

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS – FCBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE



INSETOS NECRÓFAGOS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO CENTRO-OESTE
DO BRASIL: IMPLICAÇÕES PARA A ENTOMOLOGIA FORENSE.

Mirian Silvéria de Souza

Dourados-MS

Fevereiro – 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS – FCBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE

INSETOS NECRÓFAGOS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO CENTRO-OESTE DO
BRASIL: IMPLICAÇÕES PARA A ENTOMOLOGIA FORENSE.

Mirian Silvéria de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Orientador

Dr. Mateus Pepinelli

Co-orientador

D. Fabio de Oliveira Roque

Dourados-MS

Fevereiro – 2012

INSETOS NECRÓFAGOS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO CENTRO-OESTE
DO BRASIL: IMPLICAÇÕES PARA A ENTOMOLOGIA FORENSE.

Dissertação de Mestrado
Mirian Silvéria de Souza

Banca examinadora da defesa

Dr. Eduardo Mitio Shimbori

Prof. Dr. Jairo Campos Gaona

Orientador: Prof. Dr. Mateus Pepinelli

Dourados – MS

Fevereiro-2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Aos meus pais Mariano de Souza Porto e Ivanilda Silveria Amorim por acreditar e sempre me apoiar em minhas decisões e pelo carinho, e ao meu avô José Porto pelos ensinamentos, amor e carinho. E meu irmão Ilan Silveria de Souza.

Agradeço aos meus amigos Carolina Bellodi, Cristiane Batista Almiron, Jorge L. Papadopolus por sempre estarem perto como amigos e companheiros de estudos e festas, e minhas amigas que considero como irmãs Thieli Zanchett e Handrelise Menezes.

Aos colegas e amigos de curso pelas conquistas e angustias que passamos juntos a mais uma conquista pelo título de mestre, Elaine Corrêa, Jaqueline, Marina, Marcio Carneiro, Marciel Rodrigues, Tiago Auko, Carolina Trindade, Eduardo.

A minha parceira de coletas, festas, muitas risadas Letícia Bavutti. A Suzana, Emilio Colzani, Manuel Demetrio, pela amizade e disponibilidade em ajudar. E a todos os membros do Grupo Coexistência.

Em especial agradeço ao Dr. Mateus Pepinelli e Dr. Fábio de Oliveira pela orientação e desenvolvimento desta dissertação e obtenção ao título de mestre. Agradeço ao Perito Eduardo Carvalho e ao Instituto de Perícias e Criminalística pela parceria no projeto. Ao programa de Pós Graduação e professores.

À Fazenda California pela oportunidade de coletas e alojamento. A prefeitura de Costa Rica pelo auxílio, e ao Buraco das Araras pela oportunidade de trabalho desenvolvido.

E programa Fundação de Desenvolvimento do Ensino Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul – Fundect/MS, pela concessão de bolsa do mestrado.

A banca julgadora pela participação e sugestões.

PREFÁCIO

A apresentação desta dissertação está em formato de artigo conforme orientação do regimento do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade/PPGECB-UFGD. A formatação está em conformidade com as normas da revista “Forensic Science International”, disponível na página <http://ees.elsevier.com/fsi/> e anexada no final desta dissertação. Após as contribuições da banca, o artigo será corrigido, revisado, traduzido para a língua inglesa e submetido à revista “Forensic Science International”.

SUMÁRIO

Resumo	2
Abstract	3
Introdução.....	4
Material e Métodos	7
Coleta dos organismos.....	7
Caracterização ambiental e Métricas de paisagem.....	9
Análises dos dados	11
Resultados	11
Discussão.....	16
Implicações para entomologia forense.....	20
Referências	21
Anexo 1.	25
Anexo 2	31
Anexo 3.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Correlação dos eixos DCA da ordens Coleoptera e Diptera vs PCA variáveis ambientais.....	17
Tabela 2. Pontos de coleta no estado do Mato Grosso do Sul com informações sobre característica fisionômica do fragmento amostrado e métricas de paisagem dos fragmentos (variáveis ambientais).....	28
Tabela 3. Abundância de comunidades de insetos necrófagos nos fragmentos florestais amostrados.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Correspondência destendenciada (DCA) para a Ordem Diptera relacionada com os fragmentos amostrados.....	14
Figura 2. Análise destendenciada (DCA) de Coleoptera família Scarabaeidae, relacionada com fragmentos amostrados no estado do Mato Grosso do Sul.....	15
Figura 3. PCA de métricas de paisagem em relação ao uso do solo pelos fragmentos amostrados.....	16
Figura 4. Mapa do Estado do Mato Grosso do Sul, com indicação dos pontos de coleta, de acordo com os códigos apresentados na tabela 1.....	26
Figura 5. Esquema de amostragem dos insetos necrófagos. A: Vista geral de um dos locais de amostragem (BP); B: Vista geral da armadilha piramidal modificada de Alencar (2007); C: Detalhe da armadilha.....	27

INSETOS NECRÓFAGOS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL: IMPLICAÇÕES PARA A ENTOMOLOGIA FORENSE.

Mirian Silvéria de Souza^a, Eduardo de Carvalho de Almeida^b, Fabio de Oliveira Roque^c, Mateus Pepinelli^d.

^a Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, Rodovia Dourados/Itahum Km 12 Caixa Postal 322, CEP: 79804-970, Dourados/MS. Brasil. e-mail: mirian_silveria@yahoo.com.br

^b Secretaria de Estado de Justiça E Segurança Pública, Coordenadoria Geral de Perícias. Avenida Filinto Muller, 1530 Jardim Ipiranga, CEP: 79074-460 - Campo Grande, MS – Brasil Telefone: (67) 33456703 Ramal: 6719 Fax: (67) 33461214. E-mail: duplahelice2@hotmail.com

^c Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CCBS. Cidade Universitária, Caixa Postal 549, CEP: 79070-900 - Campo Grande, MS – Brasil. e-mail: roque.eco@gmail.com

^d Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Hidrobiologia. Rodovia Washington Luís (SP-310), Km 235, CEP: 13565905 - São Carlos, SP - Brasil - Caixa-Postal: 676, Telefone: (16) 33518316 Fax: (16) 33518310. E-mail: mateuspepi@yahoo.com.br

Resumo

A entomologia forense é uma ciência e uma ferramenta para investigação criminal baseada na identificação e no conhecimento sobre taxonomia e ecologia de espécies necrófagas. Com o objetivo de responder qual é a relação entre as comunidades de insetos necrófagos em diferentes tipos de fragmentos (em escala de paisagem) e quais as potenciais implicações para os estudos forenses, avaliamos a diversidade de insetos necrófagos em 17 fragmentos florestais localizados em áreas de Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal no centro-oeste brasileiro, particularmente no estado de Mato Grosso do Sul. Para o levantamento da fauna necrófaga utilizamos armadilha piramidal modificada, com iscas de carne bovina em deteriorização para atração dos insetos. Nós realizamos análises DCA de correlação entre os fragmentos e as espécies, PCA entre as métricas de paisagem e as variáveis ambientais (cobertura florestas, pastagem, área agrícola, edificações, áreas úmidas) por meio de testes estatísticos no programas SAM 4.0 e PAST 2.14. As métricas para cada fragmento foram tiradas em um buffer de 500m de raio. Foram coletados 2.433 indivíduos da Ordem Diptera e 165 da Ordem Coleoptera, nesta última todos pertencentes à família Scarabaeidae com a identificação de 11 gêneros e 30 espécies e/ou mofoespécies. Da ordem Diptera, foram identificadas 26 espécies no total, distribuídas nas seguintes famílias: Calliphoridae (17 espécies), Neriidae (2 espécies), Sepsidae (2 espécies), Syrphidae (2 espécies), Stratiomyidae (1 espécie) e Ropalomeridae (2 espécies). A espécie *Chloroprocta idioidea* apresentou maior abundância total (n=1008), e *Chrysomya albiceps* foi à segunda espécie mais abundante nas amostras com 486 indivíduos. A DCA para os dados de comunidade de Diptera evidenciaram a correlação da distribuição das espécies entre os fragmentos. As espécies sinantrópicas *C. albiceps*, *C. idioidea*, *C. putoria*, *H. segmentaria* apresentaram maior relação com fragmentos próximos a áreas urbanas. As espécies com exigências de habitat maiores com cobertura florestal densa como *O. longicornis*, *Ryitidops sp.* e *W. pleuropuncta* apresentam relação com áreas mais conservadas. A DCA com dados sobre Scarabaeidae apresentou uma relação dispersa pra o grupo. A PCA entre as possíveis relações das variáveis ambientais e abundância das espécies resultou em três componentes que juntos explicaram 98% da variabilidade, eixo 1 responsável por 80% representando a variável ambiental cobertura florestal. A correlação entre os eixos de DCA vs os eixos de PCA para ambas as ordens e as métricas da paisagem (variáveis ambientais), mostrou que não houve significância entre as análises. As métricas de paisagem abordadas não foram capazes de explicar a relação que estas comunidades têm com os fragmentos, o que mostra a dificuldade em prever a composição da fauna para insetos forenses que apresentam uma ampla distribuição e alta sinantropia.

Palavras chave: ciência forense, entomologia forense, ecologia de paisagem, métricas de paisagem, comunidades necrófagas

Abstract

Forensic entomology is a science and a tool for criminal investigation based on the identification and knowledge of taxonomy and ecology of necrophagous species. In order to answer what is the relationship between the insect communities in different types of fragments (landscape scale), considering the diversity of necrophagous insect communities and their potential implications for forensic studies, we evaluated the diversity of necrophagous insects in 17 forest fragments located in areas of Cerrado, Atlantic Forest and Pantanal in central-west region of Brazil, particularly in the state of Mato Grosso do Sul. We used modified pyramid traps with rests of organic tissues (cattle) in deterioration in order to attract necrophagous insects. We performed DCA analysis of correlation between the fragments and species, PCA between landscape metrics using environmental variables (forest cover, grassland, farmland, buildings, wetlands) using statistical tests in the softwares SAM 4.0 and PAST 2.14. Landscape metrics for each fragment were taken in buffers with radius of 500m. We collected 2433 individuals of the Order Diptera and 165 of the Order Coleoptera, the latter belonging to the family Scarabaeidae with the identification of 11 genera and 30 species (considering morphospecies). Of the order Diptera, 26 species were identified in total, distributed in the following families: Calliphoridae (17 species), Neriidae (2 species), Sepsidae (2 species), Syrphidae (2 species), Stratiomyidae (1 species) and Ropalomeridae (2 species) The species *Chloroprocta idioidea* had a higher total abundance (n = 1008) with *Chrysomya albiceps* was the second most abundant species in the samples with 486 specimens. The DCA data for the community of Diptera showed the correlation of species distribution between the fragments. The synanthropic *C. albiceps*, *C. idioidea*, *C. putoria*, *H. segmentaria* showed higher correlation with fragments close to urban areas. The species with habitat requirements of dense forest cover as *O. longicornis*, *Ryitidops* sp. and *W. pleuropuncta* are related to conserved areas. The DCA with Scarabaeidae data showed a dispersed relationship to this group and the fragments. The PCA of possible relationships between environmental variables and species abundance resulted into three components that together explained 98% of the variability, axis 1 accounted for 80% representing the environmental variable forest cover. The correlation between DCA vs PCA for both orders and landscape metrics (environmental variables) showed no significant differences. The landscape metrics discussed were not able to explain the relationship with the community fragments, which shows the difficulty of predicting the composition of forensic insect fauna that have a wide distribution and high synanthropy.

Keywords: Forensic entomology, landscape ecology, landscape metrics, necrophagous communities.

Introdução

O primeiro relato da utilização da entomologia forense foi documentado em meados do século XIII na China com os manuscritos de medicina legal de Sung Tzu, aonde ele descreve o caso de um lavrador que foi assassinado por uma foice. Para tentar identificar o assassino, os lavradores suspeitos foram obrigados a apresentarem seus instrumentos de trabalho. Em uma das foices havia acúmulo de moscas varejeiras atraídas por restos de sangue e tecidos aderidos ao instrumento, que estavam invisíveis a olho nu. Esse foi o primeiro registro onde a presença de insetos ajudou a identificação do assassino e a solucionar um crime [1, 2].

A utilização desse conhecimento por parte da medicina legal se deu em 1855, na França, pelo médico Bergeret que usou os insetos como indicadores forenses. No entanto, esta ciência só se tornou mundialmente conhecida em 1894 com a publicação do livro “*La faune des cadavres*” por Mégnin [2, 3]. No Brasil, o início dos estudos de entomologia forense foi em 1908 por Paulo Freire. Ele apresentou a primeira coleção de insetos necrófagos, cuja maioria dos espécimes foram coletados em cadáveres humanos e em experimentos com animais [3]. Nas últimas décadas, a entomologia forense tem crescido mundialmente, inclusive a coleta de informações sobre insetos tem sido comum nas atividades rotineiras das perícias, contribuindo para diagnósticos mais precisos sobre os crimes.

Uma das vertentes da entomologia forense fundamenta-se em informações de distribuição dos organismos e das condições ambientais para inferir sobre a cena ou sobre a localidade do crime. Diversos casos [2, 4, 5] relatam que as diferenças na composição de insetos nos cadáveres podem influenciar o laudo pericial com informações como: indicação se o cadáver foi removido de um lugar para o outro, determinação do local da morte, por exemplo, em habitat urbano ou rural, etc.

A necessidade de se obter informações sobre a relação entre espécies animais e o ambiente tem aproximado os campos da ecologia, biogeografia e da criminalística no intuito de entender as relações casuais que ocorrem quando um crime com morte acontece. Em outras palavras, estas três áreas de estudo apresentam um desafio comum de entender como a biodiversidade responde à fatores ambientais de forma previsível.

Em muitos assassinatos, os cadáveres são depositados em fragmentos florestais e existe tendência de remoção do corpo pelo executor do crime a fim de ocultar provas [5], principalmente em áreas próximas a grandes centros urbanos. Portanto, entender como a fauna necrófaga responde às características ambientais de fragmentos florestais é essencial para o uso desta informação em diagnósticos de crimes.

Vários estudos [21, 22, 23, 45, 46] têm sido realizados para entender a influência de características da paisagem em comunidades biológicas e, de modo geral, as sínteses sobre fragmentos florestais têm indicado alguns padrões comuns: as respostas ao processo de fragmentação e mudança de paisagem são geralmente variadas, as espécies apresentam estratégias diferentes ao longo da sua história evolutiva, sendo portanto afetadas de diversas formas [6]. Além dos efeitos da perda de habitat, organismos que permanecem em fragmentos experimentam condições semelhantes a dos habitats que envolvem a matriz florestal. As condições ambientais da matriz circundante podem afetar o potencial de sobrevivência das espécies que são dependentes do habitat original, e também pode ser uma fonte de espécies oportunistas que podem colonizar [7, 8] os habitat remanescentes e, como consequência, modificam a composição de espécies e a estrutura das comunidades locais [9].

A despeito da importância de se conhecer os efeitos da paisagem sobre a fauna de insetos necrófagos, nenhum trabalho publicado focou diretamente nas respostas da

fauna necrófaga conjuntamente com as características de fragmentos florestais em escala de paisagem.

Neste estudo, nós avaliamos a diversidade de insetos necrófagos em 17 fragmentos florestais localizados em áreas de Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal no Centro-Oeste brasileiro, particularmente no estado de Mato Grosso do Sul. Nosso objetivo é responder qual relação das comunidades de insetos necrófagos em diferentes tipos de fragmentos (em escala de paisagem) e qual a implicação para os estudos forenses.

Selecionamos dois grupos de insetos tipicamente associados a cadáveres: Diptera e Coleoptera, pois, estas ordens compreendem os principais grupos usados como indicadores forenses [4, 5, 10, 11]. De modo complementar, discutimos as implicações dos resultados desse estudo no contexto da seleção de indicadores para entomologia forense, tanto o uso direto dos insetos como indicadores de condições ambientais - tópico que tem sido amplamente debatido em entomologia forense - como o uso de métricas de paisagem como *surrogates* de diversidade de insetos, tema ainda pouco explorado e com potencial de tornar o uso de informações biológicas na entomologia forense mais preditivo e aplicável em escala regional.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em 17 fragmentos florestais (ver Tabela 2, Anexo 1 e mapas Anexo 2) no estado do Mato Grosso do Sul (Figura 4, Anexo 1). O estado possui características fitofisionômicas variadas com áreas de Mata Atlântica, Chaco, Amazônico, Floresta Meridional, Cerrado, Pantanal e áreas modificadas por plantações e pastagens que compõe um mosaico de manchas [12].

Coleta dos organismos

Em cada fragmento foram instaladas três armadilhas piramidais modificadas segundo Alencar [13], como ilustrada na figura 5 (Anexo 1). A base da armadilha foi feita com garrafa pet de 2L invertida e contendo no interior uma garrafa pet de 600 mL como um funil para passagem e aprisionamento das moscas; a armadilha foi envolvida com tecido voal e uma bandeja com composto de detergente, água e sal foi colocada sob cada armadilha para captura de insetos que a visitam, mas não são aprisionados.

As armadilhas foram montadas com distância mínima de 100 metros entre elas. Para padronizar as coletas, nós posicionamos as armadilhas no interior dos fragmentos, distanciando-as 50 metros da borda do fragmento a evitar o efeito de borda. De acordo com Laurance [14], os efeitos de borda são mais evidentes até 500m em direção ao interior da floresta, no entanto Rodrigues [15] relata que os efeitos são frequentemente mais intensos nos primeiros 35m.

Ao longo dos processos de decomposição do cadáver a fauna tendem a variar nos diferentes estágios de putrefação[2, 5, 4] e exploram diferentes partes do cadáver em decomposição [11], para aumentar a probabilidade de captura de diversos grupos um período reduzido de tempo, nós utilizamos uma mistura de carnes bovina (gordura,

fígado, osso) de 0,5 kg por armadilha, em diferentes estágios de decomposição, entre 7 a 10 dias em temperatura ambiente.

Embora reconhecemos que o melhor modelo animal para trabalhos de entomologia forense relacionados a intervalo pós-morte, sucessão cadavérica e testes toxicológicos sejam porcos [2, 4, 5], consideramos que o uso de carne bovina é suficiente para o escopo deste trabalho de comunidade, uma vez que os insetos geralmente não são específicos a determinado animal e os grupos atraídos são similares [16]. Além disso, optamos em utilizar pedaços de animais, pois além de tornar possível esse tipo de estudo, que exige fazer coletas em várias localidades com resposta rápida de colonização, consideramos a ética de amenizar o sacrifício de animais.

As armadilhas permaneceram em campo por 48 horas, o tempo foi definido a partir de trabalhos pilotos, nos quais detectamos quais iscas e qual o tempo de decomposição seriam melhor para atrair os insetos necrófagos em um período de 48 horas. Os fragmentos foram amostrados no período de outubro a maio de 2011 e os espécimes foram acondicionados em álcool PA 96% para possíveis análises moleculares.

Os espécimes de Diptera foram identificados utilizando chaves propostas por Carvalho [18] e MacAlpine [19], enquanto os Coleoptera foram identificados de acordo com Vaz-de-Mello [20] e através de consultas realizadas a especialistas. As amostras foram analisadas no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados e no Laboratório de Zoologia Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Os espécimes estão depositados em coleções entomológicas das instituições supracitadas.

Caracterização ambiental e Métricas de paisagem

Nosso primeiro passo na criação de métricas de paisagem foi delinear "buffers" em torno de cada um dos locais amostrados. Há pouca informação a respeito dos efeitos de variáveis da paisagem sobre invertebrados (múltiplos táxons) e sobre a habilidade de dispersão destes organismos em regiões tropicais. Assim na ausência de informação, nós escolhemos tamanho de "buffer" de 500 m de raio (procedimento similar ao adotado por Roque [21]). Nós utilizamos pesquisas anteriores sobre insetos aquáticos e terrestres e dados sobre uso da terra para escolher as métricas, as quais hipoteticamente podem afetar as assembleias de invertebrados em escala de paisagem, ver [22, 23, 24].

Durante todo processo de armazenamento e manipulação dos dados alfanuméricos levantados em campo foi empregado o *software* Spring 5.0.6, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para obtenção das imagens de satélite e coordenadas geográficas, referentes aos pontos para georreferenciamento, foi utilizado o *software* Google Earthtm. A decisão em utilizar as imagens do Google Earthtm se deve ao fato de que neste estudo procuramos utilizar imagens gratuitas e de alta resolução, que em algumas regiões a resolução disponível chega a centímetros de precisão, além de já contar com as imagens pré-georreferenciadas e de fácil manuseio. Portanto, as imagens das áreas de estudo, obtidas do Google Earthtm, foram convertidas em formato Tagged Image File Format (Tiff), depois transformadas no formato Spg, através do módulo Imprima 5.0.6, e salvas em três diferentes bandas espectrais: Banda 1 (*Red*), Banda 2 (*Green*) e Banda 3 (*Blue*). Este processo possibilita obter uma imagem de composição colorida no final do processo.

Para manusear a imagem e realizar os processos de cálculos de área, foi necessário criar um Banco de Dados Geográfico (BDG), onde no mesmo foi configurado somente um Projeto com a Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), e Datum planimétrico global *World Geographic System* (em português, Sistema Geográfico Mundial) WGS-84. Depois de transformadas do formato Tiff para Spg, as imagens foram georeferenciadas no módulo principal, o Spring 5.0.6, com a utilização do modo teclado, onde eram inseridos os pontos de controle no painel e visualizadas na tela auxiliar, enquanto com o Google Earthtm, eram verificadas as coordenadas e retirados os valores para efetuar o georreferenciamento.

Posteriormente à criação do retângulo envolvente, e definição da projeção WGS84 para o BDG e importação das imagens registradas, foram criados dois modelos de dados, com as seguintes categorias: Imagem e Temático. A identificação dos objetos na imagem e sua vetorização foram baseadas, primeiro, pela delimitação da área, com a identificação do ponto de amostragem e criação de *buffer*, um círculo com 500m de distância do ponto de amostragem. Depois disso, foi realizada a vetorização através da interpretação visual, formando as seguintes classes temáticas: cobertura de floresta; área de pastagem; área agrícola (plantio de cana-de-açúcar, soja, milho); áreas úmidas (incluindo rios); edificações (incluindo construções, malha viária).

No final do processo, todas as cartas de imagens das regiões de estudo foram elaboradas através do módulo Scarta 5.0.6, incluindo as grades de coordenadas geográficas, escalas, norte geográfico e legenda, além de outros dados pertinentes (ver anexos).

Análises dos dados

Nós usamos análises de componentes principais - PCA para reduzir a dimensionalidade e multicolinearidade dos dados de paisagem [25]. Os eixos foram selecionados usando método de Broken-Stick Model [26, 27] e usados como variáveis independentes nas análises de correlação.

Para explorar o padrão geral de associação entre a fauna e locais de coleta, nós aplicamos análise de correspondência destendenciada – DCA [28]. A projeção dos pontos nos dois primeiros eixos selecionados foi usada como variável dependente que expressa o padrão principal de distribuição da fauna nos fragmentos.

A associação entre organização da comunidade nos fragmentos (eixos da DCA) e preditores de paisagem (eixos extraídos da PCA) foi avaliada através de análise de correlação. Considerando que dados espacializados geralmente apresentam autocorrelação [29] e, portanto, o grau de liberdade pode ser inflado gerando valores subestimados de P , nós calculamos a correlação, reportando os valores de P ajustados de acordo com o método de Dutilleul [30].

As análises foram realizadas no pacote estatístico Spatial Analysis in Macroecology v. 4.0, SAM [31] e Palaeontological Statistics 2.14, PAST [32].

Resultados

Foram coletados 2.433 indivíduos da ordem Diptera e 165 Coleoptera, nesta última todos pertencentes à família Scarabaeidae com a identificação de 30 espécies (e/ ou morfoespécies) em 11 gêneros. Entre os Diptera, foram identificados 26 espécies distribuídas nas seguintes famílias: Calliphoridae (17 espécies), Neriidae (2 espécies),

Sepsidae (2 espécies), Syrphidae (2 espécies), Stratiomyidae (1 espécie) e Ropalomeridae (2 espécies) (Tabela 3, Anexo 1).

A maior riqueza amostrada foi no fragmentos TB, com 23 espécies, e nos fragmentos TA e TC, respectivamente apresentando um total de 19 e 17 espécies. Esses três fragmentos são caracterizados por uma área de cerrado inserido em uma matriz de pastagem, exceto o fragmento TB que apresenta mata semidecidual.

A maior abundância foi registrada para a espécie *Chloroprocta idioidea* (Rodineau-Dsevoidy, 1830) com total de 1008 indivíduos. *C. idioidea* foi registrada em 13 dos fragmentos amostrados tanto em áreas de cerrado, pantanal e mata atlântica com a maior abundância (n=313) registrada no fragmento TC (um fragmento florestal com características típicas de cerrado inserido em uma matriz de pastagem). *Chrysomya albiceps* Wiedmann foi à segunda espécie mais abundante nas amostras com 486 indivíduos, presente em 16 dos locais amostrados cuja maior abundância foi encontrada no fragmento BR que se caracteriza por uma área de cerrado envolto por áreas abertas de campo. *Mesembrinella bellardiana* (Adrich, 1922) foi coletada em 14 fragmentos com vegetação de cerrado, mata atlântica e pantanal, com uma maior abundância no fragmento BC (floresta estacional decidual com entorno de pequenas áreas de pastagem).

Calliphora lopesi (Mello, 1962) e *Calliphora vicina* (Rodineu-Desvoidy, 1830) ocorreram apenas no fragmento TB, caracterizada por uma área de morro com floresta semidecidual e em seu entorno áreas de pastagens com atividade pecuária.

A espécie *Hermetia ilucens* Linnaeus ocorreu em 6 fragmentos com mata estacional, semidecidual e cerrado, já *Willistoniella pleuropuncta* Wiedmann ocorreu em 4 fragmentos com maior abundância no fragmento BC (n=83), área de floresta

estacional decidual com entorno de pequenas áreas de pastagem, localizado na região da Serra de Bodoquena.

A ocorrência das espécies da família Scarabaeidae variou entre os fragmentos estudados. No fragmento TA foi coletada e identificada 14 espécies enquanto no fragmento CG foram 8. O fragmento TA possui características de cerrado com áreas de pastagem e o fragmento CG encontra-se envolto por matriz urbana com fisionomia típica de cerrado. O gênero *Phanaeus* só ocorreu nos fragmentos TA, TC com características de cerrado e em TB, de floresta semidecidual cujo entorno é representado por uma matriz de pastagem com intensa atividade da pecuária (Tabela 3, em anexo).

C. mixtus foi a espécie mais abundante de Scarabaeidae com 43 indivíduos coletados em 6 fragmentos e *Dichotomius sp1* Hope foi a segunda espécie mais abundante, com 34 indivíduos coletados em 9 fragmentos. As demais espécies apresentaram poucos indivíduos (Tabela 3, em anexo), ou ocorrências pontuais, como *Cophophanaeus sp1* que ocorreu somente em CG.

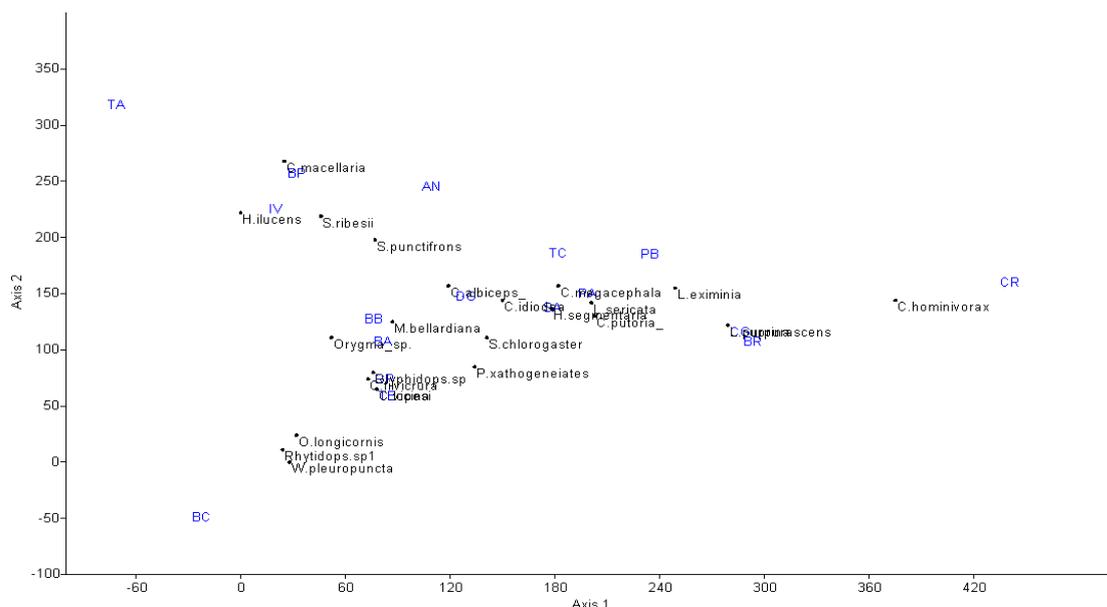


Figura 1. Análise de correspondência destendenciada (DCA) para a Ordem Diptera relacionada com os fragmentos amostrados. Os autovalores para os eixos 1 e 2 DCA foram 0.40 e 0.30 respectivamente.

A DCA para os dados de comunidade de Diptera evidenciou associações entre espécies e fragmentos. De modo geral, a disposição dos fragmentos no plano da ordenação indica um gradiente de paisagem, com os pontos mais conservados ou com maior cobertura vegetal posicionados no lado esquerdo e os pontos caracterizados por áreas menores ou de campo aberto foram ordenados ao centro e no lado direito. As espécies sinantrópicas *C. albiceps*, *C. idioidea*, *C. putoria*, *H. segmentaria*, *L. sericata* apresentaram maior relação com fragmentos próximos a áreas urbanas CG e DG. As espécies *O. longicornis*, *Ryitidops sp.*, *W. pleuropuncta* e *M. bellardiana* apresentam relação com áreas mais conservadas como BA, BB e BC (Figura 1) e *C. megacella* com o fragmento BP, fisionomia de pantanal.

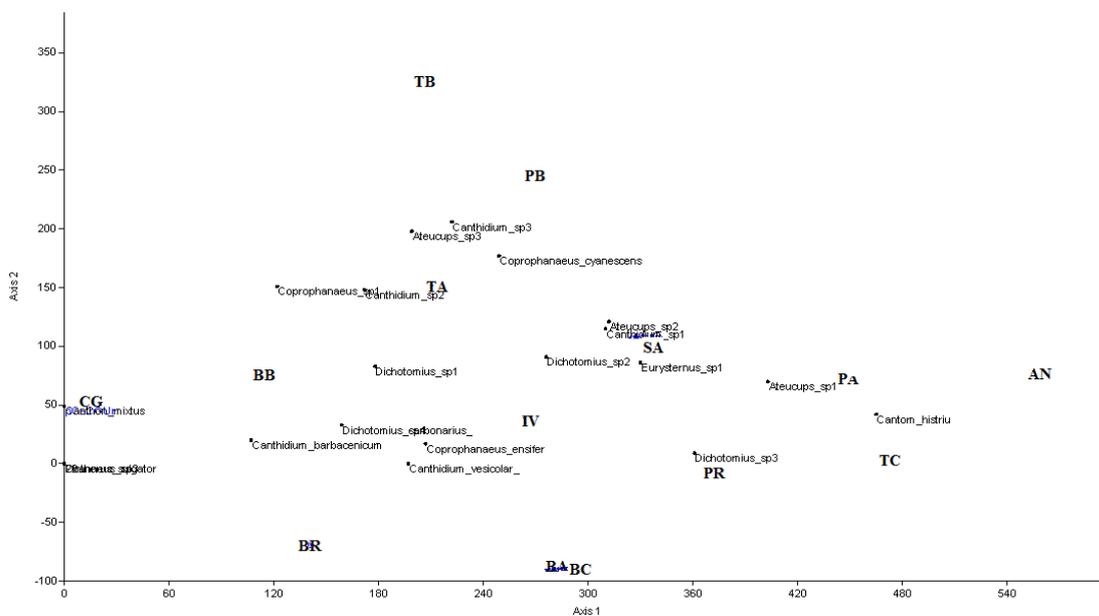


Figura 2. Análise destendenciada (DCA) de Coleoptera: Scarabaeidae, relacionada com fragmentos amostrados no estado do Mato Grosso do Sul.

Para Scarabaeidae, os resultados da DCA demonstram algumas associações entre alguns fragmentos e espécies, entretanto a disposição dos fragmentos no plano de ordenação não evidenciou gradiente ambiental relacionado às características dos

fragmentos (considerando usos do solo) (Figura 2), ou seja, não houve correlação entre espécies e tipo de fragmento estudado.

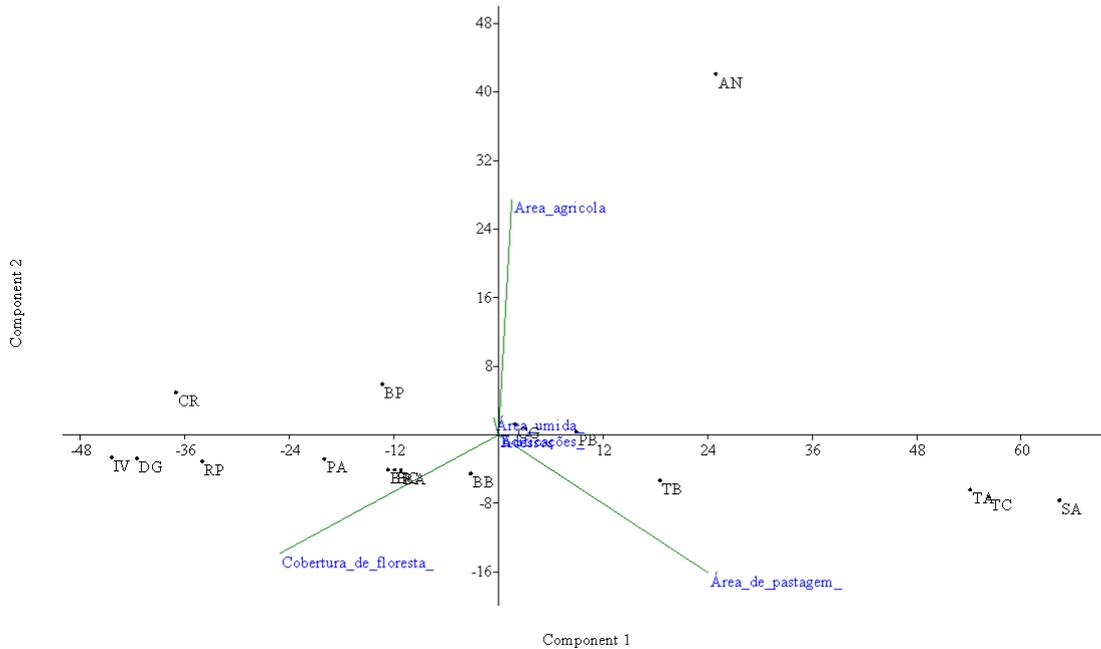


Figura 3. Análise de componentes principais (PCA) de métricas de paisagem em relação ao uso do solo pelos fragmentos amostrados.

A disposição dos fragmentos nos dois primeiros eixos da PCA indica uma ordenação relacionada ao uso do solo, os fragmentos TA, TB, TC e SA apresentaram uma forte relação com “área de pastagem”, incluindo áreas de campos aberto, e os fragmentos dispostos do lado esquerdo no eixo principal relaciona o uso do solo cobertura de floresta com os fragmentos IV, DG, RP, PA, BA, BB, BC. O fragmento AN manteve-se isolado dos demais com maior relação com áreas agrícolas. O autovalor correspondente ao eixo 1 foi de 81% e os dos eixos 2 e 3 foram de 11% e 7% respectivamente, sugerindo que esta PCA foi capaz de expor três principais componente de uso do solo, dois deles ligados ao eixo principal, área de pastagem e cobertura de

floresta. As áreas úmidas e áreas com edificações não foram muito expressivas nesta análise e tiveram uma correlação baixa com os eixos (Figura 3).

Tabela 1. Correlação entre posição dos fragmentos nos eixos DCA extraídas dos dados de Coleoptera e Diptera e suas posições nos eixos da PCA extraídas das variáveis ambientais. *os valores de *p* foram ajustados de acordo com o método de Dutilleul (1993).

DCA vs PCA		r	<i>P</i> * (correlação)
Diptera	Eixo 1 DCA vs PCA eixo1	0.187	0.468
	Eixo 2 DCA vs PCAeixo 1	-0.321	0.26
Coleoptera	Eixo 1 DCA vs PCA eixo 1	-0.066	0.783
	Eixo 2 DCA vs PCA eixo 1	-0.278	0.205

As correlações entre posição dos fragmentos nos eixos DCA extraídas dos dados de Coleoptera e Diptera e suas posições nos eixos da PCA extraídas das variáveis ambientais não foram significativas (Tabela 1).

Discussão

A entomologia forense como ciência é uma ferramenta para investigação criminal e baseia-se na identificação e no conhecimento sobre taxonomia e ecologia de espécies necrófagas. Poucos estudos foram realizados em gradientes ambientais com o intuito de revelar possíveis relações entre a fauna de insetos necrófagos e a paisagem em que estão inseridos em um contexto regional. Esse estudo é pioneiro, pois avalia a distribuição das espécies necrófagas de importância forense e suas relações com métricas de paisagem.

Apesar dos resultados obtidos nas análises de paisagem mostrarem que a fauna não responde previsivelmente às métricas dos fragmentos florestais, algumas espécies

de insetos necrófagos parecem ocorrer apenas em determinados tipos de fragmentos, como áreas florestadas ou campo aberto. Duas espécies, *H. ilucens* e *M. bellardiana* [33, 34] estiveram associadas com a maioria dos locais de densa cobertura florestal corroborando com Ferraz [33] que relacionou estas espécies com áreas conservadas de matas densas e, para *H. iluscens*, com locais de alta umidade [35]. Informações sobre distribuição e ocorrência das espécies são úteis em estudos de entomologia forense, pois podem ajudar a desvendar em quais circunstâncias e em qual local realmente aconteceu o crime [3, 4,5]. Por exemplo, ao identificar a fauna de insetos de um corpo encontrado na Flórida os especialistas identificaram uma espécie de Diptera que não ocorria na região, mas apenas ao norte dos Estados Unidos. Consequentemente descobriram que o assassinato ocorreu próximo a Detroit e o corpo foi transportado por mais de 2000 quilômetros e deixado no estado da Florida [36]. Esse exemplo ilustra como a informação sobre a distribuição das espécies pode ser uma informação chave para os peritos.

A baixa abundância de Scarabaeidae nos fragmentos pode estar relacionada à exploração de habitats específicos, pois algumas espécies ocorreram somente em pastagens ou no interior de áreas florestadas, como o gênero *Eurysternus* que é específico de florestas [37, 38]. Segundo Costa [39] as condições locais do ambiente, e a estrutura florestal determinam a distribuição de certas espécies e representam um elemento determinante da estrutura e diversidade da fauna destes besouros [40]. Em geral, os Coleoptera tendem a responder de forma negativa à fragmentação e ao isolamento dos habitats em termos de abundância de espécies [39, 40], pois apresentam uma grande sensibilidade a mudanças de habitat. No entanto, a baixa abundância desse grupo em nossas coletas não permitiu verificar essa resposta. Neste trabalho, o número reduzido de Coleoptera coletados, ou atraídos pela armadilha pode ser resultante da

interferência local da vegetação em torno dos fragmentos, pois áreas de pastagem e criação de gado fornecem material em decomposição, e pode competir com a isca das armadilhas.

A grande maioria dos insetos coletados pertencem à ordem Diptera. Esse fato pode ser explicado pela tolerância de muitas espécies às variações ambientais (temperatura, umidade, precipitação, luminosidade) que é fator determinante para a ocupação, facilidade na dispersão e alta capacidade adaptativa [41], exemplificado pela espécie *C. albiceps* amostrada na maioria dos fragmentos. Este fato não é surpreendente, porque *C. albiceps* é uma das espécies mais sintrópicas no Brasil [16]. De acordo com Oliveira-Costa [2] essa espécie é considerada indicadora forense no Sudeste Brasil, pois essa é uma espécie que chega à carcaça imediatamente após a sua exposição.

As espécies, *Rhytidops* sp., *W. pleuropunctata* e *O. longicornis* apesar de não serem consideradas como necrófagas e de importância forense, foram coletadas neste estudo e foram consideradas visitantes de material animal em decomposição. Segundo Marques [42] *Willistoniella* é menos exigente e mais generalista que os outros gêneros de Ropalomeridae e ocupam uma maior diversidade de habitats. Nada se sabe sobre as preferências alimentares dos adultos e existe o relato que as larvas de alguns gêneros de Ropalomeridae e de Neriidae se desenvolvem em material vegetal em decomposição [43]. A presença dessas espécies visitando material animal em decomposição traz indícios sobre novos possíveis hábitos alimentares que necessitam de comprovação.

Atribuir quais fatores ambientais são os mais importantes para as comunidades necrófagas em uma escala de paisagem ainda é um desafio. Em 2009, Tomberlin [44] após um relatório do governo americano que criticou fortemente as ciências forenses, traçaram um roteiro com várias recomendações para melhorar as bases científicas dos

estudos forenses. Dentre as várias sugestões, o estudo apontou que a entomologia forense deve ser enquadrada em termos de conceitos ecológicos multidisciplinares para avançar na compreensão dos processos de decomposição e para explicar erro observado e a variação.

Não encontramos evidência significativa que as comunidades de insetos necrófagos respondem previsivelmente às métricas de paisagem utilizadas nas análises. Acreditamos que as variáveis preditoras utilizadas podem não representar processos e mecanismos importantes (em uma escala adequada) da comunidade avaliada [22, 45]. A delimitação de buffer de 500m pode não refletir padrão de paisagem funcional para muitos grupos de moscas, pois muitas espécies tem poder de dispersão elevado.

Razões históricas também tem sido hipotetizadas como responsáveis pela falta de clara relação entre gradientes ambientais de impactos antrópicos e respostas de alguns grupos de invertebrados [46]. Brown [47] hipotetizou que alguns grupos de Lepidoptera não respondem claramente a processos de fragmentação florestal na Mata Atlântica, pois o grupo vivenciou historicamente processos de contração e expansão da floresta e isto moldou as comunidades atuais menos sensíveis a este processo.

Tudo isso sugere que uma análise que inclua dados históricos e biogeográficos das comunidades de invertebrados das áreas estudada (Cerrado, Pantanal e Mata Semidescidual) poderá melhorar o conhecimento sobre os processos que moldam as distribuição das espécies necrófagas na região estudada. Entretanto, se considerarmos que i) a região sofreu intensas flutuações ambientais, ii) a região é considerada como parte da diagonal de áreas abertas da América do Sul, caracterizada por grupos com ampla distribuição, podemos hipotetizar que fauna dos fragmentos pode ser composta por muitos grupos com baixa sensibilidade ao processo de redução e fragmentação

florestal. Esta hipótese é provocadora e abre desafios e novas perspectivas em termos de seleção de espécies indicadoras no contexto de entomologia forense na região.

Implicações para entomologia forense

Os resultados desse estudo sugerem algumas implicações para a entomologia forense:

1. A fauna não pode ser facilmente prevista por variáveis ambientais de métricas de paisagem, assim não permite o uso de espécies indicadoras forenses para identificação com exatidão sobre o local do crime.
2. Não detectamos uma taxa dominante nos fragmentos ou uma variabilidade espacial das espécies, que precisa ser considerada na determinação do local de crime em relação à diferenciação da composição das espécies de ambientes conservados e antropizados.
3. Algumas espécies, como *H. ilucens* e *M. bellardiana* estiveram associadas com a maioria dos locais de densa cobertura florestal o que sugere que podem ser usadas como indicadoras forenses para auxiliar a determinação do local do crime.
4. Diptera e Coleoptera não responderam de forma similar e não discriminam claramente fragmentos, resultado congruente com os trabalhos de Uehara-Prado [46].
5. A fauna necrófaga por apresentarem características sinantrópicas e ampla dispersão em diferentes ambientes não é de fácil previsão.

Referências

- [1] Benecke M. A brief history of forensic entomology. *Forensic Science International* 2001; 120: 699-709.
- [2] Oliveira-Costa, J. *Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios*. Campinas-SP: 2008; Millennium.
- [3] Pujo-Luz JR, Arantes LC, Constantino R. Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). *Revista Brasileira de Entomologia* 2008; 52: 485-492.
- [4] Catts EP, Goff ML. Forensic entomology in criminal investigations. *Annual Review of Entomology* 1992; 37:253-272.
- [5] Byrd JH, Castner JL. *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. 2010; 2 ed. CRC Taylor & Francis Group, NY, USA.
- [6] Ewers RM and Didham RK. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews* 2006; 81: 117-142.
- [7] Tilman D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* 1994; 75: 2-16.
- [8] Tschardtke TST, Dewenter I, Kruess A, Thies C. Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review. *Ecological Research* 2002; 12 (2): 229-239.
- [9] Schoereder JH, Sobrinho TG, Ribas CR, Campos RBF. Colonization and extinction of ant communities in a fragmented landscape. *Austral Ecology* 2004; 29 : 391-398.
- [10] Amendta J, Krettek R, Niess C, Zemer R, Bratzer H. Forensic entomology in Germany. *Forensic Science International* 2000; 113:309-314.
- [11] Gennard D. *Forensic Entomology: An Introduction*. University of Lincoln, UK 2007.
- [12] Zoneamento Ecologico-Economico do Mato Grosso do Sul (ZEE): Contribuições técnicas, teóricas, jurídicas e metodológicas vol 1. Disponível em: <<http://www.semec.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=45133>> Acessado: jan/2012.
- [13] Alencar RB. Emergência de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em chão de floresta de terra firme na Amazônia Central do Brasil: Uso de um modelo modificado de armadilha de emergência. *Acta Amazônica* 2007; 37(2): 287-29.

- [14] Laurance WF. Ecological correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. *Conservation Biology* 1991; 5: 79-89.
- [15] Rodrigues E. Ecologia de fragmentos florestais no gradiente urbano de Londrina. São Carlos. 1993. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. 1991
- [16] D'Almeida JM & Lopes HS. Sinantropia de dípteros caliptrados (Calliphoridae) no Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural*, 1983 6: 39-48.
- [17] Linhares AX. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 1981; 25: 189-215.
- [18] Carvalho JCB & Mello-Patiu CA. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 2008; 52 (3): 390-406.
- [19] McAlpine JE, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM (1981) *Manual of Nearctic Diptera*. Quebec, Research Branch Agriculture Canada, 1332p.
- [20] Vaz-de-Mello F, Edmonds WD, Ocampo F, Schoolmeesters P. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the new world (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa* 2011; 2854:1-73.
- [21] Roque, FO, Siqueira T, Bini LM, Ribeiro MC, Tambosi LR, Ciocheti G AND Trivinho-Strixino S. Untangling associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. *Freshwater Biology* 2010. DOI:10.1111/j.1365-2427.2009.02314.x.
- [22] Metzger JP, Ribeiro MC, Ciocheti G, Tambosi LR. Uso de índices de paisagem para a definição de ações de conservação e restauração da biodiversidade do Estado de São Paulo 2008. In: Rodrigues RR, Joly CA, Brito MCW, Paese A, Metzger JP, Casatti L, Nalon MA, Menezes N, Ivanauskas NM, Bolzani V, Bononi VLR (Eds.): *Diretrizes para Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo*. pp. 120-127. Secretaria do Meio Ambiente & FAPESP, São Paulo.
- [23] Heino J. Species co-occurrence, nestedness and guild–environment relationships in stream macroinvertebrates. *Freshwater Biology* 2009; 54: 1947–1959
- [24] Boubli JP and, de Lima MG. Modeling the geographical distribution and fundamental niches of *Cacajao* spp. and *Chiropotes israelita* in northwestern Amazonia via a maximum entropy algorithm. *International Journal of Primatology* 2009; 30: 217-228.
- [25] Peres-Neto PR, Jackson DA, Somers KM. Giving meaningful interpretation to ordination axes: assessing loading significance in principal component analysis. *Ecology* 2003; 84: 2347-2363.

- [26] De Vita J. Niche separation and the Broken Stick model. *The American Naturalist* 1979; 114(2): 171-178.
- [27] Almorza D And, García MH. Results of exploratory data analysis in the broken stick model. *J. Appl. Stat* 2008; 35(9): 979-983.
- [28] Gauch Jr., H. G. 1982: *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK 1982; 198pp.
- [29] Legendre P and Legendre L. *Numerical ecology*. 2nd English edition. Elsevier Science BV 1998; Amsterdam. 853 p.
- [30] Dutilleul P Modifying the t test for assessing the correlation between two spatial processes. *Biometrics* 1993; 49: 305-314.
- [31] Rangel TF, Diniz-Filho JA and Bini LM. SAM: A comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. *Ecography* 2010; 33:1-5.
- [32] Hammer U. PAST version 2.41 statistical software. Palaontologisches Institut und Museum, Zurich 2012; [http:// folk.uio.no/ohammer/past](http://folk.uio.no/ohammer/past).
- [33] Ferraz ACP. Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclórrafos. *Oecologia Australis* 2011; 15: 189-198.
- [34] Moura MO, Carvalho CJB, Monteiro-Filho ELA. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, States of Paraná. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 1997; 92 (2): 269-274.
- [35] Fletcher, Connie. *Every Contact Leaves a Trace*. New York: St. Martin's Press, 2006.
- [36] Ferrari AC, Soares ATC, Amorim DS, Thyssen PJ & Guimarães M A. Comparação dos padrões de atratividade de *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae) associada a carcaças de *Rattus norvegicus* enterradas e tratadas com hormônios esteróides. *Revista Brasileira de Entomologia* 2009; 53(4): 565–569, dezembro.
- [37] Martínez A. La entomofauna de Scarabaeinae de la Provincia de Salta (Col. Scarabaeoidea). *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 1987; 216:45-69.
- [38] Silva FAB, Hernández MIM, Ide S & Moura RC. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copronecrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 2007; 51: 228–233.
- [39] Costa CMQ, Silva FAB, Farias AI & Moura R C. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilha de interceptação de voo no Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 2009; 53(1): 88-94.
- [40] Halffter G & Arellano L. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 2002; 34: 144-154.

- [41] Paraluppi ND & Castellón EG. Calliphoridae (diptera) em manaus, amazonas II. Padrão de atividade de vôo em cinco espécies. *Revista Brasileira De Zoologia* 1993; 10 (4): 665-672.
- [42] Marques, APC & R Ale-Rocha.. Revisão do gênero *Willistoniella* Mik, 1895 (Diptera, Ropalomeridae) da Região Neotropical. *Revista Brasileira de Entomologia* 2005;49: 210-227.
- [43] Carvalho-Filho FS AND Esposito M C. Neriidae (Diptera: Schizophora) of the Brazilian Amazon: New Records of Genera and Species, and Key to Species. *Neotropical Entomology* 2008; 37(1).
- [44] Tomberlin JK & Sheppard DC. Lekking behavior of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Florida Entomologist* 2001; 84: 729–730.
- [45] Pyne MI, Rader RB & Christensen WF. Predicting local biological characteristics in streams: a comparison of landscape classifications. *Freshwater Biology* 2007; 52:1302–1321.
- [46] Uehara-Prado M, Fernandes J.O, Bello AM, Machado G, Santos AJ, Vaz-de-Mello FZ. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 2009; 142: 220-1228.
- [47] Brown Jr. KS, R Hutchings (1997) Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In: WF Laurence, RO Bierregaard Jr. (eds) *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*, Chicago University Press, Chicago, 91-110.

Anexo 1. Figuras e tabelas complementares

Figura 4. Mapa do Estado do Mato Grosso do Sul, com indicação dos pontos de coleta, de acordo com os códigos apresentados na tabela 1.



Figura 5. Esquema de amostragem dos insetos necrófagos. A: Vista geral de um dos locais de amostragem (fragmento BP); B: Vista geral da armadilha piramidal modificada de Alencar (2007); C: Detalhe da armadilha.



Tabela 2. Pontos de coleta no estado do Mato Grosso do Sul com informações sobre as características fisionômicas de cada fragmento amostrado e métricas de paisagem (variáveis ambientais). Coordenadas transformadas em decimais.

Município	Cód.*	Coordenadas LAT/MOD/S LONG/MOD/S		Uso do solo predominante	Cobertura floresta	Área de Pastagem	Edificação	Área Úmida	Área Agrícola
Taboco	TA	-19.774539	-55.243281	Cerrado, Pastagem, área em regeneração há 15 anos.	7,99	69,03	0,07	1,43	0,00
	TB	-19.767450	-55.227550	Mata Semidecidual, Pastagem	33,74	44,34	0,000	0,44	0,00
	TC	-19.780283	-55.241508	Cerradão, Pastagem	7,24	71,29	0,00	0,00	0,00
Porto Murtinho	PA	-21.694681	-57.802194	Chaco, Pastagem	60,31	16,36	0,00	1,85	0,00
	PB	-21.684272	-57.757256	Pantanal, Área Inundada	35,23	32,27	0,01	11,01	0,00
Jardim	RP	-21.428550	-56.444133	Mata Atlântica, Pastagem	71,16	7,38	0,00	0,00	0,00
	BR	-21.207647	-56.444133	Cerrado, Áreas Agrícolas com Plantações de Cana de Açúcar	56,08	22,45	0,00	0,00	0,00
Ivinhema	IV	-22.520181	-56.462542	Semi Estacional Decidual, pastagem	78,53	0,00	0,00	0,00	0,00
Angélica	AN	-20.774400	-75.564890	Cerrado, Pastagem	11,45	27,88	0,00	0,00	39,2
Campo Grande	CG	-20.509703	-54.398458	Cerrado, Urbana	39,12	19,42	13,19	0,33	0,00
Dourados	DG	-22.317389	-54.747125	Mata Estacional (área de entorno com monocultura de soja e milho e área urbana)	76,47	2,05	0,00	0,00	0,00
Bodoquena	BA	-20.683317	-56.862242	Floresta Estacional Decidual (área de entorno com pequenas áreas pastagem e área de Reserva Indígena)	55,01	23,52	0,00	0,00	0,00
	BB	-20.694861	-56.863592	Floresta Estacional Decidual, Área de Pastagem	49,34	29,18	0,00	0,00	0,00
	BC	-20.702756	-56.873967	Floresta Estacional Decidual, Área de Pastagem	55,5	22,98	0,05	0,00	0,00
Miranda	BP	-19.569733	-57.019028	Pantanal Paratudal, Área de Pastagem	46,39	11,91	0,08	20,16	0,00
Serra Amolar	SA	-18.916622	-57.583308	Mata Atlântica, Área úmida	19,26	35,44	0,00	23,83	0,00
Costa Rica	CR	-18.600069	-53.172469	Mata Semidecidual, Cerrado, pastagem	68,76	0,32	0,00	4,98	4,46

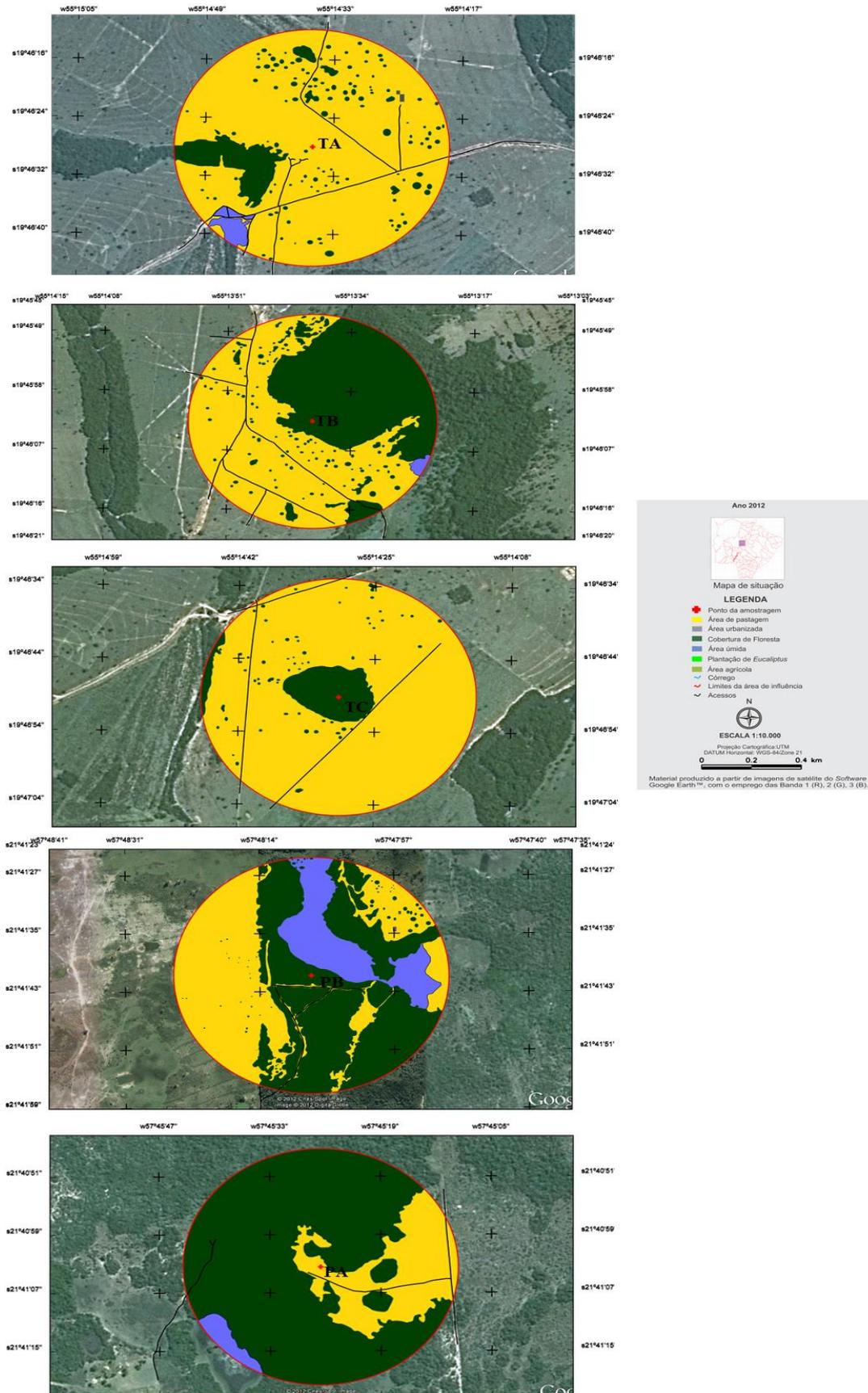
Tabela 3. Abundância de comunidades de insetos necrófagos nos fragmentos florestais amostrados. *A Ordem Coleoptera não foi amostrada nos fragmentos DG e BP.

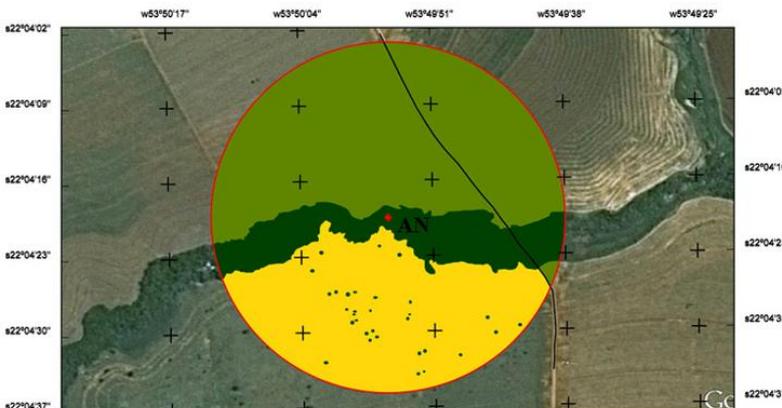
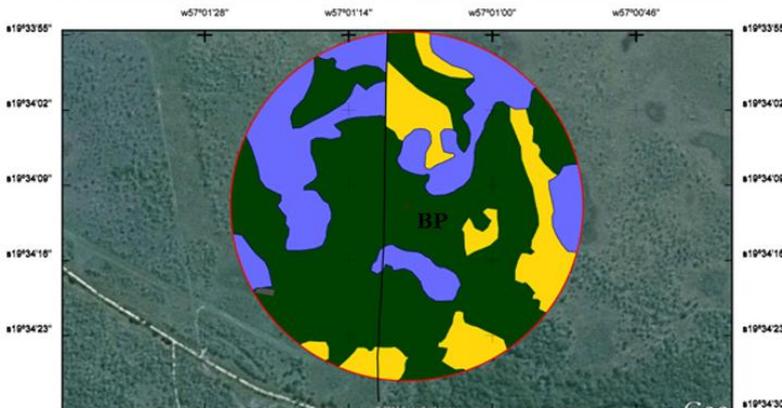
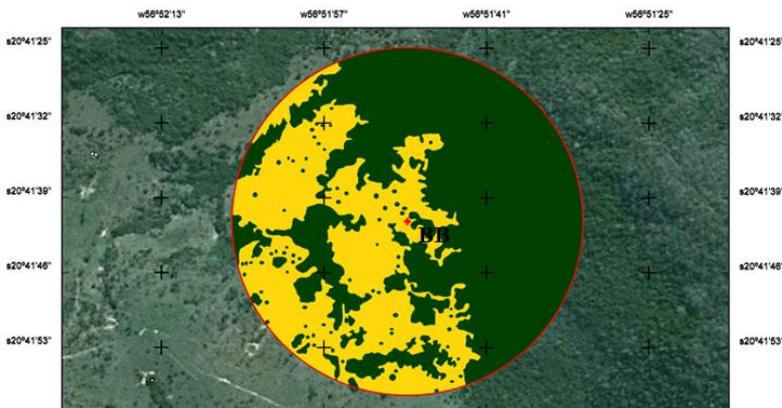
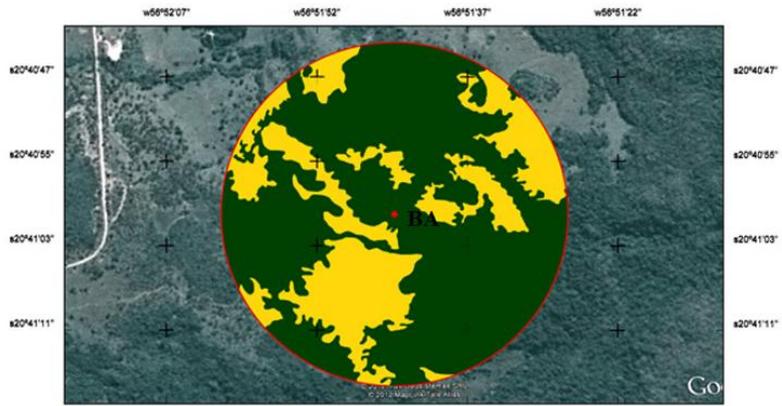
Ordem Diptera	TA	TB	TC	PA	PB	RP	BR	IV	AN	CG	DG	BA	BB	BC	BP	SA	CR
Família Calliphoridae																	
Subfamília Chrysomyinae																	
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1830)	7	11	104	5	7	7	119	8	16	19	2	13	25	17	117	9	0
<i>Chrysomya megacephala</i> Fabricius, 1805	0	8	13	5	0	0	0	0	15	22	0	0	0	0	0	24	1
<i>Chrysomya putoria</i> (Wiedemann, 1818)	0	7	2	13	0	0	197	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chloroprocta idioidea</i> (Rodineau-Dsevoidy, 1830)	0	46	313	243	12	39	274	0	2	10	18	6	7	2	36	0	0
<i>Cochliomyia homivorax</i> (Coquetel, 1858)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cochliomyia macellaria</i> Fabricius, 1775	45	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0
<i>Hemilucilia segmentaria</i> (Fabricius, 1805)	0	5	28	0	0	0	0	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)	0	1	4	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lucilia cuprina</i> Wiedemann, 1830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucilia purpurascens</i> Walker, 1837	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucilia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	0	0	8	0	2	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	1	1
<i>Paralucia xathogeneiates</i> Dear	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Subfamília Calliphorinae																	
<i>Calliphora lopesi</i> (Mello 1962)	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calliphora vicina</i> (Rodineau-Desvoidy 1830)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subfamília Mesembrinellinae																	
<i>Mesembrinella bellardiana</i> (Aldrich, 1922)	5	6	3	5	0	30	5	8	11	2	2	25	6	104	0	7	0
<i>Sarconesia chlorogaster</i> (Wiedemann 1830)	0	5	4	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Composomyiops filvicrura</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Família Neriidae																	
Gênero Glyphidops																	
<i>Glyphidops sp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Odontoloxozus																	
<i>Odontoloxozus longicornis</i> (Coquillett)	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Família Sepsinae																	
Gênero Orygma																	

Continuação	TA	TB	TC	PA	PB	RP	BR	IV	AN	CG	DG	BA	BB	BC	BP	SA	CR
<i>Orygma sp.</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	19	17	5	0
Família Syrphidae																	
Gênero Salpingogaster Schiner 1868																	
<i>Salpingogaster (Salpingogaster) punctifrons</i>	4	6	1	0	0	1	0	1	24	1	0	0	0	0	0	4	6
Gênero Syrphus Fabricius 1775																	
<i>Syrphus ribesii</i> Linnaeus, 1758	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1
Família Stratimyidae																	
Gênero Hermetia																	
<i>Hermetia ilucens</i> Linnaeus	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	3
Família Ropalomeridae																	
Gênero Willstoniella																	
<i>Willstoniella pleuropuncta</i> Wiedemann, 1824	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	83	0	0	4
Gênero Rhytidops																	
<i>Rhytidops sp1</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Ordem Coleoptera *																	
Família Scarabaidae																	
Gênero Ateucups																	
<i>Ateucups sp1</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Ateucups sp2</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Canthidium Erichson 1847																	
<i>Canthidium sp1</i> Erichson 1847	11	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Canthidium sp2</i> Erichson 1847	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
<i>Canthidium barbaticum</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Canthidium vesicular</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Canthon Hoffmannsegg																	
<i>Canthon histrii</i>	1	0	0	0	0	0	13	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0
<i>Canthon mixtus</i> Robinson, 1948	1	0	2	0	0	1	32	0	0	1	0	0	0	4	0	2	0
Gênero Coprophanaeus Olsoufieff																	
<i>Coprophanaeus cyanescens</i>	0	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coprophanaeus sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Dichotomius Hope																	
<i>Dichotomius sp1</i> Hope	2	0	0	0	0	15	7	1	0	3	0	1	1	3	1	0	0
<i>Dichotomius sp2</i> Hope	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

continuação	TA	TB	TC	PA	PB	RP	BR	IV	AN	CG	DG	BA	BB	BC	BP	SA	CR
<i>Dichotomius sp3</i> Hope	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichotomius sp4</i>	2	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichotomius carbonarius</i> Mannerheim, 1829	1	0	0	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Gênero Eurysternus																	
<i>Eurysternus sp1</i> Dalman, 1824	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Gênero Malagoniella																	
<i>Malagoniella punctracta</i> Martinez 1961	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Ontherus																	
<i>Ontherus sulgator</i> Fabricius, 1775	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Oxysternon																	
<i>Oxysternon palaemon</i> Castelnau, 1840	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Phanaeus																	
<i>Phanaeus sp1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phanaeus sp2</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phanaeus sp3</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phanaeus sp4</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phanaeus paleno</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gênero Uroxys																	
<i>Uroxys sp1</i> Westwood, 1842	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 2. Mapas dos fragmentos amostrados no estado do Mato Grosso do Sul, utilizando o buffer com raio de 500 m a partir do ponto de amostragem.





Ano 2012

Mapa de situação

LEGENDA

- Ponto da amostragem
- Área de pastagem
- Área urbanizada
- Cobertura de Floresta
- Área úmida
- Plantação de Eucalipto
- Área agrícola
- ~ Córrego
- ~ Limites da área de influência
- ~ Acessos

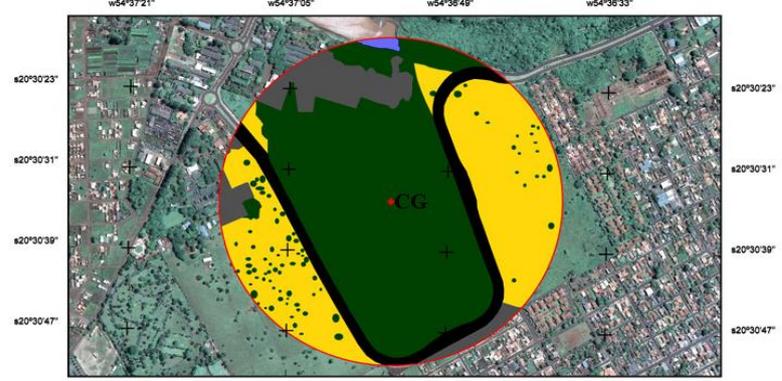
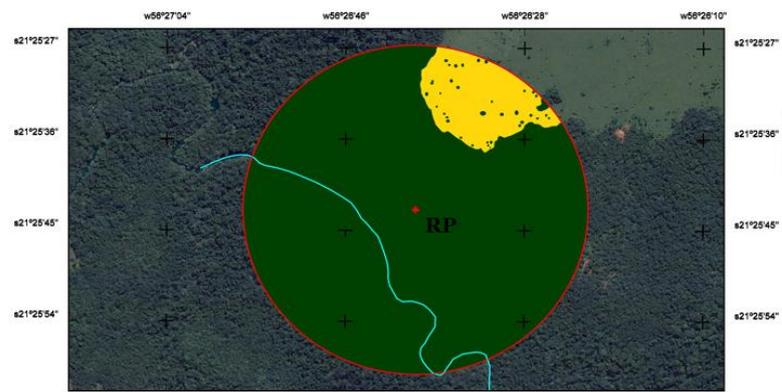
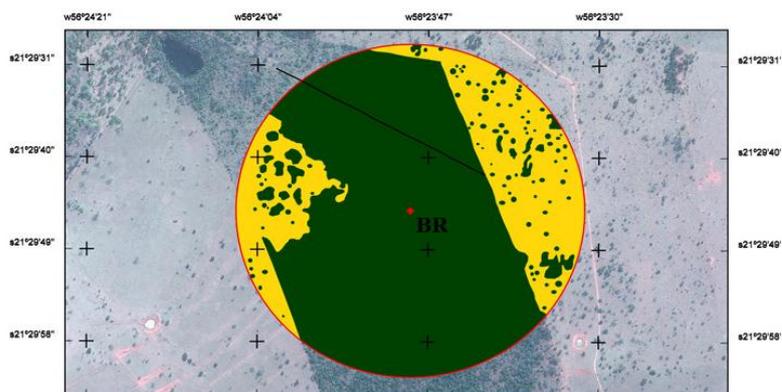
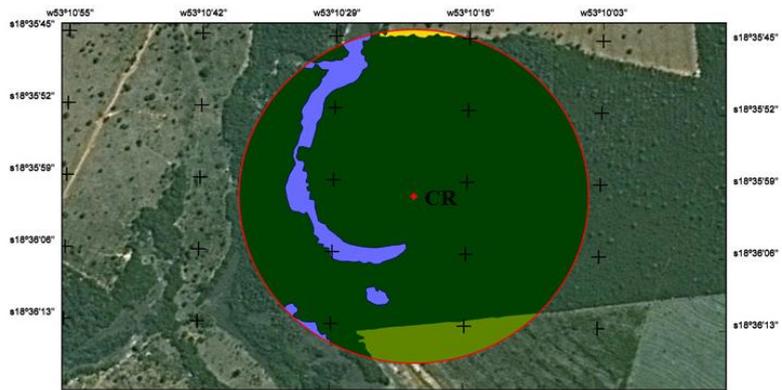
N

ESCALA 1:10.000

Projeção Cartográfica UTM
DATUM Horizontal: WGS-84/Zone 22

0 0.2 0.4 km

Material produzido a partir de imagens de satélite do Software Google Earth™, com o emprego das Banda 1 (R), 2 (G), 3 (B).



Ano 2012

Mapa de situação

LEGENDA

- Ponto de amostragem
- Área de pastagem
- Área urbanizada
- Cobertura de Floresta
- Área úmida
- Plantação de *Eucalyptus*
- Área agrícola
- ~ Córrego
- ~ Limites da área de influência
- ~ Acessos

N

ESCALA 1:10.000

Projeção Cartográfica UTM
DATUM Horizontal: WGS-84 Zona 21

Material produzido a partir de imagens de satélite do Software Google Earth™, com o emprego das Bandas 1 (R), 2 (G), 3 (B).

Anexo: Normas Revista