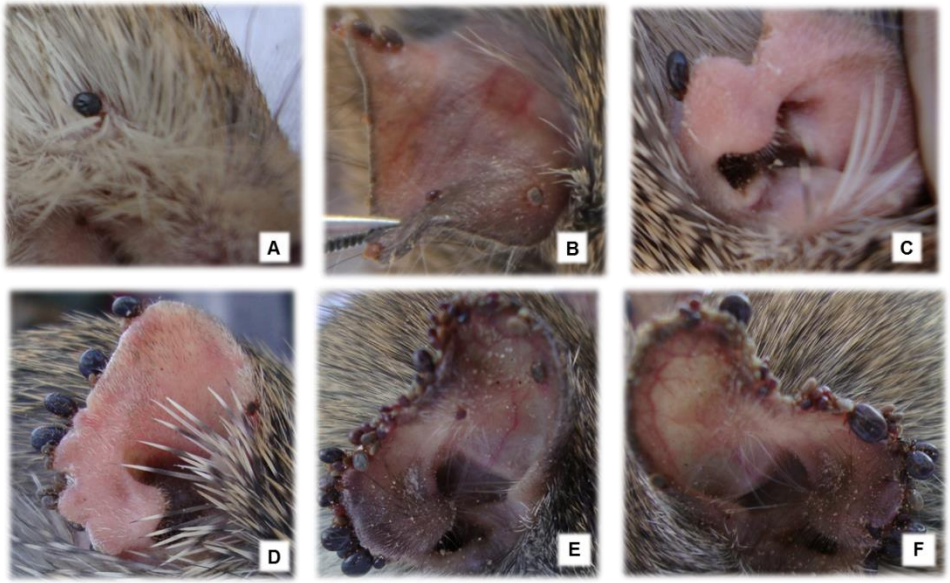


Figura 2. Pequenos mamíferos infestados por larvas e ninfas de carrapatos no Pantanal da Nhecolândia, MS. A-C. Infestação durante estação chuvosa. D-F. Infestação durante estação seca.

Monodelphis domestica (Marsupialia, Didelphimorphia, Didelphidae)

Em *M. domestica,* houve predomínio de larvas de *Amblyomma* spp. (88,5% do total de carrapatos na amostra), mas também foram coletadas ninfas das espécies *A. parvum* (6,9%) e *A. cajennense* (4,5%). O número de carrapatos por hospedeiro foi relativamente baixo nas duas estações (Tabela 1), tanto nas duas formações vegetais quanto nas áreas com e sem gado (Tabela 2). A infestação foi similar entre estação seca e chuvosa (U=146,00; p>0,05) (Figura 3) e não variou entre os anos de estudo (H=4,841; p>0,05). Não houve interação entre o tipo de formação vegetal e a área em que o hospedeiro foi capturado (F=0,036; p>0,05), e também não houve diferença entre as infestações de hospedeiros capturados em formações florestais e campestres (F=0,062; p>0,05) e em área com e sem gado (F=0,137; p>0,05) (Figura 3).

Com exceção de *k*, os índices de agregação indicaram tendência à distribuição não uniforme dos carrapatos sobre a amostra de *M. domestica* em ambas as estações (seca: D=0,729; ID=49,44; *k*=0,184 e p>0,05; chuvosa: D=0,714; ID=2.325; *k*[2]). No entanto, como não houve diferença entre estações, o índice de discrepância foi calculado também para o período todo e indicou que, tanto para o total de carrapatos (D=0,832) quanto para cada estágio e espécie (D_{larvas}=0,819; $D_{ninfas\ (A.\ parvum)}$=0,850; $D_{ninfas\ (A.\ cajennense)}$=0,925), a distribuição dos carrapatos sobre a população hospedeira tende a ser agregada. Em relação aos sítios de fixação sobre o marsupial, um maior número de carrapatos foi encontrado nos membros em relação às demais regiões anatômicas (H=28,866; p<0,001) (Tabela 3, Figura 4). Também não houve correlação entre a infestação e a superfície corporal dos hospedeiros ($r_{S(número\ de\ carrapatos)}$=0,325; $r_{S(densidade)}$=0,269; p<0,05) (Tabela 4, Figura 5).

[2] Os dados foram insuficientes para cálculo de *k.*

Tabela 1. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Monodelphis domestica* durante o período total (T) de estudo (n=47) e durante as estações seca (S) (2010 a 2012) (n=35) e chuvosa (C) (2011-2012 e 2012-2013) (n=12) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Estágio/ Espécie		Total na amostra (mínimo-máximo)			Mediana (1º-3º quartil)			Prevalência (%)			Intensidade média		
		T	S	C	T	S	C	T	S	C	T	S	C
Larvas de *Amblyomma* sp.	ni	218,00 (0,00-77,00)	213,00 (0,00-77,00)	5,00 (0,00-4,00)	0,00[a] (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-2,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	25,53	28,00	16,67	18,17	21,30	2,50
	ing	76,00 (0,00-22,00)	75,00 (0,00-22,00)	1,00 (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-0,75)	0,00[a] (0,00-3,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	25,53	31,4	8,33	6,33	6,82	1,00
	Total	294,00 (0,00-91,00)	288,00 (0,00-91,00)	6,00 (0,00-4,00)	0,00[a] (0,00-3,75)	0,00[a] (0,00-6,50)	0,00[a] (0,00-0,25)	36,20	40,00	25,00	17,29	20,57	2,00
Ninfas de *A. parvum*	ni	15,00 (0,00-5,00)	14,00 (0,00-5,00)	1,00 (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	17,02	20,00	8,33	1,87	2,00	1,00
	ing	8,00 (0,00-5,00)	8,00 (0,00-5,00)	-	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	-	8,51	11,40	-	2,00	2,00	-
	Total	23,00 (0,00-6,00)	22,00 (0,00-6,00)	1,00 (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,50)	0,00[a] (0,00-0,00)	21,27	25,70	8,33	2,30	2,44	1,00
Ninfas de *A.cajennense*	ni	12,00 (0,00-6,00)	12,00 (0,00-6,00)	-	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	-	10,64	14,30	-	2,40	2,40	-
	ing	3,00 (0,00-3,00)	3,00 (0,00-3,00)	-	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	-	2,13	2,86	-	13,00	13,00	-
	Total	15,00 (0,00-9,00)	15,00 (0,00-9,00)	-	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	-	10,64	14,30	-	1,00	3,00	-
Total de carrapatos		332,00 (0,00-106,00)	325,00 (0,00-106,00)	7,00 (0,00-4,00)	0,00[a] (0,00-4,75)	0,00[a] (0,00-7,50)	0,00[a] (0,00-1,00)	46,80	51,43	33,33	15,09	18,05	2,00

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre as estações.

Tabela 2. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Monodelphis domestica* (N=47) capturados em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

	Formação vegetal		Área	
	Campestre N=25	Florestal N=22	Sem gado N=15	Com gado N=32
Total na amostra	140,00	192,00	21,00	311,00
(mínimo-máximo)	(0,00-67,00)	(0,00-106,00)	(0,00-9,00)	(0,00-106,00)
Mediana	0,00[a]	1,00[a]	0,00[a]	1,00[a]
(1º-3º quartil)	(0,00-4,25)	(0,00-5,00)	(0,00-1,75)	(0,00-7,50)
Prevalência (%)	40,00	54,54	33,33	53,12
Intensidade média	14,00	16,00	4,20	18,29

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as ambientes.

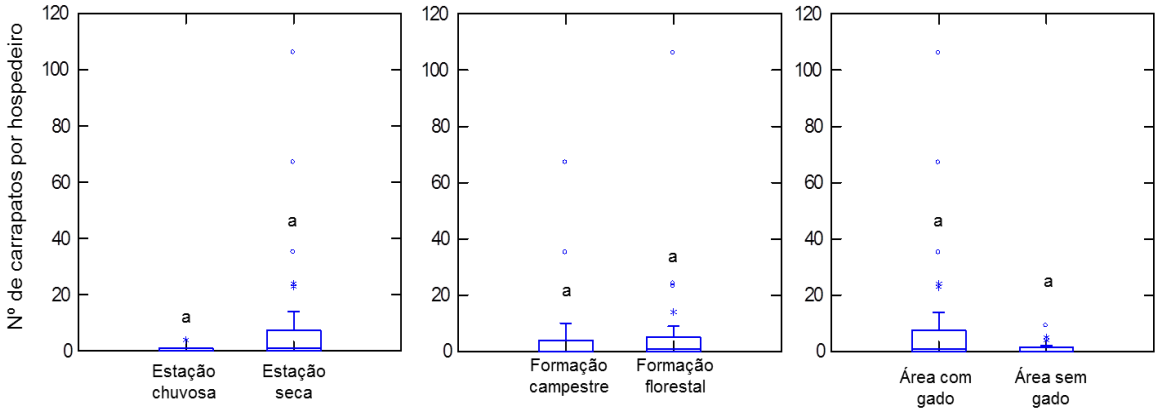


Figura 3. Infestação (medianas) por carrapatos do gênero *Amblyomma* em *Monodelphis domestica* capturados em diferentes áreas, formações vegetais e estações no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os pares comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 3. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em *Monodelphis domestica* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Região do corpo	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (mínimo-máximo)
Abdômen	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 – 2,00)
Cabeça	0,00[a] (0,00 – 0,00)	5,00 (0,00 – 3,00)
Cauda	1,00[ab] (0,00 – 5,00)	54,00 (0,00 – 21,00)
Cloaca	0,00[a] (0,00 – 0,00)	31,00 (0,00 – 15,00)
Membros	2,00[b] (0,00 – 9,50)	150,00 (0,00 – 46,00)
Orelha	0,00[a] (0,00 – 1,00)	15,00 (0,00 – 4,00)
Tórax	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 – 1,00)
Testículo	0,00[ab] (0,00 – 4,00)	71,00 (0,00 – 26,00)

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo.

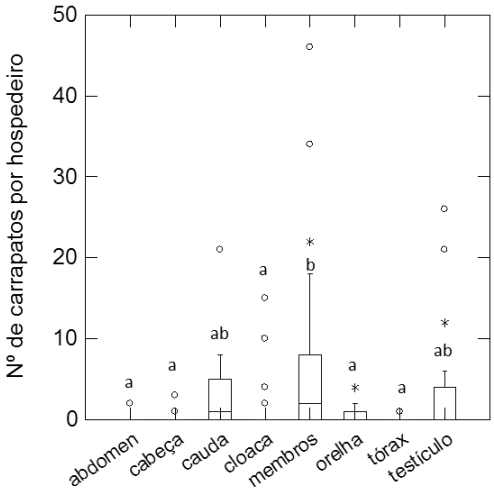


Figura 4. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* nas regiões do corpo de *Monodelphis domestica* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 4. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em *Monodelphis domestica* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	0,015 ± 0,004	0,014 (0,012 – 0,019)	0,008 – 0,021
Peso do hospedeiro (g)	68,244 ± 25,253	61,00 (49,75 – 94,25)	27,00 – 115,00
Densidade de carrapatos	508,90 ± 1180,60	49,29 (0,00 – 401,26)	0,000– 5343,50

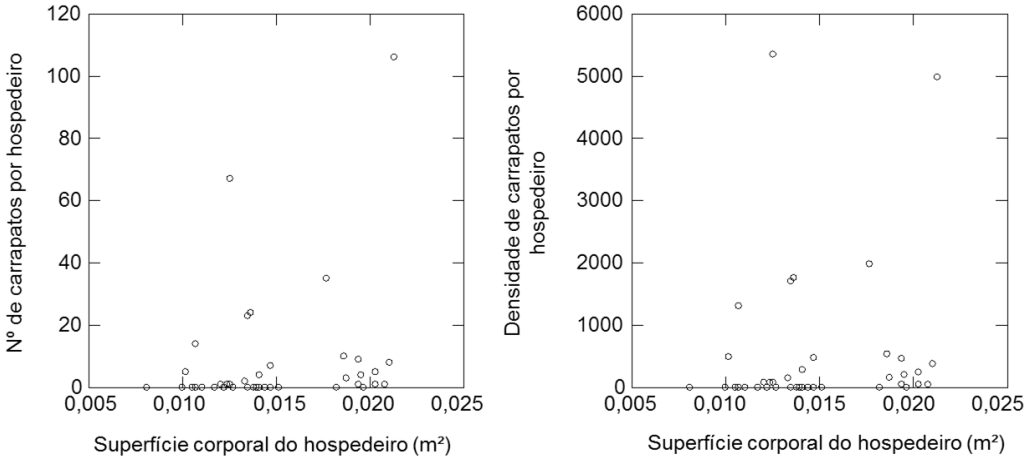


Figura 5. Número e densidade de carrapatos (indivíduos/m²) em fase parasitária em relação à superfície corporal de *Monodelphis domestica* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Oecomys mamorae (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae)

O. mamorae estava infestado por *A. parvum* (n=15) e *A. ovale* (02), além de larvas de *Amblyomma* sp. (09). De forma geral, a infestação foi maior durante a estação seca (U=28,50; p<0,001) (Tabela 4, Figura 6) e não sofreu variação interanual (U_{seca}=13,00; $U_{chuvosa}$=12,00; p>0,05 em ambos os casos). Tipo de área e formação vegetal não exerceram efeito conjunto sobre as infestações (F_{seca}=0,865; $F_{chuvosa}$=0,055; p>0,05 para ambos os casos). Também não houve diferença no número de carrapatos por hospedeiro entre áreas com e sem gado (F_{seca}=0,865; $F_{chuvosa}$=0,055; p>0,05 para ambos os casos) e entre formações campestres e florestais (F_{seca}=0,018; $F_{chuvosa}$=0,884; p>0,05 para ambos os casos) (Tabela 5, Figura 7).

As medidas de agregação não foram coincidentes, mas os índices de discrepância (D) indicaram que, na estação seca, os carrapatos tendem a uma distribuição mais homogênea sobre a população hospedeira (ID= 1,495; *k*=6,415 e p>0,015; D=0,380), enquanto na estação chuvosa, a distribuição tende a ser agregada (ID= 2,487; *k*[3]; D=0,830). Nos hospedeiros individuais, a infestação se concentrou nas orelhas (H=16,372; p<0,05) (Tabela 6, Figura 8). Nas duas estações, a superfície total do corpo do hospedeiro não apresentou correlação com o número (r_{Sseca}= - 0,213; $r_{Schuvosa}$=0,073; p>0,05 para ambos os casos) ou a densidade de carrapatos (r_{Sseca}= - 0,430; $r_{Schuvosa}$=0,051; p>0,05 para ambos os casos) (Tabela 7, Figura 9).

[3] Os dados foram insuficientes para cálculo de *k*.

Tabela 4. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Oecomys mamorae* durante as estações seca (S) (2010 a 2012) (n=10) e chuvosa (C) (2011-2012 e 2012-2013) (n=21) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

		Total na amostra (mínimo-máximo)		Mediana (1º-3º quartil)		Prevalência (%)		Intensidade média	
		S	C	S	C	S	C	S	C
Larvas de *Amblyomma* sp.	ni	7,00 (0,00-3,00)	2,00 (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	40,00	10,00	1,75	1,00
	ing	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	7,00 (0,00-3,00)	2,00 (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-1,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	40,00	10,00	1,75	1,00
Ninfas de *A. parvum*	ni	9,00 (0,00-3,00)	1,00 (0,00-1,00)	1,00[a] (0,25-1,00)	0,00[b] (0,00-0,00)	70,00	5,00	1,29	1,00
	ing	6,00 (0,00-5,00)	-	0,00 (0,00-0,00)	-	20,00	-	3,00	-
	Total	15,00 (0,00-6,00)	1,00 (0,00-1,00)	1,00[a] (0,25-1,00)	0,00[b] (0,00-0,00)	70,00	5,00	2,14	1,00
Total de carrapatos		22,00 (0,00-6,00)	8,00 (0,00-4,00)	1,50[a] (1,00-3,00)	0,00[b] (0,00-1,00)	90,00	19,00	2,44	2,00

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre as estações.

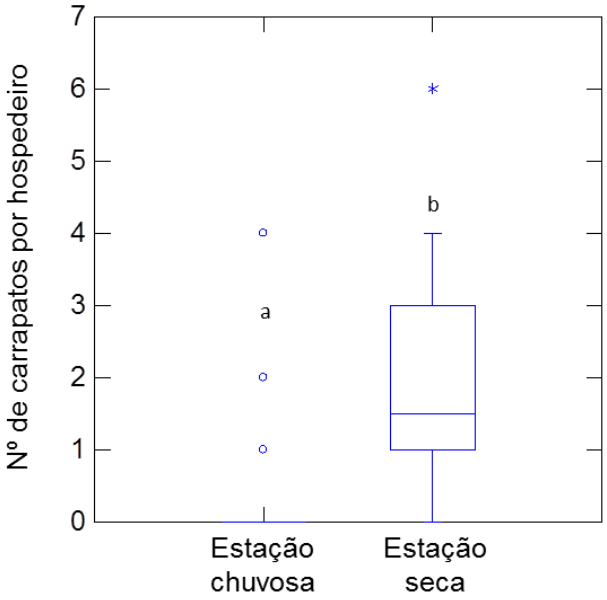


Figura 8. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* em *Oecomys mamorae* durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as estações. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 5. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Oecomys mamorae* (N=31) capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

	Área		Formação	
	Sem gado	Com gado	Campestre	Floresta
Estação seca	(N=4)	(N=6)	(N=5)	(N=5)
Total (mínimo-máximo)	6,00 (1,00-3,00)	16,00 (0,00-6,00)	10,00 (0,00-4,00)	12,00 (1,00-6,00)
Mediana (1º-3º quartil)	1,00[a] (1,00-2,00)	2,50[a] (1,00-4,00)	2,00[a] (0,75-3,25)	0,00[a] (1,00-3,75)
Prevalência (%)	100,00	83,33	80,00	100,00
Intensidade média	1,50	3,20	2,50	2,40
Estação chuvosa	(N=10)	(N=11)	(N=5)	(N=16)
Total (mínimo-máximo)	5,00 (0,00-4,00)	3,00 (0,00-2,00)	-	8,00 (0,00-4,00)
Média ± desvio-padrão	0,50±1,27	0,27±0,65	-	0,50±1,09
Mediana (1º-3º quartil)	0,00[a] (0,00-0,00)	0,00[a] (0,00-0,00)	-	0,00[a] (0,00-0,50)
Prevalência (%)	20,00	18,18	0,00	25,00
Intensidade média	2,50	1,50	-	2,00

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados.

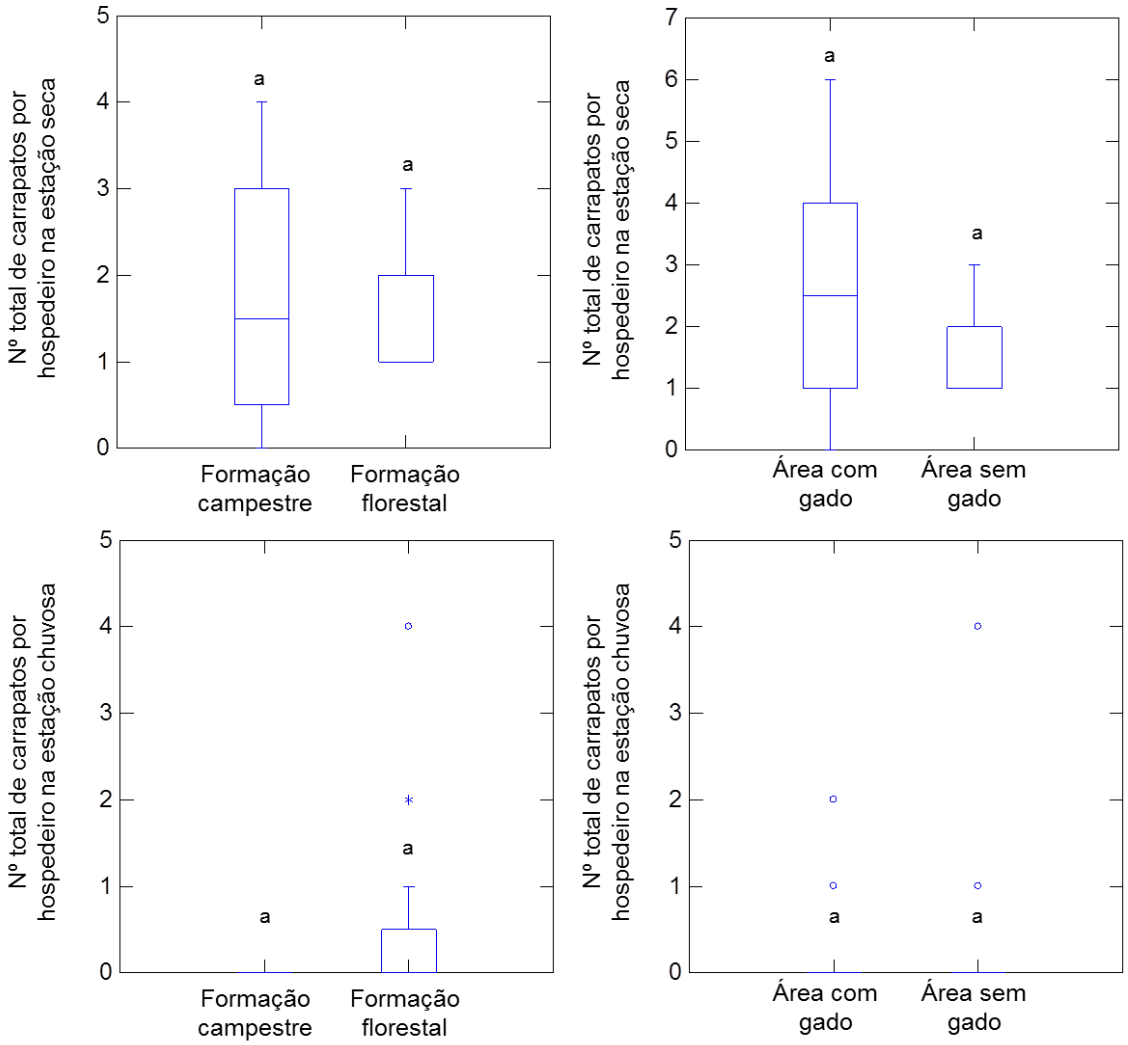


Figura 7. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* em *Oecomys mamorae* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os ambientes comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 6. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em *Oecomys mamorae* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Região do corpo	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (mínimo-máximo)
Abdômen	0,00[a] (0,00 – 0,00)	4,00 (0,00 – 4,00)
Cabeça	0,00[a] (0,00 – 0,00)	3,00 (0,00 – 2,00)
Cauda	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 –1,00)
Dorso	0,00[a] (0,00 – 0,00)	1,00 (0,00 – 1,00)
Orelha	1,00[b] (0,25 – 2,50)	17,00 (0,00 – 6,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo. Devido à baixa prevalência na estação chuvosa, os dados foram apresentados sem distinção de estações.

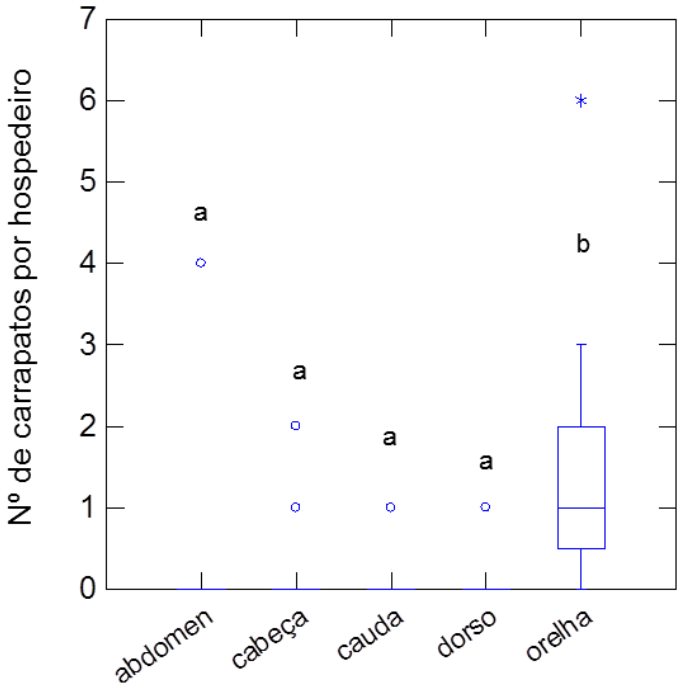


Figura 8. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* nas regiões do corpo de *Oecomys mamorae* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 7. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em *Oecomys mamorae* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

	Estação	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	Seca	0,014 ± 0,003	0,014 (0,012 – 0,015)	0,010 – 0,019
	Chuvosa	0,016 ± 0,003	0,017 (0,013 – 0,018)	0,011 – 0,020
Peso do hospedeiro (g)	Seca	63,10 ± 19,57	58,5 (49,00 – 71,00)	36,00 – 100,00
	Chuvosa	74,74 ± 20,09	81,00 (57, 25 –89,00)	41,00 – 105,00
Densidade de carrapatos	Seca	165,68± 148,60	125,97 (55,33 – 248,93)	0,00 – 504,76
	Chuvosa	13,56 ± 34,05	0,00 (0,00 – 0,00)	0,00 – 116,79

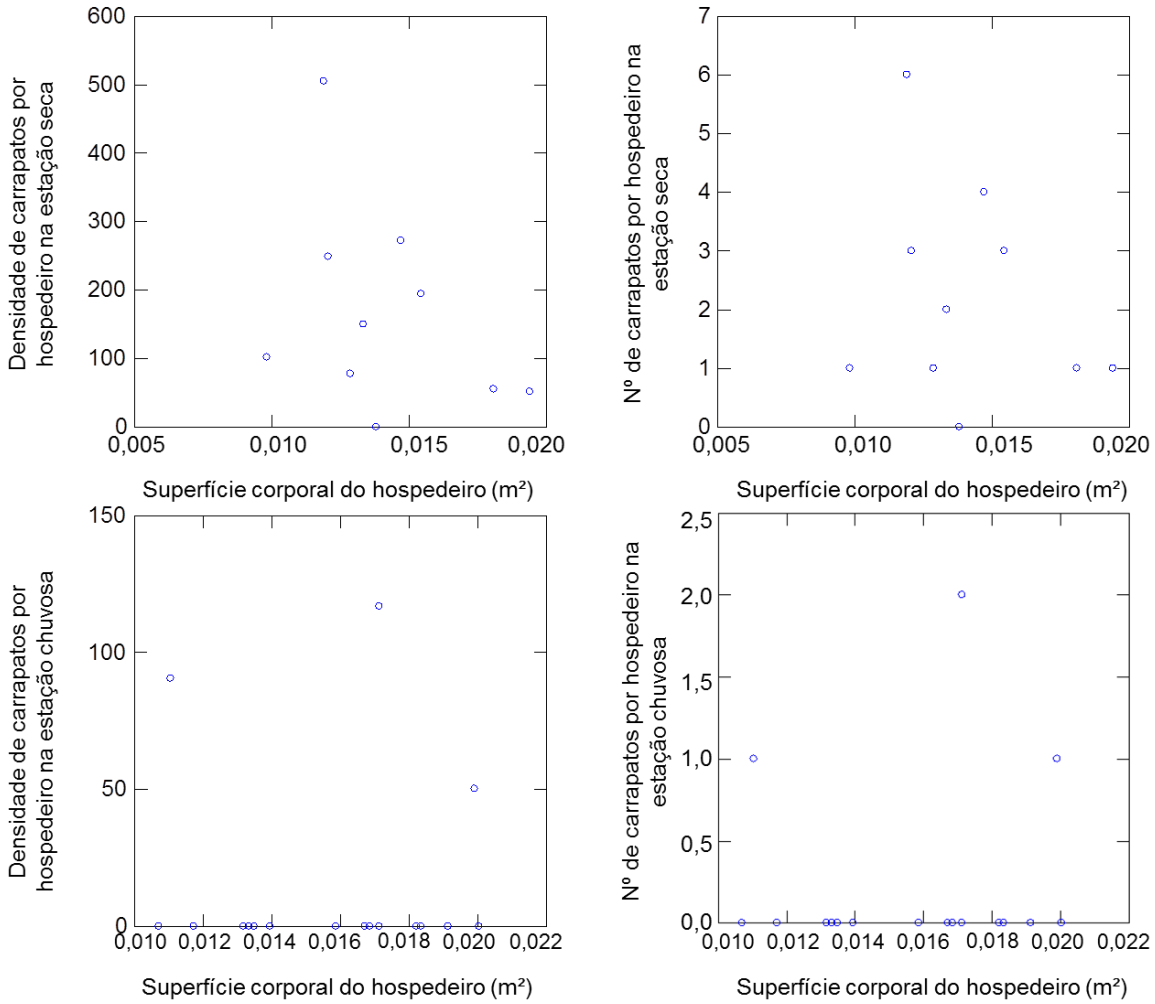


Figura 9. Número e densidade de carrapatos (indivíduos/m²) em fase parasitária em relação à superfície corporal de *Oecomys mamorae* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Clyomys laticeps (Rodentia, Echimyidae)

Para o roedor *Clyomys laticeps*, dos animais capturados na estação chuvosa (n=07), quatro estavam predados e sem possibilidade de avaliação da infestação. Dentre os três analisados, apenas dois estavam infestados, um por uma ninfa ingurgitada e o outro por uma ninfa não ingurgitada de *A. parvum*. Assim, devido ao baixo número amostral na estação chuvosa, as análises que se seguem se referem apenas à estação seca.

Na estação seca, os roedores foram parasitados por larvas de *Amblyomma* sp. (n=362) e por ninfas de *A. parvum* (397) e *A. triste* (01) (Tabela 8). Não houve efeito conjunto do tipo de área e de formação vegetal sobre as infestações (F=0,967; p>0,05). Os animais capturados nas áreas sem gado apresentaram níveis de infestação semelhante àqueles capturados na área com gado (F=1,370; p>0,05), assim como as infestações nas formações florestais foram semelhantes às das formações campestres (F=1,037; p>0,05) (Tabela 9, Figura 10). De forma geral, não houve diferença no número de carrapatos por hospedeiro entre os anos de estudo ($H_{\text{Larvas não ingurgitadas}}$=5,902; $H_{\text{Larvas ingurgitadas}}$=4,470; $H_{\text{Ninfas não ingurgitadas}}$=4,297; $H_{\text{Ninfas ingurgitadas}}$=0,717; $H_{\text{Total de ninfas}}$= 0,753; $H_{\text{Total de carrapatos}}$=3,00; p>0,05 para todos os casos), exceto para o total de larvas, que não ocorreram no ano de 2010 ($H_{\text{Total de larvas}}$=6,61; p<0,05).

As medidas de agregação, principalmente os índices *k* e ID, indicaram que a distribuição de carrapatos na amostra de *C. laticeps* tende a ser agregada (ID=52,626; D=0,588; *k*=0,754 e p>0,05). O índice de discrepância indicou uma tendência maior no caso das larvas de *Amblyomma* sp. (D_{larvas}=0,792; D_{Ninfas}=0,603). O número de carrapatos na região da orelha foi similar à região da cabeça$_{(p1)}$ e maior que das demais$_{(p2)}$, enquanto a infestação na cabeça, membros, abdômen e ânus foi semelhante$_{(p3)}$ (H=82,142; p_1<0,01; $p_{2,3}$>0,05) (Tabela 10, Figura 11). a superfície corporal do hospedeiro não se correlacionou com a densidade (r_s= - 0,237; p>0,05) ou o número de carrapatos (r_s=0,23; p>0,05) (Tabela 11, Figura 12).

Tabela 8. Número de carrapatos coletado no período total de estudo em *Clyomys laticeps* durante a estação seca (2010 a 2012) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Estágio	Mediana (1º-3ºquartil)	Total (mínimo-máximo)
Larvas ingurgitadas de *Amblyomma*	0,00 (0,00-1,50)	61,00 (0,00 -30,00)
Total de larvas de *Amblyomma*	1,00 (0,00-10,5)	362,00 (0,00 -148,00)
Ninfas ingurgitadas de *A. parvum*	3,50 (0,00 -11,00)	301,00 (0,00 -97,00)
Total de ninfas de *A. parvum*	6,50 (2,00 -16,00)	397,00 (0,00-97,00)
Total de carrapatos	12,50 (3,00-26,50)	750,00 (0,00-179,00)

Tabela 9. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Clyomys laticeps* capturados durante a estação seca (2010 a 2012) em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

	Área		Formação	
	Área sem gado (N=14)	Área com gado (N=15)	Campestre (N=16)	Floresta (N=13)
Total (mínimo-máximo)	219,00 (0,00-60,00)	529,00 (0,00-179,00)	264,00 (0,00-60,00)	484,00 (0,00-179,00)
Mediana (1º-3º quartil)	11,50[a] (3,00-21,00)	24,00[a] (7,75-30,00)	11,50[a] (3,00-22,50)	25,00[a] (9,50-30,50)
Prevalência (%)	92,86	83,33	93,95	92,31
Intensidade média	16,84	37,78	17,60	40,33

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados.

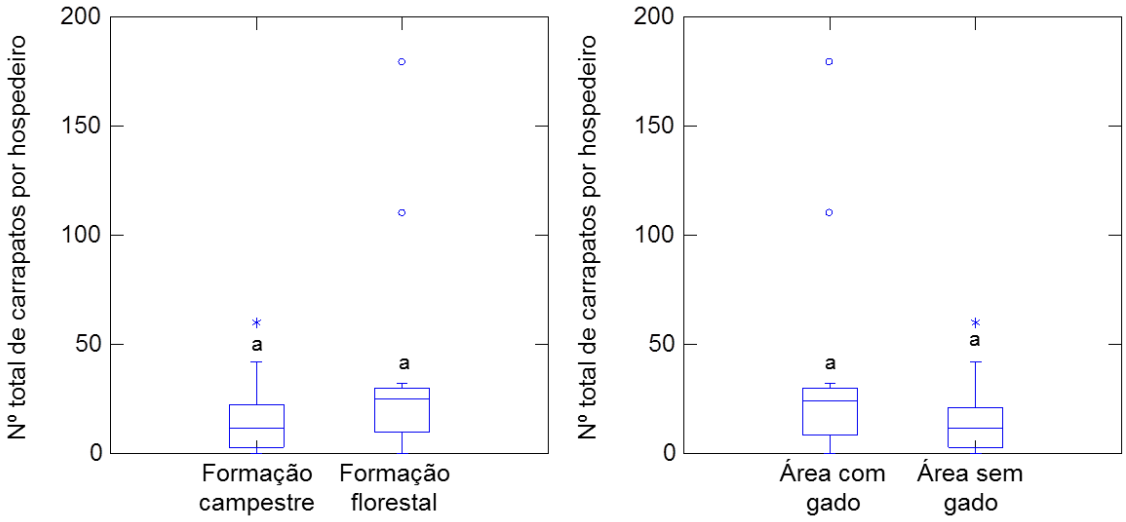


Figura 10. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* em *Clyomys laticeps* capturados em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 10. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em *Clyomys laticeps* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Região do corpo	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (mínimo-máximo)
Abdômen	0,00[a] (0,00 – 0,00)	4,00 (0,00 – 4,00)
Cabeça	0,00[a] (0,00 – 0,00)	3,00 (0,00 – 2,00)
Cauda	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 –1,00)
Dorso	0,00[a] (0,00 – 0,00)	1,00 (0,00 – 1,00)
Orelha	1,00[b] (0,25 – 2,50)	17,00 (0,00 – 6,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo.

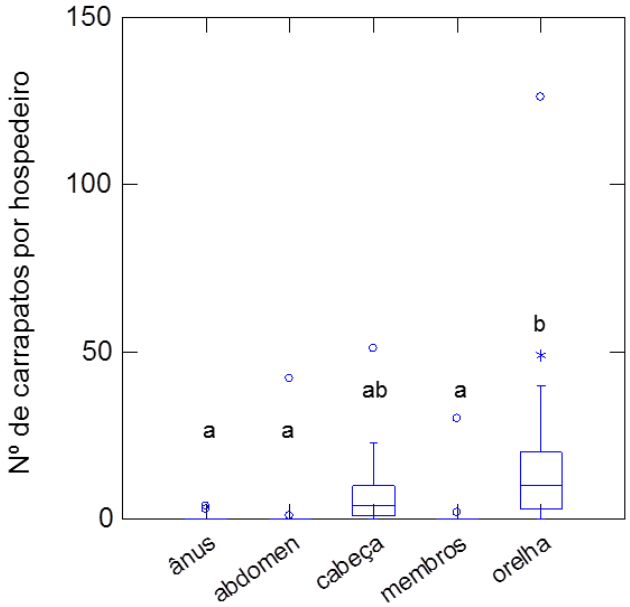


Figura 11. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* nas regiões do corpo de *Clyomys laticeps* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 11. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em *Clyomys laticeps* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	0,025 ± 0,007	0,027 (0,021 – 0,028)	0,006 – 0,034
Peso do hospedeiro (g)	147,345 ± 54,86	160,00 (113,5 – 176,50)	160,00 – 234,00
Densidade de carrapatos	1118,85 ± 1485,27	684,34 (243,19 – 1101,14)	0,00 – 7013,89

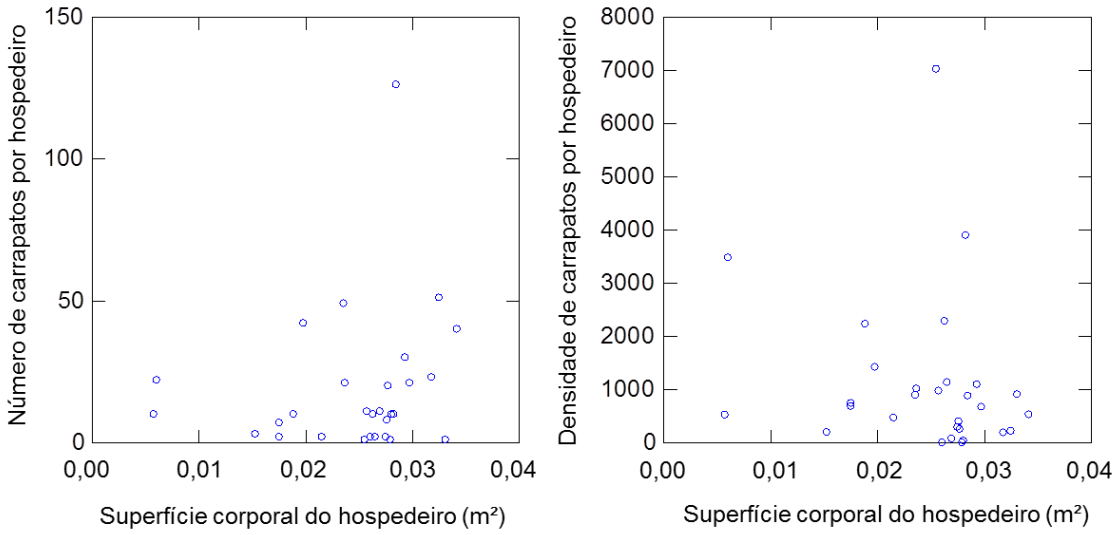


Figura 12. Número e densidade de carrapatos (indivíduos/m²) em fase parasitária em relação à superfície corporal de *Clyomys laticeps* capturado no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Thrichomys pachyurus **(Rodentia, Echimyidae)**

Em *T. pachyurus* foram encontradas larvas de *Amblyomma* sp. (n=559) e ninfas das espécies *A. parvum* (345), *A. cajennense* (06) e *A. ovale* (03). Durante a estação seca, a infestação foi mais alta que na estação chuvosa ($U_{larvas\ ingurgitadas}$=38,5; $U_{total\ de\ larvas}$=23,5; $U_{ninfas\ ingurgitadas\ (A.\ parvum)}$=22,5; $U_{total\ ninfas\ (A.\ parvum)}$=9,00; $U_{total\ carrapatos}$=9,00; p<0,05 para todos os casos) (Tabela 12, Figura 13), e não houve variação interanual no número de carrapatos por hospedeiro em nenhuma das estações. As infestações não variaram em função das formações ou tipos de área de captura dos hospedeiros durante a estação chuvosa ($F_{interação}$=1,244; $F_{formações}$=0,486; $F_{áreas}$=0,682; p>0,05 para todos os casos), mas durante a estação seca, indivíduos capturados em áreas com gado apresentaram maior número de carrapatos que aqueles de área sem gado ($F_{interação}$=0,146; p>0,05; $F_{formações}$=0,152; p>0,05; $F_{áreas}$=4,863; p<0,05) (Tabela 13, Figura 14).

Para o total de carrapatos, os índices não indicaram similaridade com um padrão uniforme de infestação, com exceção do índice de discrepância (D), que não indicou tendências (seca: ID=50,246; *k*=1,412 e p>0,05; D=0,427; chuvosa: ID=9,563; *k*=0,788 e p>0,05; D=0,519). O mesmo ocorreu com o índice de discrepância quando calculado para larvas e ninfas separadamente

(estação chuvosa: D_{larvas}=0,635; D_{ninfas}=0,492; seca: D_{larvas}=0,489; D_{ninfas}=0,423). Em ambas as estações, a orelha foi a região anatômica mais acometida por carrapatos (H_{seca}=21,344; $H_{chuvosa}$=21,905; p<0,001 para ambos os casos) (Tabela 14, Figura 15) e não houve correlação entre a superfície corporal dos hospedeiros e a infestação (número de carrapatos: r_{Sseca}=0,296; $r_{Schuvosa}$=0,055; densidade de carrapatos: r_{Sseca}= - 0,05; $r_{Schuvosa}$=0,064; p>0,05 para todos os casos) (Tabela 15, Figura 16).

Tabela 12. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Thrichomys pachyurus* durante as estações seca (S) (2010 a 2012) (n=16) e chuvosa (C) (2011-2012 e 2012-2013) (n=11) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Estágio / espécie	Total na amostra (mínimo-máximo)		Mediana (1º-3º quartil)		Prevalência (%)		Intensidade média	
	S	C	S	C	S	C	S	C
Larvas de *Amblyomma* sp.								
Ing	163,0 (0,0-54,0)	29,0 (0,0-17,0)	7,0[a] (2,0-13,5)	1,0[b] (0,0-2,0)	87,5	54,5	11,6	4,8
Total	512,0 (0,0-151,0)	47,0 (0,0-18,0)	24,0[a] (10,5-29,0)	1,0[b] (0,0-5,2)	93,7	63,6	34,1	6,7
Ninfas de *A. parvum*								
Ing	174,0 (0,0-41,0)	11,0 (0,0-6,0)	5,5[a] (4,0-8,0)	0,0[b] (0,0-1,0)	87,5	36,4	12,4	2,7
Total	325,0 (1,0-70,0)	20,0 (0,0-7,0)	15,5[a] (7,5-19,5)	1,0[b] (0,2-2,7)	100,0	72,7	20,3	2,5
Total de carrapatos	844,0 (5,0-211,0)	70,0 (0,0-23,0)	40,0[a] (24,5-65,5)	4,0[b] (1,2-6,0)	100,0	81,8	52,7	7,8

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as estações.

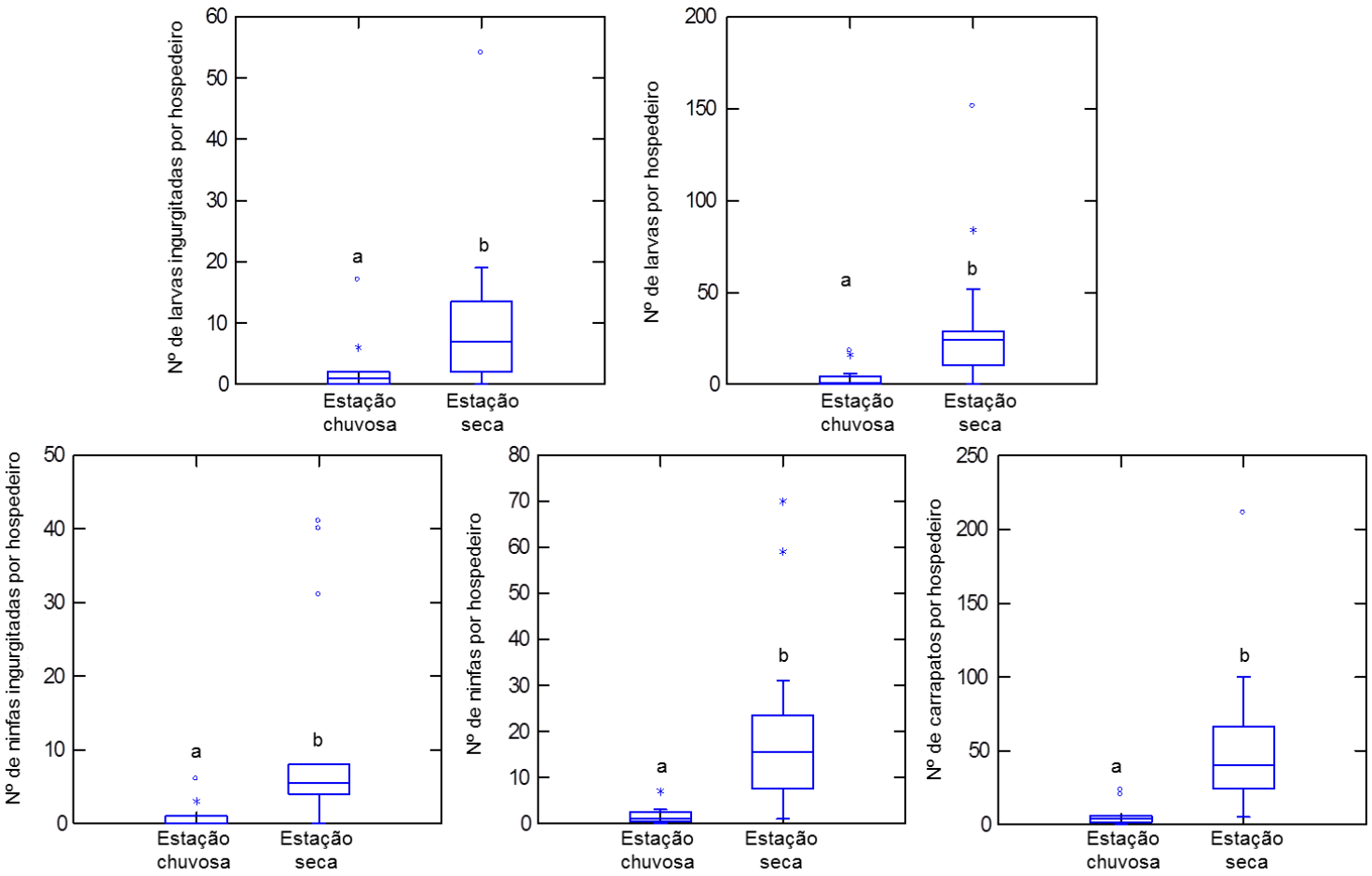


Figura 13. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* em *Thrichomys pachyurus* capturados em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa ($p<0,05$) entre os ambientes comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 13. Parâmetros de infestação por carrapatos em *Thrichomys pachyurus* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS)

	Área				Formação			
	Sem gado		Com gado		Campestre		Florestal	
Estação	S	C	S	C	S	C	S	C
Nº de hospedeiros	(N=7)	(N=5)	(N=9)	(N=6)	(N=5)	(N=3)	(N=11)	(N=8)
Total	141,0	11,0	703,0	59,0	180,0	9,0	644,0	61,0
mínimo	5,0	0,0	32,0	2,0	5,0	1,0	8,0	0,0
máximo	43,0	6,0	211,0	23,0	99,0	6,0	211,0	23,0
Mediana	22,0[a]	1,0[a]	49,0[b]	5,0[a]	27,0[a]	2,0[a]	44,0[a]	4,0[a]
1º quartil	8,2	0,0	42,2	4,0	17,7	1,2	33,2	2,0
3º quartil	27,0	4,5	99,2	20,0	45,0	-5,0	75,2	13,0
Prevalência (%)	100,0	60,0	100,0	100,0	100,0	75,0	100,0	100,0
Intensidade média	20,1	3,7	78,1	5,4	36,0	7,6	58,5	3,0

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados.

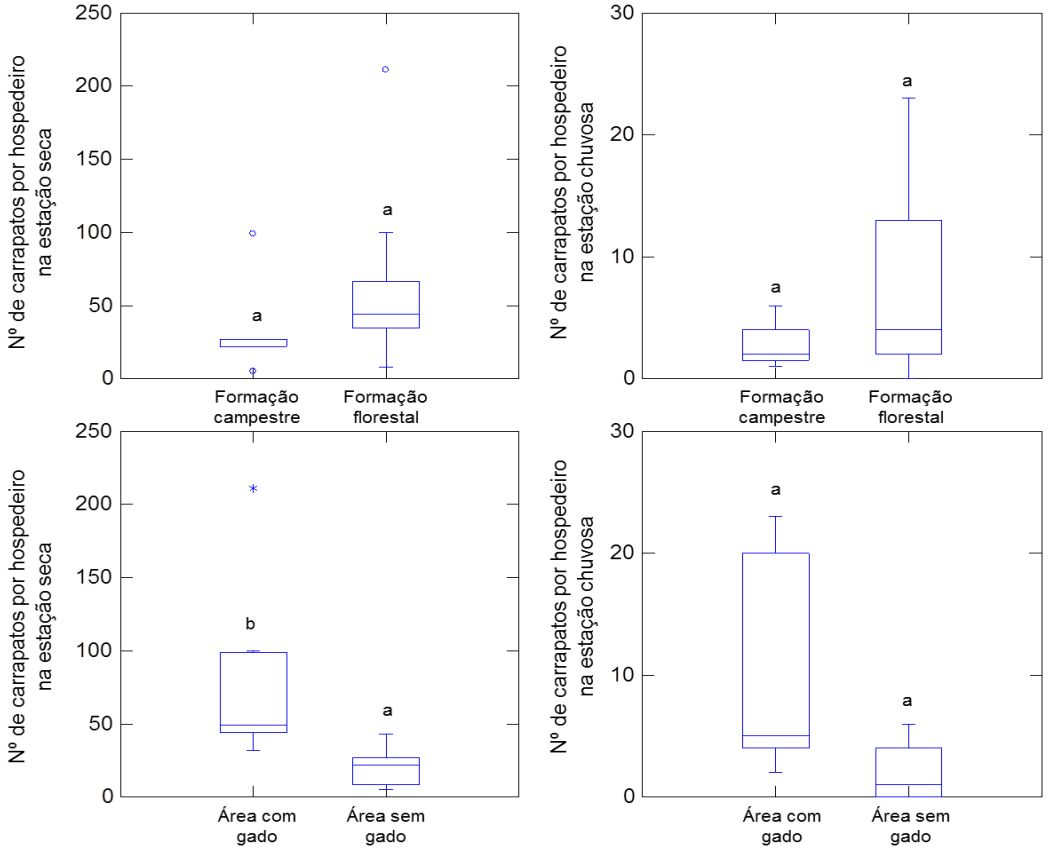


Figura 14. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* em *Thrichomys pachyurus* durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) em diferentes ambientes no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre os ambientes comparados. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 14. Distribuição corporal da infestação por carrapatos em *Thrichomys pachyurus* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

Região do corpo	Mediana (1º-3º Quartil)	Total (mínimo-máximo)
Estação seca		
Cabeça	4,00[a] (0,50 – 11,50)	161,00 (0,00 – 56,00)
Cauda	0,00[a] (0,00 – 5,00)	72,00 (0,00 –32,00)
Membros	0,00[a] (0,00 – 4,00)	39,00 (0,00 – 11,00)
Orelha	24,00[b] (6,00 – 37,00)	572,00 (0,00 – 194,00)
Estação chuvosa		
Cabeça	0,00[a] (0,00 – 0,00)	1,00 (0,00 – 1,00)
Cauda	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 –2,00)
Dorso	0,00[a] (0,00 – 0,00)	2,00 (0,00 –2,00)
Membros	0,00[a] (0,00 – 0,75)	4,00 (0,00 – 2,00)
Orelha	3,00[b] (0,50 – 5,50)	60,00 (0,00 – 21,00)

Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões do corpo.

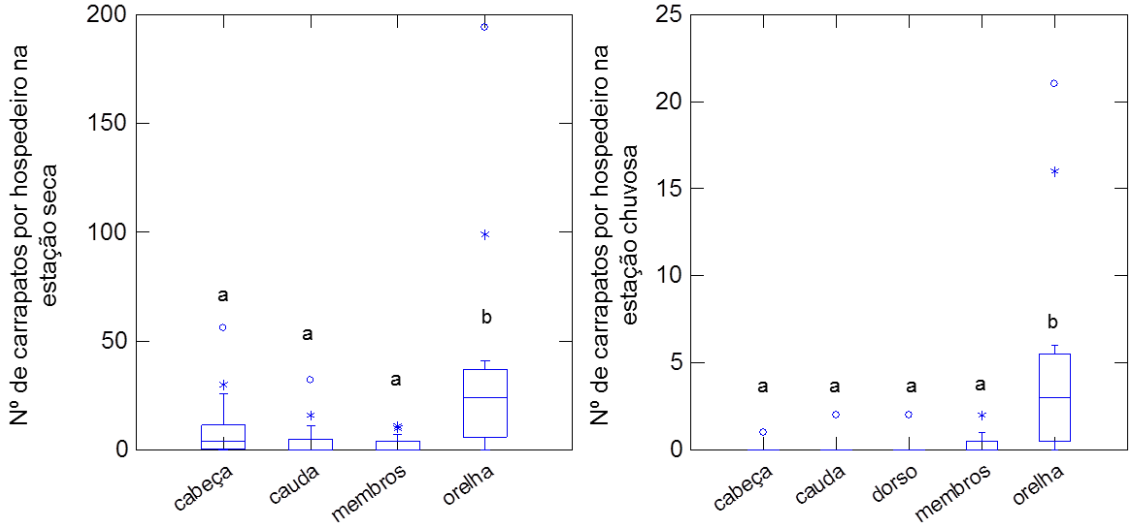


Figura 15. Número de carrapatos (medianas) do gênero *Amblyomma* nas regiões do corpo de *Thrichomys pachyurus* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) entre as regiões comparadas. Caixas indicam intervalo interquartil (1º-3º quartil) e linhas no interior das caixas indicam a mediana. Barras verticais indicam valores de até + 1,5 vezes os limites dos intervalos; asteriscos indicam valores entre + 1,5 e 3,0 vezes os limites dos intervalos; círculos indicam valores superiores a + 3,0 vezes os limites dos intervalos.

Tabela 15. Dados descritivos das dimensões corporais dos hospedeiros e da densidade de carrapatos em *Thrichomys pachyurus* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

	Estação	Média ± desvio-padrão	Mediana (1º-3ºquartil)	Mínimo-máximo
Superfície corporal do hospedeiro (m²)	Seca	0,032 ± 0,010	0,034 (0,02612 – 0,040)	0,007 – 0,044
	Chuvosa	0,031 ± 0,010	0,027 (0,024– 0,039)	0,017 – 0,051
Peso do hospedeiro (g)	Seca	229,00 ± 72,56	232,50 (176,50 – 294,00)	96,00 – 340,00
	Chuvosa	213,36 ± 103,31	164,00 (136,50 –284,75)	82,00 – 429,00
Densidade de carrapatos	Seca	1824,01± 1827,08	1240,76 (571,92 – 2470,68)	261,66 – 6245,69
	Chuvosa	210,85 ± 256,73	148,34 (45,62 – 231,70)	0,00 – 787,15

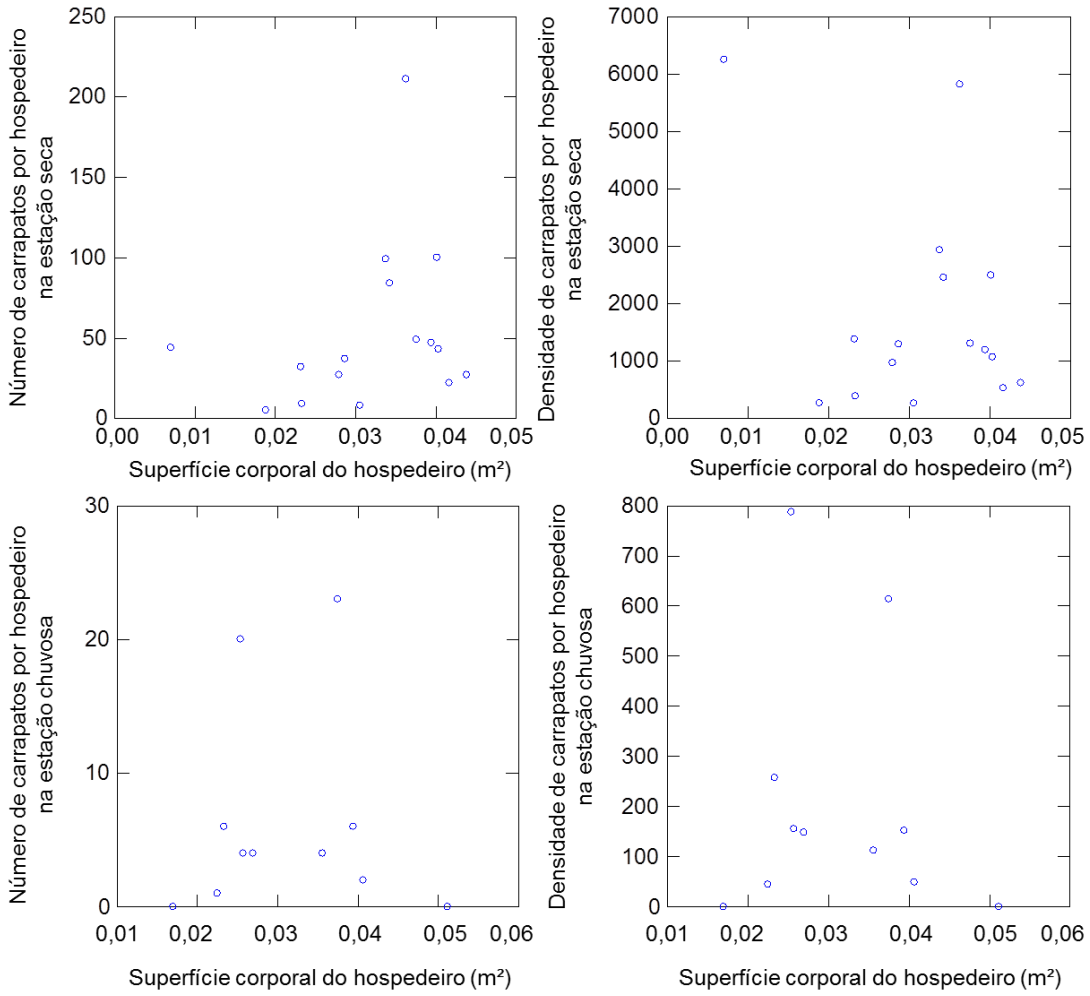


Figura 16. Número e densidade de carrapatos (indivíduos/m²) em fase parasitária em relação à superfície corporal de *Thrichomys pachyurus* capturados durante as estações seca (2010 a 2012) e chuvosa (2011-2012 e 2012-2013) no Pantanal da Nhecolândia (Fazenda Nhumirim, Corumbá, MS).

DISCUSSÃO

A presença de apenas imaturos de carrapatos sobre todas as espécies hospedeiras capturadas já era esperada, pois pequenos mamíferos são considerados hospedeiros importantes para larvas e ninfas de carrapatos (Oliver 1989). Do mesmo modo, a infestação dos pequenos mamíferos por ninfas e larvas de *A. parvum* parece ser uma situação de caráter mais geral. Na Argentina, roedores cavídeos têm sido relatados como os principais hospedeiros para ninfas de *A. parvum* (Nava 2006) e os adultos são frequentemente associados a carnívoros no Brasil (Labruna et al. 2005).

Os relatos de imaturos de *A. parvum* no Brasil são raros e, no Pantanal, há apenas um registro de imaturos dessa espécie sobre equimídeos (Cançado 2008). Considerando que em condições de laboratório, ninfas de *A. parvum* do Brasil apresentaram bom desempenho biológico quando alimentadas sobre vários hospedeiros domésticos como cavalos, pintinhos, cães domésticos, coelhos, bois, cabras e porquinhos da índia (Olegário et al. 2011), o ambiente, o comportamento do carrapato e dos hospedeiros devem ser fatores importantes para determinar a infestação variável entre espécies de hospedeiros em condições naturais.

De forma geral *A. parvum* parece ter predileção por ambientes mais secos (Nava et al 2008, Szabó et al. 2007). No caso do Pantanal as formações florestais são aquelas mais secas por não sofrerem alagamento na época das chuvas, enquanto mantêm uma umidade mínima para a sobrevida dos carrapatos. Por outro lado, na amostragem ambiental nas formações florestais deste estudo, observou-se uma ampla prevalência de carrapatos *A. cajennense*, tanto de adultos como de formas imaturas. Como exceção a estas observações, a amostragem feita com gelo seco revelou uma presença mais marcante de carrapatos *A. parvum* adultos em ambientes florestados, em especial nos caraguateiros.

Esse distribuição local de *A. parvum* parece ter relação com os hospedeiros para as formas imaturas. Muitas das espécies de pequenos mamíferos, como *M. domestica* e *T. pachyurus*, estão associados à presença da bromélia caraguatá (Antunes 2009). Essa bromélia ocorre em densos aglomerados (Pott & Pott 1994) e, aparentemente, fornece um microambiente

favorável à presença de adultos de *A. parvum*. Dessa forma, os caraguateiros são potencialmente locais de espera por hospedeiros também pelas ninfas de *A. parvum*, e a infestação dos pequenos mamíferos pode ocorrer principalmente nesse ambiente. Isso pode ser válido mesmo para os indivíduos que exploram mais as formações campestres, pois os caraguateiros são comumente localizados nas bordas de capões e cordilheiras, representando áreas de transição entre as formações florestais e as áreas abertas adjacentes. Estas sugestões deverão se comprovadas por observações futuras no período da seca também.

É preciso salientar que, apesar da grande infestação por ninfas de *A. parvum* nos pequenos mamíferos, poucos indivíduos foram encontrados em vida livre nas mesmas áreas de captura dos hospedeiros. Essa contradição pode ser um efeito do método utilizado para coleta de carrapatos em vida livre, provavelmente inadequado ao comportamento dos imaturos de *A. parvum*. Aparentemente, os imaturos de *A. parvum* não esperam por seus hospedeiros sobre a vegetação, como ocorre com *A. cajennense* (Capítulo 1), mas possuem outra estratégia de encontro com seus hospedeiros. Nava et al. (2006), ao não encontrar nenhuma larva ou ninfa na vegetação em área na qual roedores Caviidae foram altamente infestados por essa espécie, sugeriu que os imaturos de *A. parvum* provavelmente esperassem por seus hospedeiros no solo ou em suas tocas. Essa hipótese é condizente com o que foi encontrado para adultos de *A. parvum*, que estão presentes nas áreas avaliadas, mas só foram coletados em número relevante ao utilizar armadilhas de atração por gás carbônico (Capítulo 1).

Quanto a maior prevalência de infestação por imaturos no período da seca, não há no Brasil trabalhos que demonstrem a época de maior ocorrência dos estágios de imaturos de *A. parvum*. Na Argentina, Nava et al. (2008) registrou pico de infestação durante o outono (larvas) e o inverno (ninfas). As observações da Argentina coincidem com as nossas e reforçam a sugestão de Labruna et al. (2009) de que de forma geral, no Brasil, o gênero *Amblyomma* tem um ciclo de vida anual, com a distribuição sazonal caracterizada pela atividade maior de adultos no verão e de imaturos no outono-inverno.

Somente três ninfas de *A. cajennense* foram observadas fixadas sobre pequenos mamíferos (*T. pachyurus* e *M. domestica*). A baixa ocorrência nestes

hospedeiros, em relação aos altos níveis de infestação ambiental, indica uma menor afinidade entre *A. cajennense* e as espécies de pequenos mamíferos analisadas. Esta menor afinidade poderia ocorrer por uma menor atração do hospedeiro ao parasito e/ou prevalência em microambientes distintos.

Os adultos de *A ovale,* assim como *A. parvum*, têm preferência por carnívoros (Labruna et al. 2008). Neste trabalho, os imaturos foram registrados somente sobre duas espécies hospedeiras e em número reduzido. Três ninfas ingurgitadas (não completamente) foram registradas sobre *T. pachyurus*, mas não sofreram ecdise. Essa associação já havia sido registrada na mesma área de estudo (Cançado 2008). No Sudeste do Brasil, ninfas de *A. ovale* também foram encontradas em roedores equimídeos, inclusive em *Thrichomys apereoides* (Saraiva et al. 2012). Já as duas ninfas coletadas sobre *O. mamorae* estavam completamente ingurgitadas e sofreram ecdise para adultos, indicando um possível papel desse hospedeiro para a alimentação das ninfas de *A. ovale*, conforme já discutido. Roedores sigmodontíneos já haviam sido relatados como hospedeiros para esse carrapato na Mata Atlântica, onde *Euryorizomys russatus* foi o principal hospedeiro para ninfas de *A. ovale* (Szabó et al. 2013).

A. triste é uma espécie associada a hábitats alagados (Szabó et al. 2007) e, no Brasil, as formas adultas são comumente encontradas em cervos do Pantanal (*Blastoceros dichotomus*) (Szabó et al. 2003), mas também já foram encontradas em outras espécies hospedeiras, como carnívoros (Labruna et al. 2005). No Brasil, não há registros sobre os vertebrados associados com as formas imaturas de *A. triste*, mas na Argentina e no Uruguai, pequenos mamíferos (Didelphidae, Caviidae e Sigmodontinae) são os principais hospedeiros para os imaturos dessa espécie (Venzal et al. 2008, Nava et al. 2011). Como uma única ninfa não ingurgitada de *A. triste* foi coletada sobre *C. laticeps,* e as áreas de captura não são caracterizadas como o ambiente típico para esse carrapato, esse achado pode ser considerado acidental. É possível que alguns espécimes possam ser dispersos por animais que se deslocam mais, como carnívoros, que são comuns na área.

M. domestica (Wagner, 1842) foi predominantemente infestada por larvas de *Amblyomma* sp., que se fixaram em uma grande variedade de sítios anatômicos, mas se concentraram nos membros. Entretanto, apesar de um

número relativamente alto de larvas sobre esse hospedeiro, e muitas delas apresentarem avançado grau de ingurgitamento, os níveis de infestação foram em geral baixos, com prevalência de no máximo 50% da amostra e com a maior parte dos carrapatos parasitando poucos indivíduos. A agregação de larvas em estado parasitário reflete a distribuição heterogênea desse estágio em vida livre (Petry et al 2010). Esse padrão de ocorrência de carrapatos se manteve em todos os anos, em ambas as estações e para qualquer formação vegetal ou área de captura do hospedeiro. Assim, por tais características de infestação, podemos supor que grande número de indivíduos de *M. domestica* em uma área pode ser relevante para a alimentação de larvas de *Amblyomma* sp. Por outro lado, populações pequenas de *M. domestica* poderiam não ter um papel significativo para a manutenção desse estágio do carrapato.

O número de carrapatos encontrado sobre o roedor *O. mamorae* (Thomas, 1906) foi o mais baixo dentre todas as espécies de pequenos mamíferos. Apesar de na época de maior infestação (seca), a distribuição de carrapatos ser homogênea entre os hospedeiros, a maior parte dos carrapatos estava fixada (nas orelhas), mas não ingurgitada. Essas características de infestação foram similares em formações florestais e campestres e em áreas com e sem gado, e se mantiveram ao longo dos anos. Dessa forma, esse roedor sigmodontíneo parece contribuir pouco para a alimentação dos imaturos durante a seca. No entanto, as populações de *O. mamorae*, no Pantanal, são maiores durante a estação chuvosa (Andreazzi et al. 2011), e talvez essa espécie possa contribuir para o ciclo de outras espécies de carrapatos durante essa estação. Por exemplo, na Argentina, imaturos de *A. tigrinum* e *A. triste* tem pico no verão (Nava et al. 2009, 2011). No presente estudo, as ninfas de *A. ovale* foram encontradas somente durante a estação chuvosa, e apenas aquelas que estavam sobre *O. mamorae* sofreram ecdise para adultos, conforme já discutido.

Os roedores equimídeos, *C. laticeps* (Thomas, 1841) e *T. pachyurus* (Wagner, 1845), apresentaram níveis elevados de infestação por larvas e ninfas, inclusive de formas ingurgitadas (respectivamente, 17,0 e 76,0% do total para *C. laticeps* e 32,0 e 53,0% para *T. pachiurus*). *T. pachyurus*, entretanto, foi a espécie hospedeira mais infestada. As ninfas tiveram distribuição homogênea em ambos os hospedeiros, mas as larvas, em *C.*

laticeps, tiveram distribuição agregada*. T. pachiurus* foi a única espécie em que a distribuição de larvas sobre os hospedeiros foi homogênea e na qual também durante a estação chuvosa houve distribuição homogênea dos dois estágios dos carrapatos. Todos os carrapatos encontrados sobre os equimídeos, com exceção de *A. cajennense* e *A. triste*, estavam fixados, e a maioria nas orelhas. Como nas demais espécies, os maiores níveis de infestação foram registrados na seca. De forma geral, a infestação foi similar entre os ambientes de captura e também entre os anos. Entretanto, em *T. pachyurus*, na estação seca, os animais capturados na área com gado foram mais infestados e, no ano de 2010, não ocorreram larvas sobre *C. laticeps*. Uma vez que em 2010 apenas três larvas foram encontradas em *M. domestica* e houve uma menor infestação também em *T. pachyurus* (não significativa), talvez a redução do número de larvas possa estar associada aos efeitos da seca extrema neste ano (EMBRAPA 2011).

É importante destacar que, no presente estudo, *T. pachyurus* também foi a espécie que apresentou a maior riqueza de carrapatos. Na região Sudeste do Brasil, *T. apereoides* foi a espécie mais infestada por *A. parvum* (Saraiva et al. 2012) e, no Nordeste brasileiro, *T. laurentius* apresentou alto nível de infestação por *Amblyomma fuscum* (Aléssio et al. 2011). Todos esses achados sugerem que *Thrichomys* sp. parece ser um importante hospedeiro para carrapatos do gênero *Amblyomma*.

Apesar de formações florestais do Pantanal possuírem grande abundância dos pequenos mamíferos capturados (Antunes 2009, Andreazzi et al. 2011, Aragona 2008) e, de forma geral, maior abundância de carrapatos, não houve maior infestação nos hospedeiros nesses ambientes. A despeito do método utilizado para coletar carrapatos em vida livre não se adequar aos hábitos de imaturos de *A. parvum*, grande número de adultos foi coletado por armadilhas de gelo seco durante a estação chuvosa nas áreas florestadas, principalmente em caraguateiros (Capítulo 1). Pode-se especular a este respeito que a infestação dos hospedeiros capturados em ambiente aberto tenha ocorrido em incursões nos caraguateiros.

Apesar das similaridades gerais entre os pequenos mamíferos capturados nesse estudo, como o fato de todos utilizarem o solo para forrageamento, deve haver algum fator que diferencie essas espécies quanto à

suscetibilidade a carrapatos, tendo em vista a maior infestação em Echimyidae. Tanto o marsupial *M. domestica* quanto os equimídeos *T. pachyurus* e *C. laticeps* se abrigam em tocas no solo. Por outro lado, o roedor Sigmodontinae *O. mamorae* é adaptado a hábitos arborícolas. De fato, a maior proporção do total de carrapatos foi encontrada sobre os três primeiros, de forma mais uniforme nos equimídeos e mais variável no marsupial, havendo uma diferença muito grande na quantidade de carrapatos sobre esses hospedeiros e o sigmodontíneo. Não é possível, sem análises específicas, afirmar que a causa da dissimilaridade na infestação entre os dois grupos (mais e menos infestados) seja o tipo de abrigo. No entanto, como existem várias espécies de carrapato que utilizam essa estratégia nidícola para o encontro com seus hospedeiros, há a possibilidade de que um importante local de infestação por *A. parvum* sejam as próprias tocas desses animais. Essa hipótese foi também levantada por Nava et al. (2009), uma vez que os hospedeiros Caviidae para imaturos dessa espécie na Argentina também utilizam tocas no solo para se abrigarem.

Neste estudo, em todas as espécies de pequenos mamíferos, os carrapatos se concentraram em determinadas regiões anatômicas do hospedeiro. No caso dos roedores, o sítio de fixação preferencial dos carrapatos foi a orelha. Esses resultados coincidem com aqueles de Nava et al. (2006), que encontraram a maior parte das larvas e das ninfas de *A. parvum* sobre *Galea musteloides* (roedor cavídeo) na região da orelha. O padrão de distribuição sobre a superfície corporal dos hospedeiros normalmente é agregada, ou seja, a maior parte dos carrapatos é encontrada agrupada em sítios específicos. Em parte, isso pode ser explicado pela facilitação do processo de hematofagia por meio das substâncias liberadas junto à saliva do carrapato durante a co-alimentação (Wang et al. 1999), ou ainda por maior facilidade de alimentação sobre superfícies mais delgadas e com alta vascularização (Nelson et al. 1975), como é o caso das orelhas. No entanto, mecanismos de defesa do hospedeiro podem direcionar a concentração de parasitas em determinados locais, por exemplo, para as regiões nas quais há maior dificuldade de retirada pelo próprio hospedeiro.

Segundo Smith et al. (1944), uma maior dimensão corporal significa maior superfície de contato com o ambiente externo, onde os carrapatos em

vida livre esperam por seus hospedeiros. No entanto, nenhuma associação foi encontrada entre a superfície corporal dos pequenos mamíferos e a infestação por carrapatos. É importante observar, entretanto, que para os espécimes capturados no presente estudo, a variação na superfície corporal dos hospedeiros foi muito pequena em relação à variação no número de carrapatos por hospedeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as espécies de pequenos mamíferos capturadas, mas principalmente os equimídeos, foram altamente infestados por ninfas de *A. parvum* e larvas de *Amblyomma* sp. Como todas as larvas ingurgitadas que chegaram vivas ao laboratório sofreram ecdise para ninfas de *A. parvum*, é possível que grande parte das larvas também seja dessa espécie. As espécies de pequenos mamíferos avaliadas no presente estudo parecem ser as mais comuns na área de estudo, conforme demonstrado por trabalhos realizados na mesma região (Andreazzi et al. 2011, Antunes 2009, Aragona 2008, Lacher & Alho 1989). Esse fato valida os resultados aqui encontrados como sendo representativos dos padrões de infestação em pequenos mamíferos nessa região do Pantanal. Dentre as espécies hospedeiras, *T. pachyurus* foi a que apresentou os maiores níveis de infestação tanto por larvas quanto por ninfas, em todas as estações e ambientes. Esse padrão se manteve ao longo dos três anos de amostragem e consequentemente caracteriza *T. pachyurus* como o melhor hospedeiro dentre as espécies avaliadas. Por fim, os principais resultados desse trabalho levam a conclusão de que: 1) pequenos mamíferos, notadamente equimídeos, são hospedeiros importantes para imaturos de *A. parvum*; 2) de forma inversa, estes pequenos mamíferos não são hospedeiros habituais de *A. cajennense*; 3) os maiores níveis de infestação por imaturos de *A. parvum* ocorrem na seca; 4) observou-se uma discrepância entre a infestação ambiental (dominada por *A. cajennense)* e a infestação dos pequenos mamíferos (com dominância de *A. parvum*) e 5) as ninfas de *A. parvum* se fixam preferencialmente na orelha dos seus hospedeiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abel IS, Marzagão G, NH Yoshinari, Schumaker TTS. 2000. Borrelia-like Spirochetes Recovered from Ticks and Small Mammals Collected in the Atlantic Forest Reserve, Cotia County, State of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,* 95(5): 621-624.

Aléssio FM, Dantas-Torres F, Siqueira DB, et al. 2012. Ecological implications on the aggregation of *Amblyomma fuscum* (Acari: Ixodidae) on *Thrichomys laurentius* (Rodentia: Echimyidae), in northeastern Brazil. *Experimental & Applied Acarology*, 57:83-90.

Andreazzi CS, Rademaker V, Gentile R et al. 2011. Population ecology of small rodents and marsupials in a semi-deciduous tropical forest of the southeast Pantanal, Brazil. *Zoologia*, 28 (6): 762-770.

Antunes PC. 2009. Uso de habitat e partição do espaço entre três espécies de pequenos mamíferos simpátricos no Pantanal Sul-Mato-Grossense, Brasil. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. 50p.

Aragão HB, Fonseca F. 1961. Notas de Ixodologia. Lista e chave para os representantes de fauna ixodológica brasileira. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 59: 115-148.

Aragona M. 2008. História natural, biologia reprodutiva, parâmetros populacionais e comunidades de pequenos mamíferos não voadores em três habitats florestados do Pantanal de Poconé, MT. *Tese de doutorado*. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 134p.

Araújo, SAC. 2010. Anestesia em roedores. *Relatório Final de Estágio - Mestrado Integrado em Medicina Veterinária*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Barros-Battesti DM et al. 1998. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from Tijucas do Sul, State of Paraná, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93(6): 719-725.

Barros-Battesti DM. Estudos de carrapatos e pequenos mamíferos silvestres naturalmente infectados com espiroquetas semelhantes à Borrelia, no município de Itapevi, Estado de Säo Paulo. *Tese de doutorado*. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 116 p.

Brisson D, Dykhuizen DE, Ostfeld RS. 2008. Conspicuous impacts of inconspicuous hosts on the Lyme disease epidemic. *Proceedings of the Royal Society B*, 275: 227-235.

Campos-Pereira M, Szabó MPJ, Bechara GH et al. 2000. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil*. Journal of Medical Entomology*, 37(6): 979-983.

Cançado PHD. 2008. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 65p.

Cançado PHD, Piranda EM, Mourão GM, Faccini JLH. 2008. Spatial distribution and impact of cattle-raising on ticks in the Pantanal region of Brazil by using the CO2 tick trap. *Parasitology Research*, 103:371–377.

Dantas-Torres F. et al. 2012. Exposure of small mammals to ticks and rickettsiae in Atlantic Forest patches in the metropolitan area of Recife, North-eastern Brazil. *Parasitology*, 139: 83-91.

Figueiredo LTM, Badra SJ, Pereira LE, Szabó MPJ. 1999. Report on ticks collected in the Southeast and Mid-West regions of Brazil: analyzing the potential transmission of tick-borne pathogens to man. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32(6): 613-619.

Galvão MAM, da Silva LJ, Nascimento EMM et al. 2005. Rickettsial diseases in Brazil and Portugal: occurrence, distribution and diagnosis. *Revista de saúde pública* 39(5): 1-6.

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

Jones EK, Clifford CM, Keirans JE, Kohls GM. 1972. The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of *Amblyomma* in the western hemisphere. *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series* 17(5): 1-40.

Labruna MB, Jorge RSP, Sana DA et al. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 36 (1-2): 149-163.

Labruna MB, Terassini FA, Camargo LMA. 2009. Notes on Population Dynamics of Amblyomma Ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 95(4): 1016-1018.

Lacher JR.TE, Alho CJR. 1989. Microhabitat use among small mammals in the Brazilian Pantanal. *Journal of Mammalogy*, 70:396-401.

Martins JR, Medri IM, Oliveira CM, Guglielmone AA. 2004. Ocorrência de carrapatos em tamanduá-bandeira (Myrmecophaga tridactyla) e tamanduá-mirim (Tamandua tetradactyla) na região do Pantanal Sul Mato-Grossense, Brasil. *Ciência Rural* 34(1): 293-295.

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

Medri IM, Martins JR, Doyle RL et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) from Yellow Armadillo, Euphractus sexcinctus (Cingulata: Dasypodidae), in Brazil's Pantanal Wetlands. *Neotropical Entomology*, 39 (5): 823-825.

Nava S, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2006. The natural hosts for larvae and nymphs of *Amblyomma neumanni* and *Amblyomma parvum* (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 40: 123-131.

Nava S, Szabó MPJ, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2008. Distribution, hosts, 16S rDNA sequences and philogenetic position of the Neotropical tick Amblyomma parvum (Acari, Ixodidae). *Annals of tropical medicine and parasitology*, 102: 409-425.

Nava S, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2009. La distribución anatómica de *Amblyomma neumanni* y *Amblyomma parvum* (Acari: Ixodidae) sobre sus hospedadores principales. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias* 8 (2): 11-21.

Nava S, Mangold JA, Mastropaolo M et al. 2011. Seasonal dynamics and hosts of *Amblyomma triste* (Acari: Ixodidae) in Argentina. *Veterinary Parasitology*, 181: 301-308.

Nelson WA, Keirans JE, Bell JF, Clifford CF. 1975. Host-ectoparasite relationship. *Journal of Medical Entomology*. 13: 143-166.

Olegário MMM, Gerardi M, Tsuruta SA, Szabó MPJ. 2011. Life cycle of the tick *Amblyomma parvum* Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae) and suitability of domestic hosts under laboratory conditions. *Veterinary Parasitology,* 179: 203-208.

Olifiers N. 2010. Life-history and disease ecology of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal. *Doctoral Dissertation*, University of Missouri. 149p.

Oliver JH. 1989. Biology and Systematics of Ticks (Acari:Ixodida). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 397-430.

Onófrio VC, Labruna MB, Pinter A et al. 2006. Comentários e chaves para as espécies de Amblyomma. Pp. 53-71. In: Barros-Battesti DM, M Arzua, HG Bechara (eds.). *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. Vox, São Paulo.

Petry WK, Foré SA, Fielden LJ, Kim HJ. 2010. A quantitative comparison of two sample methods for collecting Amblyomma americanum and Dermacentor variabilis (Acari: Ixodidae) in Missouri. *Experimental & Applied Acarology*. DOI 10.1007/s10493-010-9373-9

Pott A, Pott VJ. 1994. *Plantas do Pantanal* (1º edição). Editora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá. 320 pp.

Rocha FL. 2006. Áreas de uso e seleção de habitats de três espécies de carnívoros de médio porte na Fazenha Nhumirim e arredores, Pantanal da Nhecolândia, MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS. 92p.

Reiczigel J, Rózsa L. 2005. *Quantitative Parasitology* 3.0. Budapest.

Santos AP. 2007. Aspectos ecológicos da febre maculosa brasileira em um foco endêmico no estado de São Paulo. *Tese de doutorado*. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 86p.

Saraiva DG, Fournier GFRS, Martins TF, et al. 2012. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with small terrestrialmammals in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Experimental & Applied Acarology*. DOI 10.1007/s10493-012-9570-9

Smith MG, Blattner RJ, Heys FM. 1944. The isolation of the St. Louis encephalitis virus from chicken mites (*Dermanyssus gallinae*) in nature. *Science New Series*, 100 (2599): 362-363.

Szabó MPJ, Labruna MB, Campos Pereira M, Duarte JMB. 2003. Ticks (Acari: Ixodidae) on wild marsh-deer (*Blastocerus dichotomus*) from Southeast of Brazil: infestations prior and after habitat loss. *Journal of Medical Entomology*, 40 (3): 268-274.

Szabó MPJ, Castro MB, Ramos HGC et al. 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 143: 147-154.

Szabó MPJ, Nieri-Bastos FA, Spolidorio MA, et al. *No prelo*. 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.*

Venzal JM, Estrada-Peña A, Castro O et al. 2008. *Amblyomma triste* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): Hosts and seasonality of the vector of *Rickettsia parkeri* in Uruguay. *Veterinary Parasitology*, 155 (1-2): 10-109.

Wang H, Kaufman WR, Nuttall PA. 1999. Molecular individuality: polymorphism of salivary gland proteins in three species of ixodid tick. *Experimental and Applied Acarology,* 23: 969-975.

Widmer CE, Azevedo FCC, Almeida AP, Ferreira F, Labruna MB. Tick-Borne Bacteria in Free-Living Jaguars (*Panthera onca*) in Pantanal, Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11 (8): 1001-1005.

Zar JH. 1989. *Biostatistical Analysis.* Prentice Hall International, London. 718pp.

Capítulo 5

Porco monteiro, gado Nelore e pequenos mamíferos no Pantanal: inter-relações na determinação da dinâmica populacional de *Amblyomma cajennense* e *Amblyomma parvum*

Introdução

O Pantanal é um dos biomas mais preservados do Brasil, possuindo a maior porcentagem de cobertura vegetal nativa e a menor submetida à ação antrópica (Abreu & Santos 2010). Portanto, para muitos aspectos, funciona como um parâmetro para comparação com fenômenos ecológicos ocorrendo em outras áreas. Uma grande vantagem, nesse sentido, é que a fauna de vertebrados, principalmente de mamíferos, é bastante conhecida (Alho & Larcher 1991, Myers et al. 2000, Trolle 2003, Alho 2005, Harris et al. 2005). No entanto, os parasitas associados são um importante componente da biodiversidade pantaneira que ainda não foi profundamente investigado.

O conhecimento sobre a ixodofauna do Pantanal, até então, se baseava em relatos esporádicos e/ou identificação de formas adultas, cujos espécimes foram, muitas vezes, obtidos pelo uso de metodologias restritivas (Figueiredo et al. 1999, Campos Pereira et al. 2000, Martins et al. 2004, Labruna et al. 2005, Rocha 2006, Cançado 2008, Medri et al. 2010, Olifiers 2010, Widmer et al. 2011). É claro que esses registros, em conjunto, apontaram informações importantes sobre a ocorrência de espécies de carrapatos presentes na área. A partir dessas informações, inclusive, surgiram questões sobre características mais específicas, como as interações desses invertebrados com o ambiente, em vida livre ou em fase parasitária, principalmente sobre estágios imaturos.

Dado à grande falta de informação sobre o tema, foi necessário, neste estudo, levantar dados relativos à descrição da infestação, com uso de metodologias mais abrangentes e padronizadas. Para isso, partimos da escolha de espécies hospedeiras e tipos de ambientes mais representativos para o Pantanal. Uma ressalva é que a região estudada, a Nhecolândia, possui características próprias e que a distinguem das demais regiões do Pantanal brasileiro (Adámoli 1982, Cadavid-Garcia 1984, Alho et al. 1988, Silva & Abdon 1998, Silva et al. 2000). No entanto, os hospedeiros e ambientes de vida livre para os carrapatos, a saber, os porcos monteiros, o gado Nelore e os pequenos mamíferos não voadores, e as áreas nomeadas genericamente como florestadas e campestres, são comuns a todo o Pantanal. Isso faz com que os padrões gerais obtidos sirvam como ponto de referência para outros trabalhos na mesma área ou em outras regiões do Pantanal envolvendo esses

elementos. Ainda, o papel de cada um deles na gama de interações envolvendo o parasitismo pelas espécies de carrapatos identificadas, pode ser em certo nível, transposto para outros contextos.

Amblyomma cajennense e _Amblyomma parvum_ no Pantanal: qual o significado da associação com cada espécie hospedeira?

Os carrapatos registrados como mais representativos na Nhecolândia, *Amblyomma cajennense* e *A. parvum*, também ocorrem em outras localidades, validando a importância dos dados levantados aqui para a ampliação do conhecimento sobre tais espécies. Vale frisar que só foi possível considerar que essas espécies de carrapato tem ampla ocorrência na área de estudo porque utilizamos a junção de várias técnicas de coleta em vida livre e a inspeção de hospedeiros numericamente relevantes. Mesmo assim, ainda não conseguimos mensurar a infestação ambiental por larvas de *Amblyomma* sp. e por ninfas de *A. parvum,* mas a própria ausência destas últimas faz levantar perguntas interessantes sobre sua ecologia em vida livre. Essas perguntas se referem à relação entre sua ocorrência em pequenos mamíferos e à ocorrência dos adultos em microhábitats específicos, como os caraguateiros, ambos os aspectos (hospedeiros e microambientes) associados com as formações florestais.

Tanto *A. parvum* quanto *A. cajennense* parecem ocupar, preferencialmente, as áreas florestadas da região de estudo. Merece menção que tais áreas são aquelas definidas como capões e cordilheiras, compostas principalmente por floresta semidecidual (Silva et al. 2000). Essa distinção é importante, uma vez que poderia ser errônea a transposição da informação de ocorrência para outros tipos de formações florestais, como matas de galeria, ou mesmo florestas mais úmidas.

Como discutido, as formações florestais devem possuir características vantajosas a esses carrapatos, que podem ser intrínsecas ao ambiente proporcionado pela vegetação ou pela concentração de hospedeiros, atraídos para essas formações. Como já foi apontado, tais áreas configuram abrigo, local de repouso e fonte de alimentação para a maioria das espécies de vertebrados do Pantanal (Desbiez 2009), incluindo as espécies hospedeiras

avaliadas no presente estudo. Essas espécies também utilizam intensamente as áreas abertas, principalmente o gado e os porcos monteiros, durante o forrageamento. No entanto, tais áreas não demonstraram altos níveis de infestação por carrapatos, o que implica que o principal local de encontro entre parasitas e hospedeiros seja o interior das formações florestais.

As formações florestais, além de concentrarem os hospedeiros em atividade de descanso, o que pode favorecer carrapatos nidícolas ou com estratégia de ataque, que pode ser o caso de *A. parvum*, também podem propiciar maior diversidade de microambientes e de condições microclimáticas favoráveis à fase de vida livre dos carrapatos. Neste estudo, não conseguimos mensurar os efeitos diretos da relação entre temperatura e umidade de alguns microambientes sobre a ocorrência dos carrapatos. A ausência da detecção de influência desses fatores pode dever-se a maior parte das amostragens ter sido restrita e direcionada ao comportamento de espera dos carrapatos na vegetação ou ainda à ocorrência de espécimes na serrapilheira adjacente às trilhas abertas ao longo dos transectos. Carrapatos que se valem de outras estratégias para encontrar seus hospedeiros podem possuir distribuição mais dispersa que aqueles de espreita, que se concentram em locais de passagem dos hospedeiros. Também não foram avaliados outros fatores ambientais, como cobertura do solo, estratos da vegetação, luminosidade etc., nem as relações com os microhábitats para postura dos ovos e realização da ecdise, processos fundamentais para o ciclo do carrapato.

A maior concentração desses carrapatos nas áreas florestadas pode, ainda, se dever a história evolutiva das espécies associadas a seus hospedeiros, relacionada ao padrão de alagamento do Pantanal. As cordilheiras, por situarem-se nas porções mais elevadas do relevo, não sofrem inundação, formando verdadeiras ilhas de refúgio para a fauna durante os alagamentos (Oliveira-Filho 1992, Mamede & Alho 2006). A repetição constante desse padrão de alagamento pode ter levado ao direcionamento da concentração, nas áreas florestadas não inundáveis, também das espécies de carrapatos associadas a esses hospedeiros. Nesse sentido, é preciso pensar que pode haver características do carrapato, que o adequem à ocorrência nessas áreas, e que foram selecionadas e mantidas nas populações de tais espécies. Como aqui, essas espécies tratam-se de *A. parvum* e de *A.*

cajennense, já é conhecida, em outras regiões, sua ocorrência preferencial em áreas mais secas (Szabó et al. 2007, Nava et al. 2008). Observa-se que o efeito do alagamento não poderia ser aplicado à ocorrência dos carrapatos em uma escala temporal menor, porque, em algumas das áreas avaliadas no presente estudo (Fazenda Nhumirim) não há, no presente, um alagamento tão intenso como o descrito, o qual ocorre em áreas adjacentes na própria região da Nhecolândia. Entretanto, essas hipóteses não se configuram em busca de explicação para os padrões observados, sendo apenas uma tentativa de evidenciar a interessante área de estudo que poderia ser explorada sobre os cenários evolutivos das relações entre carrapatos e seus hospedeiros no Pantanal.

Em ampla escala, podemos inferir que há uma leve sobreposição de nicho entre *A. parvum* e *A. cajennense* no Pantanal. Por exemplo, esses carrapatos parasitam as mesmas espécies hospedeiras, como os porcos monteiros aqui avaliados, e também outras espécies, já mencionadas na literatura. Do mesmo modo, ambas as espécies ocorrem em maior número nas formações florestais. Sob outro ponto de vista, porém, notamos uma distinção comportamental entre as duas espécies quando em vida livre e uma associação diferencial com hospedeiros, principalmente pelas formas imaturas.

No caso de *A. cajennense*, reconhecidamente um carrapato que tem tanto a forma adulta quanto os estágios imaturos parasitando vários hospedeiros, não observamos indícios de parasitismo efetivo de pequenos mamíferos por ninfas. Esse resultado indicou que a espécie, apesar de generalista em outros aspectos, apresenta restrição da ninfa em relação aos pequenos mamíferos, mais especificamente em relação aos Echimyidae, que foi, dentre os grupos estudados, o mais regularmente parasitado por ninfas de carrapatos. Do mesmo modo, os adultos de *A. cajennense* não demonstraram grande afinidade pelos bovinos, apesar de ocorrerem em grande número nas áreas utilizadas por esses animais. É claro que precisamos considerar a influência da resistência de zebuínos a carrapatos (Riek 1962), mas mesmo quando comparamos *A. cajennense* com *A. parvum*, durante a época de maior ocorrência de adultos (estação chuvosa), os primeiros apresentam índices bem menores. Mais uma vez, isso indica uma restrição dos adultos dessa espécie em parasitar o gado.

Em relação ao comportamento em vida livre, *A. cajennense* se reafirma como uma espécie amplamente plástica quanto às estratégias utilizadas para encontrar seus hospedeiros. Tal plasticidade pode ser notada pelos altos números de espécimes imaturos e adultos obtidos pelas diversas técnicas de coleta empregadas e em diferentes horários. Além disso, nas áreas florestadas, carrapatos dessa espécie parecem se distribuir de forma homogênea por toda sua extensão, tanto nas áreas de borda, nas quais se concentram os caraguateiros, quanto no centro, nas áreas livres de caraguatá, onde foram observados ativos tanto sobre a vegetação quanto no nível do solo, na serrapilheira.

Essa distribuição ambiental ampla de *A. cajennense* favorece a infestação recorrente de hospedeiros que também apresentam maior plasticidade no uso de hábitat. Um bom exemplo desse favorecimento pode ser notado na relação do carrapato com o porco monteiro. Esses animais apresentaram índices muito altos de infestação por adultos e ninfas de *A. cajennense*. Esses espécimes podem ser obtidos em situações diversas, tanto nos caraguateiros, que são locais muito utilizados pelos porcos em situações de perigo, conforme observado durante as ocasiões de captura, quanto no centro das formações florestais, que também são intensamente exploradas por essa espécie.

Essas observações nos fazem perceber que tanto as características do hospedeiro quanto do parasita fazem do porco monteiro um hospedeiro eficaz para *A. cajennense* no Pantanal. Esse hospedeiro congrega várias características, como a alta infestação natural por imaturos e adultos e suficiente desempenho de ambos em situação experimental, o grande tamanho populacional existente na região, além do acesso a muitas áreas pela não restrição por cercas convencionais, que o torna, entre todas as espécies avaliadas neste estudo, a de melhor potencial para manutenção e dispersão de *A. cajennense*.

No caso dos bovinos, também observamos altas infestações por ninfas e evidência do sucesso de alimentação em condições naturais e experimentais. Além disso, em áreas em que o gado não estava presente, as infestações por adultos foram menores em relação àquelas em que o gado poderia representar um recurso extra para a alimentação de ninfas. Entretanto, as mesmas áreas

não apresentam incremento do número de ninfas, o que seria esperado pela conversão do número de adultos em novos imaturos. Assim, uma conclusão importante é a de que, mesmo com o efeito amplificador do gado, em algum momento, o ciclo do carrapato é interrompido e não há aumento de toda a população. Seria plausível imaginar que quantidade de hospedeiros tanto para larvas quanto para adultos circulando em ambas as áreas seja similar, exercendo um tipo de efeito "tampão".

A. parvum, por sua vez, tem a forma adulta principalmente associada a carnívoros, mas também parasita ou tem o potencial de parasitar muitas outras espécies, como caprinos e bovinos, conforme demonstrado em infestações experimentais e em relatos de associação natural tanto no Brasil quanto na Argentina (Guglielmone & Hadani 1980, 1982, Guglielmone et al. 1990, Mangold et al. 1994, Nava et al. 2006, Olegário et al. 2011). Esses dados da literatura, juntamente com os do presente estudo, registrando adultos dessa espécie também sobre porcos monteiros e, em menor escala, em gado Nelore, reforçam a idéia de que *A. parvum* tende a ser mais generalista quanto aos hospedeiros para formas adultas do que se acreditava.

Já no caso das formas imaturas dessa espécie, observou-se, dentre os hospedeiros avaliados, parasitismo quase exclusivo nos pequenos mamíferos, tendo sido encontradas formas ingurgitadas de larvas e ninfas nos três grupos (Echimyidae, Sigmodontinae e Marsupialia). Trabalhos na Argentina também mostraram que os únicos hospedeiros para imaturos de *A. parvum* foram pequenos mamíferos, porém da família Caviidae (Nava et al. 2006). Desse modo, pode-se inferir que há um padrão de associação de larvas e ninfas de *A. parvum* com pequenos mamíferos, mas que varia em termos de grupos parasitados e intensidade de infestação. Essas variações poderiam depender da composição e abundância de espécies hospedeiras nos diferentes locais, pois as comunidades de pequenos mamíferos do Pantanal diferem daquelas das áreas estudadas na Argentina.

O conhecimento sobre as estratégias e os hábitats utilizados por *A. parvum* ainda permanece incompleto. É notório, pelo número reduzido de espécimes obtidos pelas técnicas mais utilizadas no presente estudo, que essa espécie explora outras formas de acesso aos hospedeiros, ou ainda, que tem restrições a algum fator abiótico em relação a sua permanência no ambiente

em vida livre. As comparações das infestações entre áreas com e sem caraguateiros nas mesmas formações florestais, por sua vez, demonstraram que pelo menos para as formas adultas, há uma tendência à concentração nos caraguateiros. Durante a estação chuvosa, quando foram feitas essas comparações, não foram registradas formas imaturas. Também não foram feitas amostragens direcionadas a essas comparações durante a estação seca, quando parece ocorrer maior quantidade de imaturos de *A. parvum*, segundo dados para a espécie na Argentina. Desse modo, não temos evidência direta do uso dos caraguateiros também pelos imaturos.

Por outro lado, a constatação de parasitismo intenso de pequenos mamíferos por imaturos de *A. parvum* são um forte indício de que os caraguateiros sejam utilizados também por larvas e ninfas. Coincidentemente, há utilização frequente dos caraguateiros pelos pequenos mamíferos, principalmente pelo equimídeo *T. pachyurus*, que foi o mais infestado por imaturos de *A. parvum.* Todas essas observações necessitam investigação mais aprofundada, mas sugerem fortemente que os caraguateiros representam importantes centros de infestação por carrapatos nas áreas florestadas e que compõem um microhábitat diferencial para manutenção de *A. parvum.*

Caso os caraguateiros sejam realmente locais prioritários de encontro entre *A. parvum* e seus hospedeiros, isso explicaria a baixa infestação relativa de adultos dessa espécie no gado. Como já foi dito, bovinos parecem ser suscetíveis a adultos de *A. parvum*, mas no Pantanal, a infestação não foi tão alta, apesar de fêmeas dominarem as infestações nesse hospedeiro durante a época de pico de adultos. Os bovinos, talvez por conta do hábito gregário e do maior porte em relação a muitos animais selvagens no Pantanal, não possuem tantos predadores quanto esses últimos. Desse modo, como os caraguateiros são utilizados como refúgio contra predadores para animais como porco monteiro, tamanduá mirim, pequenos mamíferos, entre outros, a possibilidade de infestação nesse ambiente é maior para outras espécies que não o gado.

A. parvum ocorreu em grande número nas áreas avaliadas, e isso se evidenciou pelas coletas com armadilhas de gelo seco e pela intensa infestação nos pequenos mamíferos. Entretanto, o porco monteiro e o gado Nelore apresentaram infestação bem menor por adultos desse carrapato. Pelos resultados deste trabalho e por informações sobre *A. parvum* em diversos

hospedeiros, há potencialmente uma afinidade maior pelo gado que pelo porco, apesar dos níveis de infestação mostrarem o contrário. O padrão de infestação observado, então, deve-se antes às possibilidades de encontro entre hospedeiro e parasita, como já discutido sobre o comportamento de uso das formações florestais pelo gado e porco monteiro e pela ocorrência diferencial de *A. parvum* dentro dessas formações. De modo similar, *A. cajennense* apresentou alta infestação ambiental nas áreas de uso por todos os hospedeiros, mas não ocorreu igualmente em todos eles. Adultos não ocorrem com frequência sobre o gado e imaturos não parasitaram efetivamente os pequenos mamíferos. Entretanto, observaram-se altos níveis de infestação por adultos e ninfas em porcos monteiros e por ninfas em gado Nelore.

Por fim, verificamos que as relações entre os carrapatos *A. parvum* e *A. cajennense* e os porcos monteiros, gado Nelore e pequenos mamíferos, na região estudada, são o resultado de interações complexas entre as características dos parasitas e dos hospedeiros no contexto do ambiente específico do Pantanal. Assim, a infestação nos hospedeiros não é mero reflexo da infestação ambiental e isso se evidencia para as duas espécies de carrapato em relação aos hospedeiros avaliados.

Referências bibliográficas

Abreu UPG, Santos AS. 2010. Produção e conservação: entraves e oportunidades rumo à sustentabilidade, o caso do Pantanal. *VII Simpósio de Produção de Gado de Corte*. Pp.97-120.

Alho CJR, Larcher TE, Goncalves HC. 1988. Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. *Bioscience*, 38 (3): 164-171.

Alho, Cleber JR, and Thomas E. Lacher Jr. "Mammalian conservation in the Pantanal of Brazil." *Latin American Mammalogy. History, Biodiversity, and Conservation*. University of Oklahoma. Norman, Oklahoma (1991): 280-294.

Alho CJR. 2005. The Pantanal. Pp. 203-271. In: Fraser LH & Keddy PA. *The World's Largest Wetlands–Ecology and Conservation*. Cambridge University Press, New York.

Campos-Pereira M, Szabó MPJ, Bechara GH et al. 2000. Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 37(6): 979-983.

Cançado PHD. 2008. Carrapatos de animais silvestres e domésticos no Pantanal sul Mato-grossense (Sub-região da Nhecolândia): espécies, hospedeiros e infestações em áreas com diferentes manejos. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 65p.

Desbiez ALJ, Bodmer RE, Santos SA. 2009. Wildlife habitat selection and sustainable resources management in a Neotropical wetland. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 1(1): 011-020.

Figueiredo LTM, Badra SJ, Pereira LE, Szabó MPJ. 1999. Report on ticks collected in the Southeast and Mid-West regions of Brazil: analyzing the potential transmission of tick-borne pathogens to man. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32(6): 613-619.

Guglielmone AA, Hadani A. 1980. Hallazgos de *Amblyomma parvum* Aragão, 1908, em Catamarca y Salta. *Revista de Medicina Veterinaria*, 61 (2): 121-129.

Guglielmone AA, Hadani A. 1982. Amblyomma ticks found on cattle in the Northwest of Argentina. *Annuales de Parasitologie*, 57:91- 97.

Guglielmone AA, Mangold AJ, Aguirre DH, Gaido AB. 1990. Ecological Aspects of Four Species of Ticks Foundnon Cattle in Salta, Northwest Argentina. *Veterinary Parasitology*, 35: 93-101.

Harris MB, Tomas W, Mourao G, Silva CJ, Guimaraes E, Sonoda F, Fachim E. 2005. Safeguarding the Pantanal Wetlands: Threats and Conservation Initiatives. *Conservation Biology*, 19 (3): 714–720.

Labruna MB, Jorge RSP, Sana DA. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 36 (1-2): 149-163.

Mamede SB, CJR Alho. 2006. Response of wild mammals to seasonal shrinking-and-expansion habitats due to flooding regime the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* ,66(4): 991-998.

Mangold AJ, Aguirre DH, Guido AB, Guglielmone AA. 1994. Seasonal variation of ticks (Ixodidae) in *Bos taurus* X *Bos indicus* cattle under rotational grazing in forested and deforested habitats in northwestern Argentina.*Veterinary Parasitology*, 54:389-395.

Martins JR, Medri IM, Oliveira CM, Guglielmone AA. 2004. Ocorrência de carrapatos em tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) na região do Pantanal Sul Mato-Grossense, Brasil. Ciência Rural 34(1): 293-295.

Medri IM, Martins JR, Doyle RL et al. 2010. Ticks (Acari: Ixodidae) from Yellow Armadillo, *Euphractus sexcinctus* (Cingulata: Dasypodidae), in Brazil's Pantanal Wetlands. *Neotropical Entomology*, 39 (5): 823-825.

Myers N et al. 2000. Biodiversity hotpots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.

Nava S, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2006. The natural hosts for larvae and nymphs of *Amblyomma neumanni* and *Amblyomma parvum* (Acari: Ixodidae). *Experimental & Applied Acarology*, 40: 123-131.

Nava S, Szabó MPJ, Mangold AJ, Guglielmone AA. 2008. Distribution, hosts, 16S rDNA sequences and philogenetic position of the Neotropical tick Amblyomma parvum (Acari, Ixodidae). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 102: 409-425.

Olegário MMM, Gerardi M, Tsuruta SA, Szabó MPJ. 2011. Life cycle of the tick *Amblyomma parvum* Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae) and suitability of domestic hosts under laboratory conditions. *Veterinary Parasitology,* 179: 203-208.

Olifiers N. 2010. Life-history and disease ecology of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal. *Doctoral Dissertatio*n, University of Missouri. 149p.

Oliveira-Filho AT. 1992. Floodplain 'murundus' of Central Brazil: Evidence for the termite-origin hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 8: 1-19.

Riek RF. 1962. Studies on the reaction of animals to infestation with ticks. VI. Resistance of cattle to infestations with the tick *Boophilus microplus*. *Australian Journal of Agriculture Research*, 13: 532-550.

Rocha FL. 2006. Áreas de uso e seleção de habitats de três espécies de carnívoros de médio porte na Fazenha Nhumirim e arredores, Pantanal da

Nhecolândia, MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Corumbá, MS. 92p.

Silva MP, Mauro R, Mourão G, Coutinho M. 2000. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica*, 23 (2): 143-152.

Szabó MPJ, Castro MB, Ramos HGC et al. 2007. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in Southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, 143 (2): 147-154.

Trole M. 2003. Mammal survey in the Southeastern Pantanal, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 12: 823-836.

Widmer CE, Azevedo FCC, Almeida AP, Ferreira F, Labruna MB. Tick-Borne Bacteria in Free-Living Jaguars (*Panthera onca*) in Pantanal, Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11 (8): 1001-1005.