

FABRÍCIO COLETTI

**INFLUÊNCIA DA MONOCULTURA DE TECA SOBRE A COMUNIDADE DE
BESOUROS ROLA-BOSTAS E AS INTERAÇÕES COM MAMÍFEROS EM
FLORESTAS ECOTONAIS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI**

TANGARÁ DA SERRA/MT-BRASIL

2015

FABRICIO COLETTI

**INFLUÊNCIA DA MONOCULTURA DE TECA SOBRE A COMUNIDADE DE
BESOUROS ROLA-BOSTAS E AS INTERAÇÕES COM MAMÍFEROS EM
FLORESTAS ECOTONAIIS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Dionei José da Silva

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2015

FABRICIO COLETTI

**INFLUÊNCIA DA MONOCULTURA DE TECA SOBRE A COMUNIDADE DE
BESOUROS ROLA-BOSTAS E AS INTERAÇÕES COM MAMÍFEROS EM
FLORESTAS ECOTONAIIS NA BACIA DO ALTO PARAGUAI**

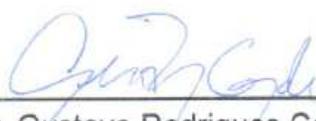
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 26 de Fevereiro de 2015

Banca examinadora



Prof. Dr. Dionei José da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Orientador)



Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Canale
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
(Membro Externo)



Profa. Dra. Mônica Josene Barbosa Pereira
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
(Membro Interno)

TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

C698i	Coletti, Fabricio.
	Influência da monocultura de teca sobre a comunidade de besouros rola-bostas e as interações com mamíferos em florestas ecotonais na bacia do Alto Paraguai. – Tangará da Serra: UNEMAT, 2015.
34 p.	Orientador: Dr. Dionei José da Silva.
	Programa de Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i> em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola - PPGASP. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – <i>campus</i> de Tangará da Serra/MT. 2015.
	1. Fragmentação. 2. Rola-bostas. 3. Composição. 4. Silvicultura. 5. <i>Tectona grandis</i> . 6. Scarabaeinae. I. Título.
	CDU 62(817.2)

Bibliotecária: Suzette Matos Bolito – CRB1/1945.

DEDICATÓRIA

A minha família (pai, mãe e irmãos), que não mediram esforços para me manter firme durante estes dois anos, DEDICO!

AGRADECIMENTOS

É incrível como ao longo de dois longos anos conhecemos muitas pessoas que ajudaram a tornar real o que hoje escrevo. Provavelmente não me lembrarei de todos, mas lembrarei daqueles que estiveram mais presentes ao meu lado nessa caminhada.

A começar pela minha família meus pais e irmãos, que sempre deram apoio nos momentos em que eu ligava querendo desistir de tudo, ou nos momentos em que nada parecia dar certo. Faltariam palavras para descrever tudo o que fizeram por mim, mas tenham certeza de que tudo o que foi feito, revelou-se fundamental para que se findasse mais essa etapa em minha vida. Certamente foram cruciais para que eu continuasse caminhando, pois sabiam que eu conseguiria chegar e cheguei. Fonte de inspiração, motivação, amor, humildade. AMO MUITO VOCÊS.

Agradeço à minha namorada, Cristina Sanini, pessoa que sempre esteve ao meu lado durante o mestrado, até nos momentos que estive ausente manteve-se firme me ajudando. Obrigado por tudo, pelos meus momentos de desabafos e de dificuldades. TE AMO, SEM VOCÊ TERIA SIDO MUITO MAIS DIFÍCIL.

Ao meu orientador Dionei José da Silva, por ter aceitado me orientar quando me vi sem orientador. Obrigado pela chance de ter aprendido tudo o que me ensinou. Obrigado pela oportunidade de ter entrado no grupo de pesquisa. MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

Agradeço muito ao Ricardo José da Silva, que se mostrou mais que um amigo, um segundo orientador. Agradeço-lhe por todas as horas de ensinamentos que certamente contribuíram para meu crescimento pessoal, profissional e acadêmico. Obrigado por ter ajudado com a confirmação das espécies e por todos os ensinamentos em estatística. MUITO OBRIGADO.

Agradeço ao Diogo Andrade Costa e Manoel dos Santos Filho, na ajuda com as ideias e com a estatística. Agradeço à Mônica Josene Barbosa Pereira, por todas as ideias, ajudas e ensinamentos durante o mestrado.

Agradeço aos amigos de campo e funcionários das fazendas sem vocês este trabalho seria impossibilitado de ser realizado. GRANDE ABRAÇO A TODOS.

Agradeço a FAPEMAT e a Capes pelo apoio financeiro.

E por último, mas não menos importante a DEUS pelo dom da vida e pela sabedoria durante o mestrado.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa do Brasil destacando o Estado de Mato Grosso e município de Cáceres, seguido de imagem de satélite com as áreas de coleta dos besouros rola-bostas (destaque em vermelho dos fragmentos e em amarelo destaque da monocultura de teca).....13
- Figura 2. Distribuição das armadilhas *pitfall*, nas parcelas, ao longo de um transecto, em fragmentos de vegetação nativa e monocultura de teca na bacia do Alto Paraguai, como método de amostragem para a captura de besouros rola-bostas. ..14
- Figura 3. Análise de escalonamento multidirecional não métrico em que o gráfico A representa os dados de abundância (índice de *Bray-Curtis*) e gráfico B riqueza (índice de *Jaccard*), das espécies de besouros rola-bostas de fragmentos de vegetação nativa (símbolos fechados) e monocultura de teca, (símbolos abertos), coletados em oito áreas na bacia do Alto Paraguai.24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas, TF, li e IF (tamanho, índice de isolamento e índice de forma dos fragmentos de vegetação nativa, respectivamente), IP e AP (idade e altura dos plantios de teca) das áreas de coleta de besouros rola-bostas na bacia do Alto Paraguai.....	15
Tabela 2. Riqueza, abundância, espécies exclusivas, espécies singleton e doubleton, distribuição e porcentagem de registros das espécies de rola-bostas nos fragmentos de vegetação nativa (F) e monocultura de teca (T), coletadas com armadilhas pitfall, sem iscas na fazenda Duas Lagoas (DL) e fazenda Santa Fé (SF) na bacia do Alto Paraguai.	18
Tabela 3. Teste de Wilcoxon com a abundância das parcelas dos fragmentos (400, 150, 50), parcelas das monoculturas de teca (-50, -150, -400) e borda em que foram coletados os besouros rola-bostas, nas áreas localizadas na bacia do Alto Paraguai.	21
Tabela 4. Teste de Wilcoxon com a riqueza das parcelas dos fragmentos (400, 150, 50), parcelas das monoculturas de teca (-50, -150, -400) e borda em que foram coletados os besouros rola-bostas, nas áreas localizadas na bacia do Alto Paraguai.	21
Tabela 5. Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) das variáveis independentes que influenciam na riqueza, abundância e composição dos besouros de oito áreas de fragmentos de vegetação e oito monoculturas de teca, localizadas na bacia do Alto Paraguai.....	22
Tabela 6. Nome vulgar, espécie, porte, tipo de fezes e local de registro dos mamíferos registradas através de câmeras <i>trap</i> e censos na bacia do Alto Paraguai. F = fragmento, B = borda e T = teca.	23

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO.....	-
ABSTRACT.....	-
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO	24
CONCLUSÕES	29
AGRADECIMENTOS.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

Influência da monocultura de teca sobre a comunidade de besouros rola-bostas e as interações com mamíferos em florestas ecotonais na bacia do Alto Paraguai

Fabricio COLETTI¹; Dionei José da SILVA^{1 2}; Manoel dos SANTOS FILHO³

1 - Programa de pós-graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola – Universidade do Estado de Mato Grosso - *campus* Universitário de Tangará da Serra. e-mail: fabricio_coletti@hotmail.com

2 – Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA) – Universidade do Estado de Mato Grosso – *campus* Universitário de Tangará da Serra. e-mail: dioneijs@gmail.com

3 - Universidade do Estado de Mato Grosso – *campus* Universitário de Cáceres. e-mail: msantosfilho@gmail.com

[Acta Amazônica]

RESUMO

Este trabalho objetivou-se em analisar os efeitos da substituição de vegetação nativa por monocultura de teca, bem como, avaliados os efeitos do tamanho, forma, isolamento, borda dos fragmentos e riqueza de mamíferos sobre a riqueza, abundância e composição de rola-bostas. O estudo foi realizado em fragmentos adjacentes a cultivos de teca de duas fazendas localizadas em Cáceres MT. A coleta foi realizada em período chuvoso, com armadilhas *pitfall* sem iscas, dispostas em parcelas paralelas: uma na borda e outras a 50, 150 e 400 m para dentro do fragmento e da mesma forma na teca. Em cada parcela instalou-se três armadilhas equidistantes em 50 m. No total coletou-se 8.661 indivíduos pertencentes a 64 espécies, sendo 57 espécies e 6.141 indivíduos coletadas nos fragmentos e 56 espécies e 2.520 indivíduos na teca. Apesar dos valores discrepantes de abundância a substituição da vegetação nativa por teca não teve efeito significativo sobre a riqueza e a abundância de rola-bostas. As variáveis, tamanho e índice de isolamento do fragmento tiveram efeito positivo na riqueza e abundância destes besouros. A riqueza de mamíferos apresentou efeito negativo sobre a riqueza e positivo sobre a composição de rola-bostas, indicando relações de dependência entre estes grupos. Não houve a formação de grupos nem diferença na similaridade da riqueza e abundância de rola-bostas entre os fragmentos e teca. Com isso pode-se concluir que, a monocultura de teca, na região do estudo, disponibiliza condições de habitat semelhante a dos fragmentos, para os rola-bostas coletados com armadilhas *pitfall* sem iscas.

Palavras-chave: Fragmentação; composição; silvicultura; *Tectona grandis*; Scarabaeinae.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effects on the replacement of native vegetation by monoculture teak and evaluated the effects of size, shape, isolation of fragments edge and richness of mammals on the richness, abundance and composition of dung beetles. The study was conducted in adjacent fragments of two farms teak plantations located in Caceres MT. The collection was held in rainy season, with pitfall traps without bait, arranged in parallel plots: one on the edge and the other 50, 150 and 400 m into the fragment and similarly in teak. In each plot was installed three equidistant traps 50 m. In total collected is 8,661 individuals belonging to 64 species, 57 species and 6,141 individuals collected in fragments and 56 species and 2,520 individuals in teak. Despite the differing values of abundance to replace the native vegetation by teak had no significant effect on richness and abundance of dung beetles. The variables, size and fragment isolation index, had a positive effect on the richness and abundance of these beetles. The richness of mammals had a negative effect on richness and positive about the composition of dung beetles, indicating dependency relationships between these groups. There was the formation of groups or difference in the similarity of the richness and abundance of dung beetles between fragments and teak. Thus it can be concluded that the monoculture of teak in the study region, provides habitat conditions similar to the fragments to the dung beetles collected with pitfall traps without baits.

Keywords: fragmentation; composition; forestry; *Tectona grandis*; Scarabaeinae.

INTRODUÇÃO

Os besouros da subfamília Scarabaeinae utilizam fezes de grandes mamíferos como fonte principal de alimento e nidificação, estes por sua vez, são conhecidos como rola-bostas e desempenham importantes papéis nos ecossistemas (Nichols *et al.* 2008). Estes besouros são sensíveis a alterações no habitat e utilizados como indicadores nos trópicos (Gardner *et al.* 2008; Nichols e Gardner 2011) e podem ser afetados por fatores antrópicos ou extinção de mamíferos.

A fragmentação de habitats é a transformação de áreas naturais contínuas em fragmentos de habitats (Collinge 1996) através da ação do homem. É objeto de preocupação em nível mundial, prova disso é o número de trabalhos desenvolvidos sobre o tema (Klein 1989; Larsen *et al.* 2005; Nichols *et al.* 2007; Laurance 2008; Santos-Filho *et al.* 2012; Silva *et al.* 2014). Em contrapartida, a utilização dos recursos ambientais de forma abusiva acelera este processo (Peres 2005), levando muitas espécies ao risco de extinção (Almeida e Louzada 2009).

As consequências da fragmentação podem ser diretas e imediatas, como: perda da vegetação, mudança na dinâmica e composição dos ecossistemas (Burkey e Reed 2006), exposição do solo, perda da ciclagem de água e de estoque de carbono (Fearnside 2005). Além disso, fatores secundários como, o efeito de borda, tamanho, forma e grau de isolamento, também interferem diretamente na estrutura das populações destes ambientes (Klein 1989).

Por fim, os fragmentos encontram-se circundados por vegetação diferente da original, geralmente, monoculturas. No Mato Grosso é encontrado a maior extensão de áreas plantadas com monoculturas florestais de teca (*Tectona grandis* L. f.). Autores como Barlow *et al.* (2007) e Louzada *et al.* (2010) comentam que monoculturas florestais, quando comparada com pastagens e monoculturas anuais tem efeito negativo menor para as espécies dos fragmentos.

Além destes fatores antrópicos diretos e indiretos, estes besouros são afetados negativamente através do desaparecimento de mamíferos de médio e grande porte (Nichols *et al.* 2009). A perda desta parte da mastofauna causa diminuição da disponibilidade de recurso alimentar, comprometendo a permanência dos rola-bostas nestes ambientes (Nichols *et al.* 2013).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do tamanho, forma, isolamento e borda dos fragmentos de vegetação, bem como o efeito da

riqueza de mamíferos e do plantio de teca sobre a riqueza, abundância e composição de rola-bostas, a partir do estudo de fragmentos adjacentes a monoculturas de teca em área ecotonal na bacia do Alto Paraguai - Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Este estudo foi realizado nas fazendas Duas Lagoas e Santa Fé, localizadas no município de Cáceres Estado de Mato Grosso (Figura 1). O município de Cáceres integra a mesorregião do Centro-Sul mato-grossense e a microrregião do Alto Pantanal, pertence ao domínio de clima tropical chuvoso, com chuvas entre outubro a abril e o período seco de maio a setembro (Neves *et al.* 2011). Segundo a classificação de Köppen o clima do município é tropical quente e úmido, com inverno seco (Awa) e precipitação média anual de 1.300 a 1.600 mm (Neves *et al.* 2011; Alvares *et al.* 2013). A elevação das áreas de estudo é de 100 a 200 m, com temperaturas entre 24 a 26°C (Alvares *et al.* 2013).

Quanto à vegetação, em um contexto macro, as áreas de coleta estão localizadas em uma faixa de ecótono do Cerrado, Pantanal e periferia da Amazônia, em que, se podem encontrar características destes três biomas (Ab'Sáber 1988). Num contexto local, a vegetação possui peculiaridades de floresta estacional semidecidual submontana, perdendo parte das folhas em período seco.

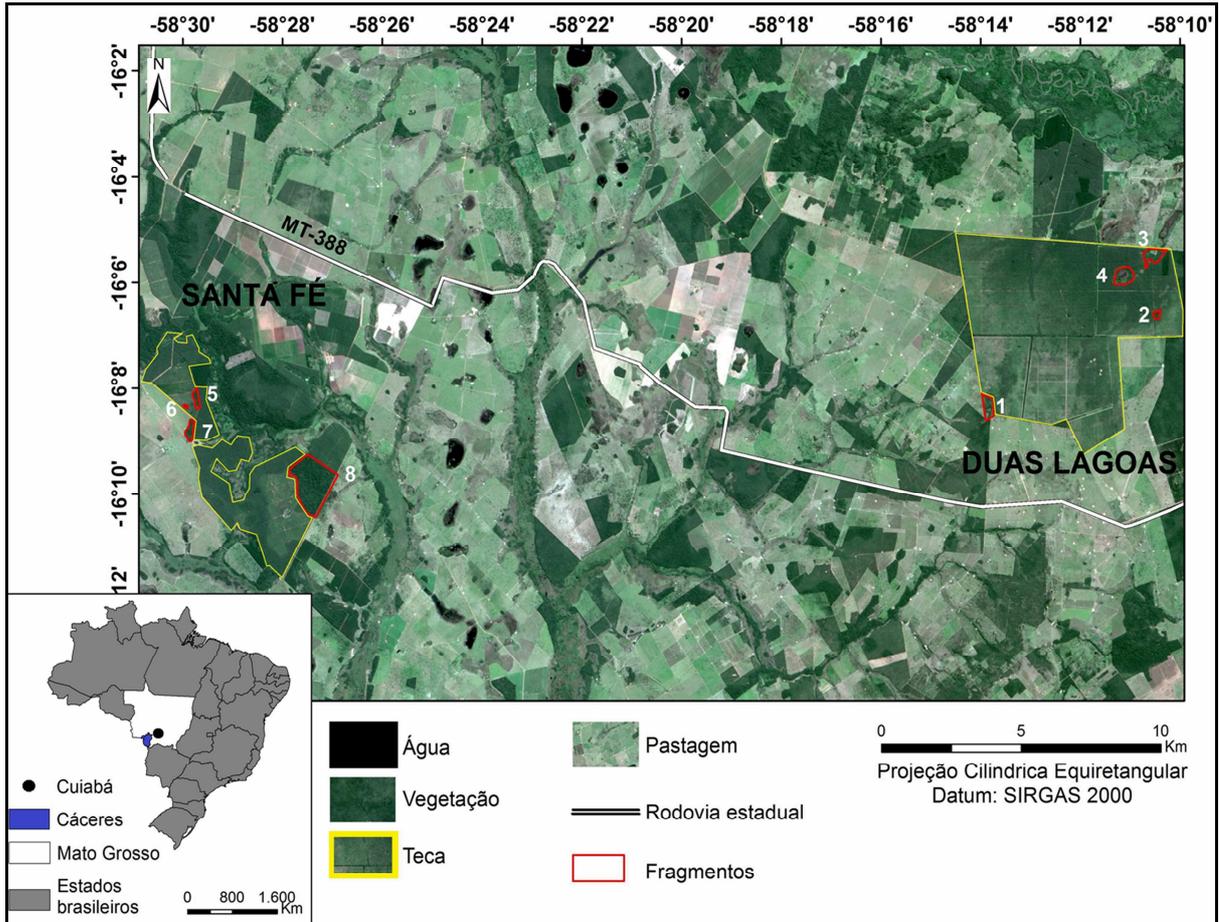


Figura 1. Mapa do Brasil destacando o Estado de Mato Grosso e município de Cáceres, seguido de imagem de satélite com as áreas de coleta dos besouros rola-bostas (destaque em vermelho dos fragmentos e em amarelo destaque da monocultura de teca).

Desenho amostral

O planejamento amostral foi realizado previamente a partir de imagens de satélite. Observou-se o tamanho e forma dos fragmentos de vegetação nativa, para melhor amostrar cada um. As coletas foram realizadas em oito áreas (cada uma, composta por um fragmento de vegetação nativa e monocultura de teca adjacente a este). Foram amostradas quatro áreas em cada uma das fazendas (Figura 1).

Em cada área abriu-se um transecto que cruzava o fragmento e a monocultura de teca. No transecto foram abertas parcelas paralelas: uma na borda do fragmento e outras a 50 m, 150 m e 400 m para dentro do fragmento e da mesma forma para o interior da teca. Em cada parcela foram implantadas três armadilhas equidistantes em 50 m (Figura 2). Em fragmentos menores, em que seu raio não

alcançava 400 m, a última parcela foi instalada no centro do fragmento. Nestes casos o número de parcelas variou de acordo com o tamanho do fragmento.

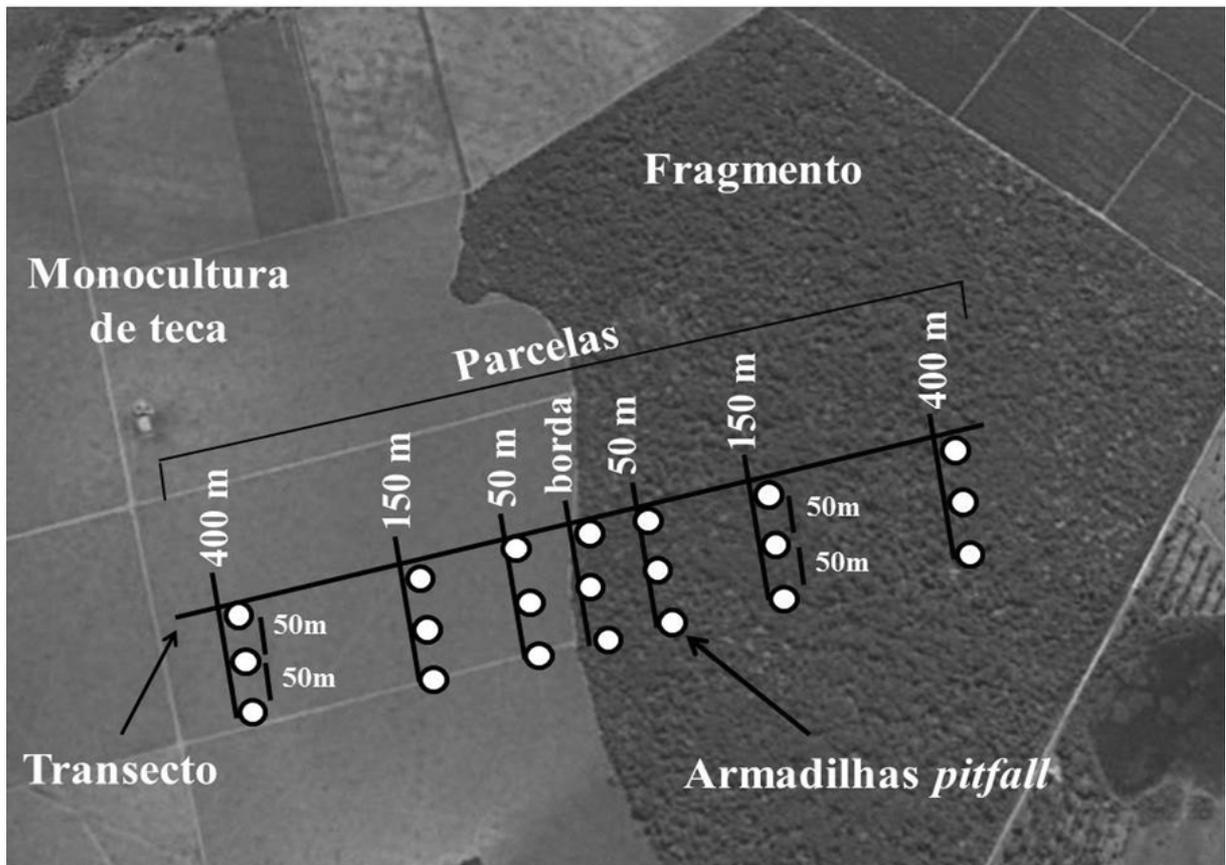


Figura 2. Distribuição das armadilhas *pitfall*, nas parcelas, ao longo de um transecto, em fragmentos de vegetação nativa e monocultura de teca na bacia do Alto Paraguai, como método de amostragem para a captura de besouros rola-bostas.

Fonte da imagem: Google Earth.

Métricas da paisagem (obtenção das variáveis independentes)

Para considerar uma espécie generalista neste estudo, foi considerada a porcentagem da abundância nos locais, em que espécies com abundância > 90% são consideradas especialistas destes habitats. Para mensurar o tamanho dos fragmentos (Tabela 1), foram utilizadas análises de imagens de satélite LANDSAT, TM5 (ano-base 2012) com o auxílio do software Arcview 3.2.

Tabela 1. Coordenadas, TF, li e IF (tamanho, índice de isolamento e índice de forma dos fragmentos de vegetação nativa, respectivamente), IP e AP (idade e altura dos plantios de teca) das áreas de coleta de besouros rola-bostas na bacia do Alto Paraguai.

Áreas de coleta	Coordenadas	TF (ha)	li	IF	IP	AP
Área 1	16°8'24.46"S - 58°13'49.81"O	25	57,90	1,37	13	13,3
Área 2	16°6'44.64"S - 58°10'29.77"O	5,9	151,22	1,68	13	17
Área 3	16°5'43.50"S - 58°10'30.90"O	27,9	362,46	1,37	13	17
Área 4	16°6'30.60"S - 58°11'11.18"O	39,8	83,77	1,40	13	17
Área 5	16°8'13.17"S - 58°29'44.65"O	10	291,33	1,99	11	17,1
Área 6	16°8'21.40"S - 58°29'58.07"O	1	69,35	1,45	11	17,1
Área 7	16°8'52.59"S - 58°29'52.89"O	15	280,33	2,47	11	17,1
Área 8	16°9'56.17"S - 58°27'38.97"O	205,2	66,65	1,66	11	15,9

Para determinar o grau de isolamento de cada fragmento, foi utilizado o índice de isolamento (Tabela 1), calculado a partir da distância (metros) e tamanho (hectares), das áreas vizinhas na direção de cada ponto cardinal, mais próximas dos fragmentos estudados. Para o cálculo foi utilizada a fórmula: $li = d(N) / a(N) + d(S) / a(S) + d(L) / a(L) + d(O) / a(O)$, onde li = índice de isolamento, d = distância em metros, a = área em ha, N = norte, S = sul, L = leste, O = oeste. Desta forma, quanto maior o valor do índice significa que o fragmento estudado é circundado por áreas pequenas e distantes e, quanto menor o valor indica que o mesmo é circundado por áreas próximas e maiores (Audino 2011).

A forma dos fragmentos (Tabela 1) foi calculada a partir do índice de forma,

segundo Laurance e Yensen (1991), através da fórmula: $IF = \frac{P}{200 [(\pi TA)^{0,5}]}$, onde IF = índice de forma, P = perímetro em metros e TA = área total em hectares do fragmento estudado. Para os valores resultantes deste cálculo adota-se 1 para os fragmentos com forma referente a um círculo completo, para formas irregulares o valor do índice aumenta. A idade e a altura da teca (Tabela 1) foram estipuladas de acordo com os dados de plantio de teca disponibilizados pela empresa Floresteca.

A riqueza de mamíferos de médio e grande porte foi obtida a partir de registros por câmera *trap*, que consiste na instalação de armadilhas fotográficas em pontos ao longo do transecto. Esta é uma metodologia importante para o registro de espécies com hábitos noturnos e furtivos (Peres e Cunha 2011). Para complementar

o registro das espécies de mamíferos, foram realizados censos nos transectos de cada área de coleta. As trilhas foram amostradas no período matutino a partir de 05 h: 30 min durante 10 dias, as espécies foram registradas através da observação direta dos animais ou através de registros indiretos como fezes, pegadas, tocas, dentre outras. Esses dados foram cedidos por CASAGRANDE (2015) (manuscrito).

Coleta dos besouros rola-bostas

Os besouros rola-bostas foram coletados no período de outubro a dezembro de 2013, utilizando armadilhas de queda do tipo *pitfall* (recipiente de 19 cm de diâmetro por 11 cm de profundidade), sem iscas. No interior do recipiente foram colocados 250 mL de solução com água, detergente e sal. As armadilhas foram enterradas ao nível do solo e ficaram expostas por um período de cinco dias seguidos. Para a remoção do conteúdo das armadilhas, as amostras foram peneiradas e acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados contendo álcool 70% para a conservação dos besouros.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Zoologia do CPEDA (Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambiental) da UNEMAT (Universidade do Estado de Mato Grosso *campus* de Tangará da Serra), onde foram triados e identificados ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio da chave proposta por Vaz de Mello *et al.* (2011). A confirmação da identificação das espécies foi realizada por especialistas. Os besouros foram depositados na coleção entomológica do laboratório de Zoologia da UNEMAT *campus* de Tangará da Serra - MT.

Análise dos dados

Foram avaliados os parâmetros riqueza, abundância e composição de besouros rola-bostas, os quais são diretamente afetados pela alteração da estrutura vegetal (Louzada *et al.* 2010).

A princípio comparou-se a riqueza e a abundância de besouros rola-bostas entre os fragmentos de vegetação nativa e monoculturas de teca, através do teste não paramétrico Kruskal Wallis, por se tratar de dados com distribuição não normal. A variação da abundância e riqueza de besouros rola-bostas nas sete parcelas,

distribuídas nos fragmentos de vegetação nativa e monocultura de teca, foi avaliada através do teste de Wilcoxon ao nível de significância de 0,05. Para os dados de abundância, utilizou-se a transformação dos dados através de $\log+1$, para diminuir a discrepância dos mesmos.

Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com distribuição Binomial Negativo foram utilizados para verificar quais variáveis independentes analisadas (tamanho, forma e isolamento dos fragmentos, altura e idade da teca e riqueza de mamíferos) melhor explicam as variáveis respostas: riqueza, abundância (transformada por $\log+1$) e composição de besouros rola-bostas. Para avaliar o parâmetro composição, foi utilizado o eixo 1 da NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico). A seleção dos modelos foi feita através dos pacotes lme4, MuMIn, lattice e pscl. Nesta análise utilizou-se os dados dos rola-bostas coletados nos fragmentos florestais.

A GLMM é um método que compara números diferentes de parâmetros entre si, através do AIC (*Akaike Information Criterion*). Em nosso trabalho utilizamos AICc (corrigido), que é usado caso o número de observações em relação ao número de parâmetros é < 40 , afim de proporcionar a escolha do melhor modelo explicativo das variáveis respostas (Burnham *et al.* 2011). Os modelos são organizados em um ranque, em que, o melhor modelo é aquele com o menor valor de AICc, já os valores de Δ estão relacionados ao poder explicativo dos modelos, quanto mais perto de 0, maior o poder explicativo do modelo (Burnham *et al.* 2011). Para todos os modelos R, a soma w_i a 1 tem interpretação de probabilidade do modelo R ser escolhido como o melhor modelo de ajustamento se os dados forem coletados sob circunstâncias semelhantes (Whittingham *et al.* 2005).

A independência espacial das áreas estudadas foi testada a partir do teste de Mantel, relacionando a abundância de besouros rola-bostas com a matriz de distância euclidiana em UTM (universal transversa de mercator). Para observar o padrão de agrupamento entre os fragmentos e monocultura de teca, utilizou-se Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Posteriormente, a similaridade entre os fragmentos e monocultura de teca, foi testada com Análises de Similaridades (ANOSIM). Nestes dois testes utilizou-se o índice de similaridade de *Bray-Curtis* para os dados quantitativos (abundância, transformado por $\log + 1$), e o índice de similaridade de *Jaccard*, para os dados qualitativos (presença e ausência das espécies).

As análises foram feitas utilizando o software R versão 3.1.0 (R CORE TEAM, 2014), no entanto, para realizar o cálculo da GLMM foi utilizada a versão 2.15.3 (R CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS

Riqueza e abundância

Ao todo foram coletados 8.661 indivíduos, distribuídos em 64 espécies. Nos ambientes de vegetação nativa foram coletados 6.141 indivíduos, distribuídos em 57 espécies, enquanto que na monocultura de teca foram coletados e 2.520 distribuídos em 56 espécies. Nos fragmentos foram registradas oito espécies exclusivas, oito espécies *singleton* e cinco *doubleton*, enquanto que na monocultura de teca registraram-se sete, dez e três espécies respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza, abundância, espécies exclusivas, espécies singleton e doubleton, distribuição e porcentagem de registros das espécies de rola-bostas nos fragmentos de vegetação nativa (F) e monocultura de teca (T), coletadas com armadilhas pitfall, sem iscas na fazenda Duas Lagoas (DL) e fazenda Santa Fé (SF) na bacia do Alto Paraguai.

Morfoespécies	F	T	%F	%T	DL	SF	Total
<i>Agamopus</i> sp. 1	-	1	-	-	-	-	1
<i>Anomiopus</i> sp. 1	1	-	-	-	-	1	1
<i>Anomiopus</i> sp. 2	2	-	-	-	-	2	2
<i>Ateuchus</i> sp. 1	1	-	-	-	-	1	1
<i>Ateuchus</i> sp. 2	161	64	71,6	28,4	69	157	225
<i>Besourenga</i> sp. 1	36	4	90	10	39	1	40
<i>Canthidium</i> sp. 1	244	37	86,8	13,2	245	33	281
<i>Canthidium</i> sp. 2	224	280	44,4	55,6	459	45	504
<i>Canthidium</i> sp. 3	-	1	-	-	-	1	1
<i>Canthidium</i> sp. 4	569	250	69,5	30,5	587	235	819
<i>Canthidium</i> sp. 5	1.153	296	79,6	20,4	1.208	245	1.449
<i>Canthidium</i> sp. 6	16	13	55,2	44,8	28	1	29
<i>Canthidium</i> sp. 7	57	5	91,9	8,1	62	-	62
<i>Canthidium</i> sp. 8	12	16	42,9	57,1	19	9	28
<i>Canthidium</i> sp. 9	-	8	-	100	-	8	8

Tabela 2. Continuação.

<i>Canthon aff. chalybaeus</i>	1.216	748	61,9	38,1	1.652	302	1.964
<i>Canthon histrio</i>	136	1	99,3	0,7	37	100	137
<i>Canthon mutabilis</i>	28	29	49,1	50,9	8	48	57
<i>Canthon sp. 1</i>	6	16	27,3	72,7	22	-	22
<i>Canthon sp. 2</i>	1	-	-	-	1	-	1
<i>Canthon sp. 3</i>	-	1	-	-	1	-	1
<i>Canthon sp. 4</i>	628	200	75,8	24,2	703	125	828
<i>Canthon sp. 5</i>	-	1	-	-	1	-	1
<i>Canthon sp. 6</i>	271	31	89,7	10,3	80	222	302
<i>Canthon sp. 7</i>	37	22	62,7	37,3	17	42	59
<i>Coprophanaeus cyanescens</i>	78	37	67,8	32,2	3	112	115
<i>Coprophanaeus sp. 2</i>	5	3	62,5	37,5	-	8	8
<i>Deltochilum enceladus</i>	14	7	66,7	33,3	5	16	21
<i>Deltochilum pseudoicarus</i>	1	6	14,3	85,7	3	4	7
<i>Deltochilum sp. 1</i>	59	45	56,7	43,3	20	84	104
<i>Deltochilum sp. 2</i>	57	14	80,3	19,7	-	71	71
<i>Deltochilum sp. 3</i>	34	11	75,6	24,4	-	45	45
<i>Deltochilum sp. 4</i>	12	5	70,6	29,4	-	17	17
<i>Deltochilum sp. 5</i>	-	1	-	-	-	1	1
<i>Diabroctis sp. 1</i>	-	1	-	-	-	1	1
<i>Dichotomius aff. lucasi</i>	2	-	-	-	2	-	2
<i>Dichotomius aff. lucasi 1</i>	9	3	75	25	9	-	12
<i>Dichotomius aff. lucasi 2</i>	148	11	93,1	6,9	156	6	159
<i>Dichotomius aff. lucasi 3</i>	15	-	100	-	14	1	15
<i>Dichotomius carbonarius</i>	390	24	94,2	5,8	118	296	414
<i>Dichotomius nisus</i>	9	11	45	55	19	1	20
<i>Dichotomius pseudocuprinus</i>	27	52	34,2	65,8	1	78	79
<i>Dichotomius sp. 1</i>	17	3	85	15	-	20	20
<i>Dichotomius sp. 2</i>	9	-	100	-	-	9	9
<i>Eurysternus caribeus</i>	163	48	77,3	22,7	40	177	211
<i>Eurysternus sp. 1</i>	9	2	81,8	18,2	1	10	11
<i>Eurysternus sp. 2</i>	55	20	73,3	26,7	-	75	75
<i>Genieridium sp. 1</i>	12	2	85,7	14,3	3	11	14
<i>Holocanthon sp. 1</i>	25	9	73,5	26,5	30	4	34
<i>Malagoniella sp. 1</i>	2	2	50	50	3	1	4

Tabela 2. Continuação.

<i>Malagoniella</i> sp. 2	1	1	50	50	1	1	2
<i>Ontherus</i> sp. 1	1	1	50	50	2	-	2
<i>Ontherus</i> sp. 2	2	3	40	60	3	2	5
<i>Onthophagus</i> sp. 1	10	4	71,4	28,6	12	2	14
<i>Onthophagus</i> sp. 2	55	58	48,7	51,3	9	104	113
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	2	12	14,3	85,7	1	13	14
<i>Phanaeus</i> sp. 1	63	28	69,2	30,8	-	91	91
<i>Phanaeus</i> sp. 2	1	-	-	-	-	1	1
<i>Sylvicanthon</i> sp. 1	1	1	-	-	1	1	2
<i>Trichillum</i> sp. 1	24	48	33,3	66,7	1	71	72
<i>Trichillum</i> sp. 2	6	4	60	40	2	8	10
<i>Uroxys</i> sp. 1	5	7	41,7	58,3	6	6	12
<i>Uroxys</i> sp. 2	9	5	64,3	35,7	10	4	14
<i>Uroxys</i> sp. 3	10	7	58,8	41,2	9	8	17
Abundância Rola-bostas	6.141	2.520	-	-	5.726	2.935	8.661
Riqueza Rola-bostas	57	56	-	-	50	53	64
Nº de espécies exclusivas			7	1	11	14	-
Singletons	8	10	-	-	11	12	10
Doubletons	5	3	-	-	4	2	5

Não houve diferença significativa quando comparada a riqueza ($X^2 = 5.29$, $df = 6$, $P = 0.5$) e a abundância ($X^2 = 7$, $df = 7$, $P = 0.42$) de besouros rola-bostas dos fragmentos de vegetação nativa com a monocultura de teca.

Variação da abundância e riqueza de rola bostas nas parcelas

Houve variação significativa da abundância (Tabela 3) e riqueza (Tabela 4) de besouros rola-bostas, na parcela de 400 m (interior do fragmento) quando comparada com todas as outras seis parcelas. Enquanto que a abundância também apresentou variações mais pontuais com as outras parcelas.

Tabela 3. Teste de Wilcoxon com a abundância das parcelas dos fragmentos (400, 150, 50), parcelas das monoculturas de teca (-50, -150, -400) e borda em que foram coletados os besouros rola-bostas, nas áreas localizadas na bacia do Alto Paraguai.

Distância (m) da borda	400	150	50	Borda	- 50	- 150	- 400
400	P=1,00 Z=0,00						
150	P=0,0047 Z=2,82	P=1,00 Z=0,00					
50	P=0,0001 Z=4,45	P=0,08 Z=1,73	P=1,00 Z=0,00				
Borda	P=0,0001 Z=4,19	P=0,07 Z=1,77	P=0,88 Z=0,13	P=1,00 Z=0,00			
- 50	P=0,018 Z=2,35	P=0,80 Z=0,24	P=0,01 Z=2,32	P=0,04 Z=2,00	P=1,00 Z=0,00		
- 150	P=0,02 Z=2,31	P=0,52 Z=0,63	P=0,008 Z=2,62	P=0,003 Z=2,90	P=0,72 Z=0,35	P=1,00 Z=0,00	
- 400	P=0,0003 Z=3,56	P=0,28 Z=1,06	P=0,30 Z=1,03	P=0,33 Z=0,95	P=0,13 Z=1,48	P=0,03 Z=2,07	P=1,00 Z=0,00

Tabela 4. Teste de Wilcoxon com a riqueza das parcelas dos fragmentos (400, 150, 50), parcelas das monoculturas de teca (-50, -150, -400) e borda em que foram coletados os besouros rola-bostas, nas áreas localizadas na bacia do Alto Paraguai.

Distância (m) da borda	400	150	50	Borda	- 50	- 150	- 400
400	P=1,00 Z=0,00						
150	P=0,01 Z=2,50	P=1,00 Z=0,00					
50	P=0,001 Z=3,21	P=0,4 Z=0,82	P=1,00 Z=0,00				
Borda	P=0,006 Z=2,74	P=1,00 Z=0,00	P=0,3 Z=1,01	P=1,00 Z=0,00			
- 50	P=0,05 Z=1,92	P=0,56 Z=0,57	P=0,15 Z=1,4	P=0,54 Z=0,6	P=1,00 Z=0,00		
- 150	P=0,03 Z=2,10	P=0,56 Z=0,57	P=0,13 Z=1,49	P=0,37 Z=0,88	P=1,00 Z=0,00	P=1,00 Z=0,00	
- 400	P=0,002 Z=3,08	P=0,4 Z=0,82	P=1,00 Z=0,00	P=0,3 Z=1,01	P=0,18 Z=1,33	P=0,11 Z=1,59	P=1,00 Z=0,00

Influência das variáveis independentes sobre as variáveis respostas

Os resultados do GLMM demonstraram que a riqueza de besouros rola-bostas foi influenciada pela riqueza de mamíferos (negativa) + tamanho dos fragmentos + isolamento ($R^2_{ajust} = 0,97$, $W = 0,42$). Para abundância de rola-bostas o melhor modelo foi o tamanho dos fragmentos + isolamento ($R^2_{ajust} = 0,47$, $W = 0,21$) e para a composição foi riqueza de mamífero ($R^2_{ajust} = 0,54$, $W = 0,25$) (Tabela 5).

Tabela 5. Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) das variáveis independentes que influenciam na riqueza, abundância e composição dos besouros de oito áreas de fragmentos de vegetação e oito monoculturas de teca, localizadas na bacia do Alto Paraguai.

Variável resposta	Ranque dos modelos	Modelos ¹	R ² ajust.	GL	AICc	Δ	w	Wi
Riqueza	1	RM* + T + li	0,97	5	95,37	0	0,42	0,42
	2	IF* + RM* + T + li	0,98	6	96,95	1,58	0,19	0,61
	3	IF* + RM*	0,94	4	98,91	3,54	0,07	0,68
Abundância	1	T + li	0,47	5	194,72	0	0,21	0,21
	2	li	0,19	4	195,76	1,14	0,13	0,34
	3	T	0,06	4	197,74	3,12	0,05	0,39
Composição (MDS1)	1	RM	0,54	4	46,17	0	0,25	0,25
	2	IF + RM	0,63	5	47,11	0,94	0,16	0,41
	3	Idade	0,32	4	47,76	1,59	0,11	0,52
	4	IF*	0,15	4	47,78	1,61	0,12	0,64
	5	Altura*	0,21	4	49,46	3,29	0,05	0,69

1 = refere-se aos modelos que mais influenciam na riqueza, abundância e composição dos rola-bostas onde, Altura e Idade referem-se às árvores da monocultura de teca; IF, li e T = ao índice de forma, índice de isolamento e tamanho dos fragmentos, respectivamente; RM = Riqueza de mamíferos. * Refere-se às variáveis com efeito negativo no modelo.

Quanto à riqueza de mamíferos foram registradas 11 espécies produtoras de massa fecal seca e 11 espécies produtoras de massa fecal úmida. Não se registrou espécies de primatas e algumas espécies tiveram poucos registros como *Panthera onca* (uma vez), *Puma yagouaroundi* (duas vezes) e *Puma concolor*, *Sus scrofa* e *Procyon concolor* (registradas três vezes) (Tabela 6). A maioria das espécies de mamíferos registrada encontra-se distribuídas nos fragmentos, borda e na teca.

Tabela 6. Nome vulgar, espécie, porte, tipo de fezes e local de registro dos mamíferos registradas através de câmeras *trap* e censos na bacia do Alto Paraguai. F = fragmento, B = borda e T = teca.

Nome vulgar	Espécie	Porte	Tipo de fezes	Registro
Cutia	<i>Dasyprocta azarae</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tatu	<i>Dasybus kappleri</i> **	Médio	Seca	F, B
Tatu galinha	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tatu peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Médio	Seca	F, T, B
Veado catingueiro	<i>Mazama gouazoubira</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tapeti	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tamanduá mirim	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tatu bola	<i>Tolypeutes matacus</i>	Médio	Seca	F, T, B
Tatu canastra	<i>Priodontes maximus</i> *	Grande	Seca	B
Capivara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> **	Grande	Seca	B
Tamanduá bandeira	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Grande	Seca	F, T, B
Onça pintada	<i>Panthera onca</i> *	Grande	Úmida	T
Cateto	<i>Pecari tajacu</i>	Grande	Úmida	F, T, B
Onça parda	<i>Puma concolor</i> ***	Grande	Úmida	F, B
Javali	<i>Sus scrofa</i> ***	Grande	Úmida	F, B
Anta	<i>Tapirus terrestris</i>	Grande	Úmida	F, T, B
Lobete	<i>Cerdocyon thous</i>	Médio	Úmida	F, T, B
Irara	<i>Eira barbara</i>	Médio	Úmida	F, T
Jaquairica	<i>Leopardus pardalis</i>	Médio	Úmida	F, T, B
Quati	<i>Nasua nasua</i>	Médio	Úmida	F, T, B
Mão pelada	<i>Procyon concolor</i> ***	Médio	Úmida	F, B
Gato mourisca	<i>Puma yagouaroundi</i> **	Médio	Úmida	F

* Registro único; ** Registrados duas vezes; *** Registrados três vezes. As espécies sem asteriscos foram registradas mais de três vezes.

Composição

O teste de Mantel revelou que 29% das áreas de coletas estão correlacionadas espacialmente. Nas duas ordenações (NMDs) não houve formação de grupos para abundância (Figura 3 A) e riqueza (Figura 3 B) de besouros rola-bostas. Não houve diferença significativa quando avaliada a similaridade da

abundância (*Bray-Curtis* $R = 0.03$, $P = 0.2$) e riqueza (*Jaccard* $R = 0.006$, $P = 0.3$) entre os fragmentos de vegetação nativa e monoculturas de teca.

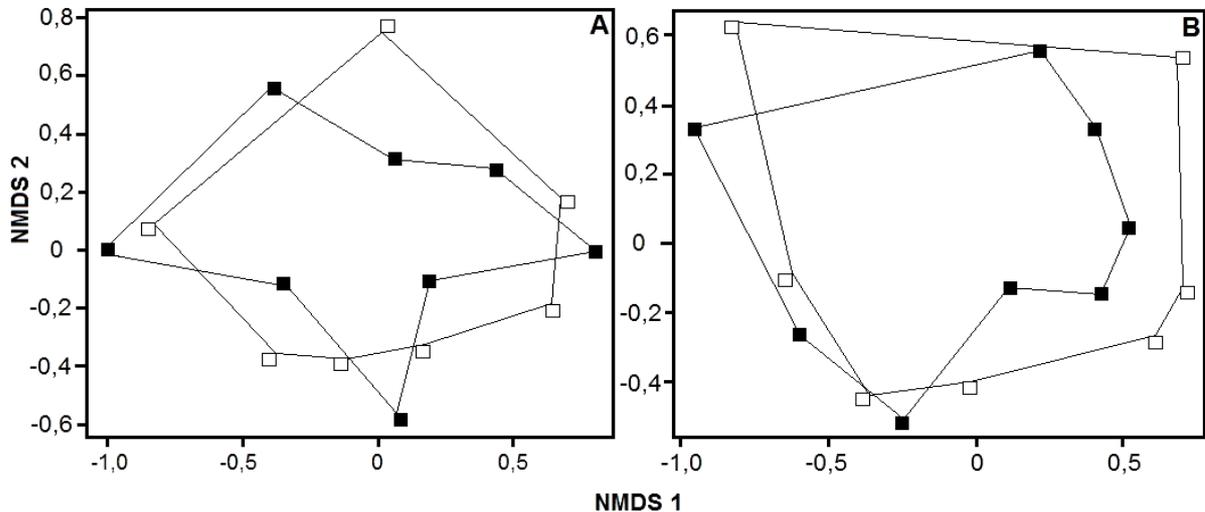


Figura 3. Análise de escalonamento multidirecional não métrica em que o gráfico A representa os dados de abundância (índice de *Bray-Curtis*) e gráfico B riqueza (índice de *Jaccard*), das espécies de besouros rola-bostas de fragmentos de vegetação nativa (símbolos fechados) e monocultura de teca, (símbolos abertos), coletados em oito áreas na bacia do Alto Paraguai.

DISCUSSÃO

Riqueza e abundância

Apesar do teste estatístico ter apresentado resultado não significativo, quando comparado os fragmentos com a monocultura de teca, esse fato não significa que as áreas são iguais quanto à abundância de rola-bostas. Isso porque, visualmente podemos observar que os fragmentos de vegetação nativa detêm maior abundância que as monoculturas de teca (6.141 e 2.520 indivíduos respectivamente). No entanto, este resultado se mostrou dessa maneira devido a grande discrepância dos dados entre as oito áreas de coletas. Essas discrepâncias seriam minimizadas com coletas padronizadas em condições climáticas semelhantes. Fato observado devido às coletas na fazenda Duas Lagos terem sido realizadas no início do período chuvoso, em que, foram coletados 32,2% mais ($n = 2.791$ indivíduos), em comparação com as áreas da fazenda Santa Fé, coletadas no meio do período chuvoso.

Situações de maiores abundâncias coletadas no início do período chuvoso, foram encontradas por Oliveira *et al.* (2011), em que, quase sete vezes mais indivíduos foram coletados no início do período chuvoso e Andresen (2005) que encontrou o dobro da abundância no início da estação chuvosa em relação ao fim dela. Isso ocorre, pois é no início da estação chuvosa que os adultos de besouros rola-bostas emergem do solo para reproduzirem (Hanski e Cambefort 1991). Após o início das chuvas estes besouros tendem a diminuir a abundância, mantendo a riqueza ao longo do período, e entrando em estado de diapausa (inativos), ao fim do período úmido (Hanski e Cambefort 1991). Para riqueza a discrepância não foi tão marcante, já que, no início da estação chuvosa foram registradas 50 espécies e após o início 53.

Outro aspecto importante que contribuiu para aumento na discrepância dos dados é o fato de algumas espécies generalistas ocorrerem em grande abundância, como é o caso de *Canthon aff. chalybaeus* (1.964 indivíduos), *Canthidium* sp. 5 (1.449 indivíduos), *Canthon* sp. 4 (828 indivíduos) e *Canthidium* sp. 4 (819 indivíduos), que juntas somaram mais de 50% do total de indivíduos registrados neste estudo. Em contrapartida, houve o registro de muitas espécies *singletons* (dez espécies) e *doubletons* (5 espécies), que são, espécies que foram registradas uma vez e duas vezes respectivamente, que por sua vez, são consideradas raras e ocorrem em números de abundância reduzida.

Variação da abundância e riqueza de rola bostas nas parcelas

É esperado que com a fragmentação, as espécies dos fragmentos de vegetação nativa, sejam afetadas pelos diversos fenômenos físicos e biológicos associados aos limites artificiais destes fragmentos, denominados efeitos de borda (Burkey e Reed 2006). No entanto, os resultados encontrados neste estudo apontam para menor riqueza e abundância na parcela do interior do fragmento (400 m). Alguns estudos com artrópodes também registraram menor riqueza e abundância no interior que nas bordas, como: Lopes *et al.* (2007) ao estudarem efeito de fragmentação sobre artrópodes em fragmentos adjacentes a cultivos de eucalipto; Copatti e Gasparetto (2012), que observaram diferentes tipos de “matrizes”, incluindo culturas anuais e cultivos florestais no Rio Grande do Sul; Magura *et al.* (2001) que encontraram maior diversidade de carabídeos em bordas do que no

interior de florestas. Borboletas e artrópodes galhadores também foram mais ricos e abundantes em bordas como relatam Araújo *et al.* (2011) e Araújo e Espírito-Santo (2012).

Assim como nestes estudos, o fato dos fragmentos apresentarem pequenos tamanhos e formas irregulares ampliam as áreas de borda que são mais instáveis que o interior e assim esta abriga fauna mais generalista, ampliando riqueza e abundância, enquanto as parcelas do interior dos fragmentos apresentam comunidades mais especializadas e competitivas, como também foi relatado por Copatti e Gasparetto (2012).

Pode-se afirmar ainda que, os limites artificiais que circunda os fragmentos, neste caso a monocultura de teca, tem influência sobre as espécies remanescente nestes ambientes fragmentados. Assim pode-se dizer que os efeitos externos foram atenuados pela cultura de teca circundante, já que possui estrutura vegetal similar à vegetação do fragmento, e desta forma minimizou as diferenças entre as parcelas. Aspectos de atenuação de efeito de borda pela estrutura vegetal circundante do fragmento também foram abordados por Laurance e Yensen (1991); Louzada *et al.* (2010). A monocultura de teca, por possuir vegetação arbórea e funciona como um filtro dos efeitos do exterior do fragmento, não atuando como barreira absoluta para as espécies de besouros rola-bostas coletadas sem iscas nas parcelas mais próximas da borda.

Além disso, a estrutura de sub-bosque da teca é composta por árvores e arbustos nativos, que atraem e garante estrutura mínima para a permanência de espécies de mamíferos que por sua vez produzem recursos para os besouros rola-bostas utilizarem (F. COLETTI, observação pessoal). Essa característica permite maior uso da teca pela fauna de rola-bostas das parcelas mais próximas da borda dos fragmentos, mesmo com o desenvolvimento da atividade silvicultural.

Influência das variáveis independentes sobre as variáveis respostas

O padrão espécie-área, retratado em diversos trabalhos sobre fragmentação, também foi registrado neste estudo, visto que os fragmentos maiores foram mais ricos e abundantes. O tamanho dos fragmentos de vegetação nativa influencia na abundância de besouros rola-bostas, pois, o número de espécies assim como o número de indivíduos em fragmentos grandes é normalmente maior do que

em pequenos (Laurance 2008). Feer e Hingrat (2005) pesquisaram florestas tropicais contínuas no oeste de Cayenne - Guiana Francesa e encontraram menor diversidade de rola-bostas nos fragmentos pequenos. Klein (1989) notou que a riqueza e diversidade destes besouros aumentaram conforme o aumento da área dos fragmentos, no norte de Manaus, BR.

À medida que se perde a área, diminui-se a quantidade de nichos e habitats, reduz-se a área de dispersão das espécies o que resulta no aumento da competição entre as espécies sobreviventes nestes fragmentos (Burkey e Reed 2006). Além disso, em fragmentos menores há maior influência dos efeitos externos devido a sua menor proporção de área, ou seja, o efeito de borda é maior, visto que, o tamanho nominal destes fragmentos não corresponde ao tamanho real de acordo com sua borda (Collinge 1996).

Outra variável que influenciou na abundância de besouros rola-bostas foi o índice de isolamento dos fragmentos estudados, isso porque, a distância entre os fragmentos esta relacionada com a migração das espécies, e com o tempo de isolamento as taxas de imigração e extinção de áreas isoladas aumenta (Laurance 2008). Além disso, fragmentos distantes entre si comprometem o fluxo gênico, que causa perda da variabilidade genética das populações (Begon *et al.* 2007).

Para a riqueza de mamíferos, estudos sobre as relações de médios e grandes mamíferos em florestas tropicais sobre a comunidade de besouros rola-bostas demonstram que o declínio desta parte da mastofauna, pode influenciar negativamente as populações destes besouros coprófagos, através da alteração da disponibilidade de recursos (fezes), que estes besouros utilizam para alimentação e nidificação (Andresen e Laurence 2007; Nichols *et al.* 2013). Sabe-se também que estes besouros têm preferência por fezes de grandes mamíferos produtores de massa fecal úmida (Nichols *et al.* 2009). Desta forma e por estes besouros possuírem o hábito primitivo de alimentar-se de fezes de grandes mamíferos é justificável o fato da riqueza de mamíferos ter influenciado de forma positiva a composição de besouros rola-bostas.

No entanto, também foi observada interação negativa da riqueza de mamíferos sobre a riqueza de besouros rola-bostas, o que indica que quanto maior a riqueza de mamíferos menor a de rola-bostas. Este padrão, neste caso, está relacionado à substituição de mamíferos produtores de massa fecal úmida (primatas e grandes mamíferos terrestres), por mamíferos produtores de massa fecal seca

(mamíferos de médio porte como capivara, tatu, paca, cutia, veado e tapeti) o que também foi relatado por Nichols *et al.* (2009).

Neste trabalho observou-se que, há um déficit de recurso alimentar para os rola-bostas, visto que, das 11 espécies de mamíferos produtores de massa fecal úmida, apenas cinco são de grande porte e dessas cinco, uma foi registrada apenas uma vez e duas registradas três vezes. Além disso, não houve registro de primatas nas áreas estudadas, estes que são por sua vez, importantes produtores de massa fecal úmida para os besouros rola-bostas (Andresen e Laurence 2007).

A relação de abundância de mamíferos de grande porte, produtores de massa fecal úmida, com riqueza e abundância de rola-bostas poderia trazer resultado positivo, no entanto esta análise não foi possível devido à inexistência de dados de abundância dos mamíferos.

Composição

O teste de mantel realizado revela que as áreas em que foram realizadas as coletas possuem pouca correlação espacial, indicando que as diferenças encontradas na riqueza e abundância de besouros rola-bostas estão relacionadas às variáveis independentes.

Embora seja esperado, que as áreas de floresta nativa sejam dissimilar comparada com monoculturas de teca, nossos resultados demonstraram que as monoculturas de teca não compõem grupo separado das áreas de vegetação nativa. Esses resultados contrariam o a hipótese de que com o aumento da heterogeneidade do habitat há um aumento da dissimilaridade destas quando comparadas com áreas menos heterogêneas como monoculturas de teca (revisão: Tews *et al.* 2004), no entanto corroboram com vários trabalhos que estudaram a influência de florestas plantadas sobre a fauna de rola-bostas (revisão: Nichols *et al.* 2007), indicando que florestas plantadas possuem uma importância para a conservação de espécies de besouros rola-bostas, mesmo que nestes ambientes as espécies ocorram em números de abundâncias menores.

Apesar de serem comuns os registros de rola-bostas especialistas de habitat, a maioria das espécies registradas neste estudo é considerada generalista e podem suportar grande variação ambiental. Apenas sete espécies neste estudo são consideradas especialistas de vegetação nativa (n=90% de indivíduos coletados

neste ambiente), dentre elas a espécie *D. lucasi* que é uma espécie em áreas de mata, *Besourenga* sp. 1 encontrada somente em cerrado sensu stricto por Silva *et al.* (2010). Na monocultura de teca apenas *Canthidium* sp. 9 foi considerada especialista. Os registros de espécies generalistas neste estudo esta ligada as áreas em que foram realizadas as coletas, por se tratar de áreas ecotonais, é esperado encontrar espécies generalistas de habitat, pois se trata de ambientes com influências de ecossistemas distintos.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que, apesar dos fragmentos apresentem maior abundância e riqueza que a monocultura de teca, esta diferença não é estatisticamente significativa, demonstrando que estes plantios, embora sejam uma monocultura, apresentam condições de estrutura importante para a permanência da comunidade de rola-bostas e não constituem barreiras à sobrevivência ou dispersão das espécies, aqui registradas.

Foi observado que na parcela de 400 m houve menos riqueza e abundância que as demais parcelas, remetendo a duas explicações possíveis. Uma delas é que as espécies registradas neste estudo são generalistas e conseguem se estabelecer até mesmo em fragmentos pequenos e de formas irregulares como os estudados e a outra explicação é que a monocultura de teca, por possuir vegetação arbórea com sub-bosque nativo, atenua os efeitos do exterior do fragmento.

As variáveis independentes, tamanho e isolamento do fragmento, influenciaram mais na riqueza e abundância de rola-bostas, pelo fato das áreas maiores suportarem mais diversidade de espécies e pelo fato de que fragmentos distantes entre si comprometem o fluxo gênico das populações. Quanto à riqueza de mamíferos, é esperada a influencia de forma positiva a comunidade de rola-bostas, visto que, à preferência alimentar destes besouros são fezes de grandes mamíferos, no entanto, a relação negativa da mastofauna sobre a riqueza de rola-bosta, esta relacionado à baixa diversidade de mamíferos produtores de massa fecal úmida, registrada nos locais de coleta.

O registro de muitas espécies generalistas neste estudo faz com que, os fragmentos não formem grupos distintos quando analisados com as monoculturas de

teca, desta forma sendo os fragmentos de vegetação nativa similares as monoculturas de teca.

Por fim, pode-se concluir que a monocultura de teca, na região estudada, disponibiliza condições de habitat semelhante aos fragmentos de vegetação nativa, para os besouros rola-bostas, coletados com armadilhas *pitfall*, sem iscas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pela concessão da bolsa durante o período do mestrado. A Universidade do Estado de Mato Grosso - *campus* Universitário de Tangará da Serra, ao programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola e ao Centro de Pesquisa, Estudos e Desenvolvimento Agroambiental. Agradeço meu orientador, Ricardo Jose da Silva pela confirmação das espécies e a todas as pessoas que contribuíram para a concretização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber, A.N. 1988. O Pantanal Mato-Grossense e a Teoria dos Refúgios. *Revista Brasileira de Geografia*, 2: 9-57.
- Almeida, S.S.P.; Louzada, J.N.C. 2009. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleóptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. *Neotropical Entomology*, 38: 32-43.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. de; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728.
- Andresen, E.; Laurance, S. 2007. Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama. *Biotropica*, 39: 141-146.
- Andresen, E. 2005. Effects of season and vegetation type on community organization of dung beetles in a tropical dry forest. *Biotropica*, 37: 291-300.

- Araújo, W.S.de; Julião, G.R.; Ribeiro, B.A.; Silva, I.P.A.; Santos, B.B. dos. 2011. Diversity of galling insects in *Styrax pohlii* (Styracaceae): edge effects and use as bioindicators. *Revista de Biología Tropical*, 59: 1589-1597.
- Araújo, W.S.; Espírito-Santo, F.K. 2012. Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, 21: 2991-2997.
- Audino, L.D. 2011. *Estabilidade temporal da comunidade de Scarabaeinae em fragmentos de floresta atlântica*. Dissertação de mestrado em entomologia agrícola apresentada a Universidade Federal de Lavras. Lavras MG. 151p.
- Barlow, J.; Gardner, T.A.; Araujo, I.S.; Vila-Pires, T.C.A.; Bonaldo, A.B.; Costa, J.E.; et al. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *PNAS*, 104: 18555–18560.
- Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, L. 2007. Padrões de riqueza em espécies. In: Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, L. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre.
- Burkey, T.V.; Reed, D.H. 2006. The effects of habitat fragmentation on extinction risk: Mechanisms and synthesis. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28: 9-37.
- Burnham, K.P.; Anderson, D.R.; Huyvaert, K.P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations and comparisons. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65: 23-25.
- Collinge, S.K. 1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36: 59-77.
- Copatti, C.E.; Gasparetto, F.M. 2012. Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Revista Biociências*, 18: 32-40.
- Fearnside, P.M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, 1: 113-123.
- Feer, F.; Hingrat, Y. 2005. Effects of forest fragmentation on a dung beetle community in french guiana. *Conservation Biology*, 19: 1103–1112.

- Gardner, T.A.; Barlow, J.; Araujo, I.S.; Ávila-Pires, T.C.; Bonaldo, A.B.; Costa, J.E.; *et al.* 2008. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters*, 11: 139-150.
- Hanski, I.; Cambefort, Y. 1991. *Dung Beetles Ecology*. Princeton, New Jersey, 481 p.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology*, 70: 1715-1725.
- Larsen, T.H.; Williams, N.M.; Kremen, C. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 8: 538-547.
- Laurance, W.E.; Yensen, E. 1991. Predicting the Impacts of Edge Effects in Fragmented Habitats. *Biological Conservation*, 55: 77-92.
- Laurance, W.E. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, XXX: XXX-XXX.
- Lopes, L.A.; Blochtein, B.; Ott, A.P. 2007. Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, Município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 97: 181-193.
- Louzada, J.; Gardner, T.; Peres, C.; Barlow, J. 2010. A multi-taxa assessment of nestedness patterns across a multiple-use Amazonian forest landscape. *Biological Conservation*, 143: 1102-1109.
- Magura, T.; Tóthmérész, B.; Molnár, T. 2001. Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation*, 10: 287-300,
- Neves, S.M.A.S.; Nunes, M.C.M. Neves, R.J. 2011. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades Agropecuárias e turísticas municipais. *Boletim Goiano de Geografia*, 31: 55-68.
- Nichols, E.S.; Gardner, T.A. 2011. Dung Beetles as a candidate study taxon in applied biodiversity conservation research. In: Simmons, L.W. e Ridsdill-smith T.J. (Eds.), *Ecology and Evolution of Dung Beetles*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 267-291.
- Nichols, E.; Gardner, T.A.; Peres, C.A.; Spector, S. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos*, 118: 481-487.

- Nichols, E.; Larsen, T.; Spector, S.; Davis, A.L.; Escobar, F.; Favila, M.; Vulinec, K. 2007. The Scarabaeinae Research Network; Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 137: 1-19.
- Nichols, E.; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amezcua, S.; Favila, M.E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141: 1461-1474.
- Nichols, E.; Uriarte, M.; Peres, C.A.; Louzada, J.; Braga, R.F.; Schiffler, G.; Endo, W.; Spector, S.H. 2013. Human-Induced Trophic Cascades along the Fecal Detritus Pathway. *PLoS ONE*, 8. e75819.
- Oliveira, V.H.F.; Souza, J.G.M.; Vaz-De-Mello, F.Z.; Neves, F.S.; Fagundes M. 2011. Variação na fauna de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeinae) entre habitats de cerrado, mata seca e mata ciliar em uma região de transição Cerrado - Caatinga no norte de Minas Gerais. *MG. Biota*, 4: 4-16.
- Peres, C.A.; Cunha, A.A. 2011. *Manual para censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transecção linear em florestas tropicais*. Wildlife Conservation Society, MMA e ICMBio.
- Peres, C.A. 2005. Porque precisamos de megareservas na Amazônia. *Megadiversidade*, 1. 174-180.
- Santos-Filho, M.; Peres, C.A.; Silva, D.J.; Sanaiotti, T.M. 2012. Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 21: 1127-1147.
- Silva, P.G. 2010. Nota sobre a biologia de *Deltochilum (Calhyboma) elevatum* (castelnau) (coleoptera: scarabaeidae). *Biodiversidade Pampeana*, 8: 14-18.
- Silva, R.J.; Coletti, F.; Costa, D.A.; Vaz-De-Mello, F.Z. 2014. Rola bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira: Levantamento de espécies e guildas alimentares. *Acta Amazônica*, 44: 345-352.
- Silva, R.J.; Diniz, S.; Vaz-De-Mello, F.Z. 2010. Heterogeneidade do habitat, riqueza e estrutura da assembleia de besouros rola bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae)

em áreas de cerrado na Chapada dos Parecis, MT. *Neotropical Entomology*, 39: 934-940.

Tews, J.; Brose, U.; Grimm, V.; Tielborger, K.; Wichmann, M.C.; Schwager, M.; Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79-92.

Vaz-De-Mello, F.Z., Edmonds, W.D., Ocampo, F.; Schoolmeesters, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa*, 2854: 1-73.

Whittingham, M.J.; Swetnam, R.D.; Wilson, J.D.; Chamberlain, D.E.; Freckleton, R.P. 2005. Habitat selection by yellowhammers *Emberiza citrinella* on lowland farmland at two spatial scales: implications for conservation management. *Journal of Applied Ecology*, 42: 270-280.