
ECOLOGIA

FERNANDO SARTI ANDRIOLLI

**PARÂMETROS DA ECOLOGIA DA
PAISAGEM ASSOCIADOS À GUILDA DE
COLEÓPTEROS (SUBF. SCARABAEINAE)
EM FRAGMENTOS DE CERRADO DA
BACIA DO RIO CORUMBATAÍ.**

FERNANDO SARTI ANDRIOLLI

Parâmetros da Ecologia da Paisagem associados à guilda de coleópteros (subf. Scarabaeinae) em fragmentos de cerrado da bacia do Rio Corumbataí.

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Ecólogo.

Rio Claro
2012

581.5264 Andriolli, F. S.

A573p Parâmetros da ecologia da paisagem associados à guilda de coleópteros (subf. Scarabaeinae) em fragmentos de cerrado da bacia do Rio Corumbataí / F. S. Andriolli. - Rio Claro : [s.n.], 2012
36 f. : il., figs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Milton Cezar Ribeiro

1. Cerrados. 2. Gradiente de diversidade. 3. Ecologia da paisagem. I. Título.

À Vitória

Agradecimentos

Ao meu prezado orientador Milton Cezar Ribeiro pelos apontamentos, ensinamentos, conversas e apoio em todas as etapas deste trabalho, sempre disposto a incorporar melhorias e fornecer soluções oportunas.

Ao atual Doutorando Felipe Martello pelo intenso e presente apoio e ajuda nas análises e estrutura do texto, imprescindível ao término deste trabalho, ao Pavel pela ajuda com os gráficos e estatística.

Ao Mestre Mateus Souza pelo árduo trabalho das identificações das espécies.

Aos meus pais pelo apoio e pelo fornecimento infalível e pontual das iscas, sem as quais esse trabalho não teria acontecido.

Aos técnicos de laboratório do departamento da Ecologia, principalmente ao Sean que participou de todas as saídas de campo, incluindo domingos e feriados, sempre com comentários pertinentes e sérios que acrescentavam muito à rotina cansativa, mas boa, dos trabalhos de campo.

Aos amigos que ajudaram nas saídas de campo: Fada, Demorô, Quirí, Kaizer e Arrea, aos demais que ajudaram em outras partes do trabalho.

Ao Laboratório de Ecologia Espacial, LEEC, pelo suporte acadêmico. Aos leecianos que ajudaram de alguma maneira este trabalho, seja com conversas, discussões, festas ou mapas no ArcGis, em especial à Monique e ao Gambé.

Aos amigos e amigas de Taverna (juntamente aos vizinhos sempre compreensivos), de Dj, de Sujos, de Tatão e por aí vai, sempre dispostos a fornecer apoio psicológico-etílico-social tão necessário à vida acadêmica durante a graduação, como ela deve(ria) ser.

O que é que a ciência tem?
Tem lápis de calcular
Que é mais que a ciência tem?
Borracha prá depois apagar
Você já foi ao espelho, nego?
Não?
Então vá!

Todo Mundo Explica - Raul Seixas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	7
2.1. Objetivo Geral	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Área de estudo.....	7
3.3. Amostragem e identificação das Espécies	9
3.4. Análise dos Dados	11
3.4.1. Diferenças entre a comunidade de besouros da subfamília Scarabaeinae no cerrado e nas matrizes.....	11
4. RESULTADOS	12
4.1 Diferenças da comunidade de besouros da subfamília Scarabaeinae entre cerrado e as matrizes.	12
4.2. Análise do gradiente de abundância matriz-borda-interior.....	13
5. DISCUSSÃO	22
5.1. Diferenças da comunidade de besouros escarabeídeos em fragmentos de cerrado e em suas matrizes	22
5.2. Análise de gradiente de abundância matriz-borda-interior	23
6. CONCLUSÕES	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
8. ANEXOS	35
Anexo 1. Lista de espécies e número de indivíduos coletados.	35
Anexo 2. Paisagens Amostradas.....	36

Resumo

Apesar da reconhecida importância e utilização de inúmeros grupos de insetos como indicadores de qualidade de habitat, e da importância das análises das estruturas da paisagem para auxiliar a explicar os padrões de distribuição e biodiversidade de espécies, poucos estudos exploram os efeitos das matrizes sobre a vegetação nativa na distribuição das espécies de maneira gradual. O presente estudo tem por objetivo avaliar como a comunidade dos besouros da subfamília Scarabaeinae responde à transição e mudança de ambiente de fragmentos de cerrado à matriz. Foram amostradas 15 paisagens com vegetação de cerrado no interior paulista, sendo a riqueza e abundância registrada para cada região. A diferença de riqueza encontrada entre a matriz e o cerrado foi marginalmente significativa ($p=0,0767$), enquanto que diferença na abundância foi significativa ($p=0,0024$) e em ambos os casos, foram maiores para os fragmentos de cerrado em relação às matrizes. Foi analisado se um modelo de gradiente matriz-borda-interior do fragmento (M-B-I) explicaria melhor a abundância de besouros do que um modelo de quebra entre fragmento e matriz (Fragmento-Matriz). Apesar dos resultados mostrarem que o segundo modelo explicou um maior número de paisagens, o fato do modelo M-B-I explicar parte delas sugere a importância deste tipo de abordagem em forma de gradiente. Este estudo, além de levantar informações importantes sobre a distribuição espacial de escarabeíneos em paisagens fragmentadas, traz luz a como este grupo pode responder positivamente ao gradiente matriz-borda-interior; tais informações seguramente podem auxiliar significativamente em ações de cunho conservacionista e ainda orientar estratégias de restauração em paisagens fragmentadas de cerrado do interior paulista.

Palavras-chave: Gradiente de diversidade, Scarabaeinae, distribuição espacial, ecologia da paisagem, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento populacional humano requer cada vez mais áreas para sustentar os moldes de consumo e desenvolvimento da sociedade atual. A urbanização, a expansão das fronteiras agrícolas da intitulada agricultura convencional e a industrialização são comuns a esse processo. O uso intensivo do solo, a utilização de aditivos químicos como fertilizantes inorgânicos para aumento da produção e agrotóxicos para o controle de pragas, as monoculturas em larga escala e a irrigação artificial são algumas das técnicas comuns à prática da agricultura convencional (GLIESSMAN, 2009) que apesar de precária e muito impactante ao meio ambiente é um modelo de produção lucrativo e sustenta as grandes empresas responsáveis pela manutenção desse sistema. Uma das graves consequências ambientais diretas desse conjunto de fatores é a redução da biodiversidade, causada principalmente pela perda, degradação e fragmentação de habitat (FAHRIG, 2003), que resulta em remanescentes de vegetação mais reduzidos, e com maior grau de isolamento entre si (WILCOX; MURPHY 1985; SAUNDERS et al., 1991; RIBEIRO et al. 2009). Existem diversas formas de estudo de avaliação dos efeitos da fragmentação de florestas nativas, como por exemplo, o efeito da proporção de habitat (PARDINI et al. 2009; BOSCOLO ; METZGER 2011), o tamanho dos fragmentos (MARTENSEN et al. 2008), efeito de borda (LYRA - JORGE et al. 2010), efeito da matriz (UMETSU et al. 2008; UEZU et al. 2008) e conectividade (UEZU et al. 2005; MARTENSEN et al. 2008; DIXO; METZGER 2009).

A Mata Atlântica brasileira e o cerrado brasileiro são exemplos de ecossistemas ameaçados pelo desmatamento e fragmentação. Na Mata Atlântica apenas 12% da cobertura original de floresta ainda se mantêm remanescente sendo que a maioria (84%) dos fragmentos são inferiores a 50 ha, sendo que metade da área está até 100 m de qualquer borda, com elevado grau de isolamento - distância média de 1400 m (RIBEIRO et al. 2009).

O Cerrado ocupa cerca de 20% do território brasileiro (BORLAUG, 2002) e representa o segundo maior domínio fitogeográfico na América do Sul (AB'SÁBER, 1977). Segundo Coutinho (1978), o Cerrado pode ser representado em três formações características, são elas: Campestres (Campo Limpo), Savânicas (Campo Sujo e Campo Cerrado) e Florestais (Cerradão). A perda de habitat no Cerrado está relacionada principalmente à implementação de gramíneas africanas para a pastagem, à monocultura (soja em sua maioria) e à silvicultura, sendo a área reservada à preservação muito inferior quando comparada a área destinada aos

principais usos da terra (KLINK; MACHADO, 2005). A área de abrangência do Cerrado é cerca de 2.000.000 km² (COUTINHO, 2002) embora somente 2,48% do total esteja assegurada em unidades de conservação integral (ARRUDA et al, 2008). Em relação à ecologia e riqueza de espécies, o cerrado é ainda pouco conhecido e estudado (VANZOLINI, 1988, COLLI et al. 1998, NOGUEIRA 2001, COLLI et al. 2002) em relação aos coleópteros, os estudos feitos são ainda mais escassos e regionalmente restritos (HERTEL; COLLI, 1998; PINHEIRO et al., 2002). Foi catalogada mais de 7.000 espécies de plantas vasculares (MENDONÇA et al., 1998) que abrigam 837 espécies de aves, 161 mamíferos, 150 de anfíbios e 120 espécies de répteis (MYERS et al., 2000) já os invertebrados, de maneira geral, são pouco conhecidos e possuem estimativa de cerca de 90.000 espécies (DIAS, 1996).

Os coleópteros da subfamília Scarabaeinae são detritívoros em sua grande maioria dos representantes, por esse motivo são popularmente chamados de “rola-bosta”, podendo ser saprófagos (comedores de fungos) coprófagos (comedores de fezes), necrófagos (alimentam-se de animais mortos em estado de decomposição) ou alternarem as dietas de acordo com a disponibilidade de recursos (HALFFTER; MATTHEWS 1966; HALFFTER; EDMONDS 1982; CAMBEFORT 1991). No Brasil existem registros de cerca de 700 espécies, agrupadas em sete tribos, sendo que em torno da metade destas espécies é endêmica (VAZ-DE-MELLO, 2000). O olfato é o sentido principal utilizado pelos besouros para localizarem o alimento (KINGSTON; COE, 1977), dessa forma, assim que detectada a presença do odor característico eles partem em busca da fonte do possível recurso alimentar (HANSKI; KRIKKEN, 1991; HOWDEN; NEALIS, 1978, PECK; FORSYTH, 1982). Os escarabeíneos são divididos em guildas ou grupos funcionais de acordo com suas características preferenciais de utilização dos recursos de forrageio (CAMBEFORT; HANSKI, 1991; DOUBE, 1991; GILL, 1991). Podem ser endocoprídeos, que corresponde aos animais que nidificam e se alimentam diretamente no recurso alimentar encontrado; paracoprídeos que são aqueles que constroem galerias de túneis subterrâneos imediatamente abaixo, ou ao lado do recurso alimentar encontrado; telecoprídeos que constituem os rola-bostas e que nomeiam popularmente o grupo, eles forrageiam retirando pequenas porções do recurso alimentar transformando-o em diminutas esferas e transportando-as para outros locais de interesse particular; e finalmente os cleptoparasitas que são “escavadores modificados”, nidificam com outras espécies de escavadores ou rola-bostas, não escavam e não estabelecem seus próprios ninhos (CAMBEFORT; HANSKI, 1991; GILL, 1991; SCHEFFLER, 2002). Besouros da subfamília scarabaeinae apresentam inúmeras funções ecológicas fundamentais e

importantes para o equilíbrio e manutenção de um ecossistema terrestre como a facilitação da ciclagem de nutrientes e dispersão secundária de sementes (NICHOLS et al, 2008), que de acordo com suas preferências alimentares podem utilizar o solo para nidificar e alocar os seus respectivos recursos alimentares (HALFFTER; MATTHEWS 1966, HALFFTER; EDMONDS 1982, DAVIS et al 2001). A riqueza e abundância de tais coleópteros estão certamente relacionadas aos animais que proporcionam sua subsistência indireta (grandes mamíferos, através das fezes e carcaças em decomposição) e que por sua vez são muito afetados pelo processo de fragmentação da paisagem (LOVEJOY et al, 1986). Escarabeíneos são sensíveis a mudanças bruscas de seu habitat de vida, apresentando padrões de organização diferentes quando comparados em fragmentos de floresta nativa e áreas degradadas (HOWDEN; NEALIS 1975; PECK; FORSYTH 1982; KLEIN 1989; JANZEN 1983; HALFFTER et al.1992; DAVIS 1994; DIDHAM et al. 1998; LOBO; MARTÍN-PIERRA1999; DAVIS et al. 2001; HALFFTER; ARELLANO 2002; HERNÁNDEZ 2003) logo podem ser uma importante ferramenta como bioindicadores de qualidade de habitat em estudos diversos de fomento ambiental e preservação ecológica (p.ex: HALFFTER et al 1992, DAVIS; SUTTON 1998, MCGEOCH et al 2002).

Em estudos de ecologia da paisagem dois efeitos, resultantes da fragmentação devem ser considerados para se entender a dinâmica dos organismos na paisagem. O primeiro é efeito de área, que é a redução do habitat, com a consequente diminuição de recursos e aumento de isolamento dos fragmentos, o outro é o efeito de borda (FAHRIG, 2003). O efeito de borda é considerado um importante fator na dinâmica das espécies, uma vez que a matriz e o fragmento possuem estruturas ecológicas diferentes é eminente à formação de uma região de borda que sofre impactos diretos como o vento e maior incidência solar (YAHNER, 1998). A estrutura vegetacional e sua composição podem ser influenciadas através da dificuldade de dispersão de sementes e alternância de hábitos dos herbívoros (CHEN; FRANKLIN, 1990) ocorrendo redução de recrutamento de árvores em consequência da ausência ou diminuição da chuva de sementes (BRUNA, 1999) e induzindo a mortalidade de plântulas devido a competição com lianas e plantas trepadeiras (SCARIOT, 2001). A maioria dos estudos atuais é realizada considerando paisagens compostas por feições discretas do tipo habitat-não habitat, sendo raramente considerada a abordagem de gradientes para explicar a distribuição espacial das espécies (EWERS et al, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Este trabalho visa avaliar como a comunidade de besouros da subfamília scarabaeinae responde à fragmentação, mais especificamente, como o cerrado, a matriz e a borda, atuam sob a composição das espécies.

2.2. Objetivos específicos

- As comunidades de besouros da subfamília Scarabaeinae apresentam a mesma composição no cerrado e nas matrizes?
- Existe gradiente de abundância no sentido matriz-borda-interior no cerrado?

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em paisagens com vegetação predominantemente de cerrado *lato sensu* circundado por matrizes de pastagem, monoculturas de cana de açúcar e silvicultura de eucalipto. Essas paisagens bem como suas matrizes vizinhas estão localizadas nas cidades próximas do município de Rio Claro interior de São Paulo (Anexo 2). Os remanescentes de cerrado estudados estão situados (Figura1) na região da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, que possui cerca de 170.000ha e se localiza entre os paralelos 22° 04' 46''S e 22° 41' 28''S e os meridianos 47°26'23''W e 47°56'15''W sendo que a maior parte da sua área se apresenta na Depressão Periférica Paulista e o clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (subtropical, inverno seco e verão chuvoso) (VALENTE 2001). O regime de chuvas é bem definido com precipitação anual próxima de 1400 mm em que o período chuvoso (outubro a fevereiro) concentra em torno de 80% das chuvas, enquanto que ao período seco (março a setembro) se reserva aproximadamente apenas 20% do índice pluviométrico total (TROPPEMAIR; MACHADO, 1974).

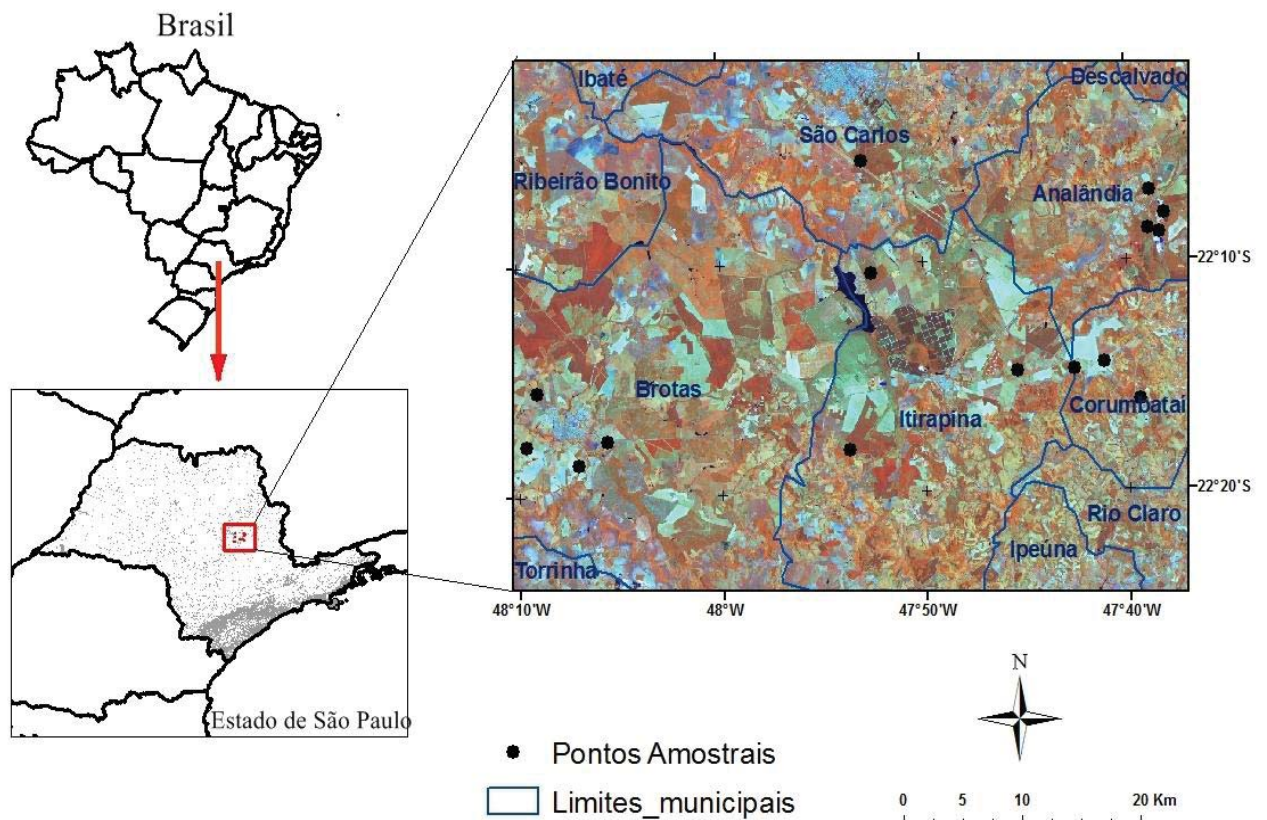


Figura 1. Mapa com os municípios da região e as 15 paisagens amostradas dos fragmentos de cerrado.

3.2. Desenho Experimental

Em cada uma das paisagens foram delineados dois transectos (T1 e T2) paralelos separados por 50 m (Figura 2). Em cada transecto foram dispostas 8 armadilhas de queda separadas entre si por 25 m sendo que 4 delas situavam-se na Matriz (pontos 1,2,3,4) e 4 no fragmento (pontos 5,6,7,8). As paisagens foram escolhidas através de imagens de satélite e posteriormente visitados com auxílio de um computador portátil conectado a um aparelho de GPS visualizado através do programa ArcGIS. Após os fragmentos serem selecionados de acordo com a confirmação do bioma Cerrado “*sensu lato*” era então escolhida a sua face voltada diretamente para a matriz para que a organização das armadilhas de queda conseguisse representar um grid de variação sentido Matriz-Borda-Interior. As matrizes escolhidas foram: cana-de açúcar, pastagem e silvicultura de eucalipto.



Figura 2. Modelo do desenho experimental identificando os dois transectos (T1 e T2), as armadilhas de queda (pontos em vermelho) e a organização das coletas entre a matriz e o fragmento.

3.3. Amostragem e identificação das Espécies

As armadilhas de queda correspondem a um recipiente plástico circular de volume de 1000 mL preenchidos parcialmente com água e detergente (250 ml de água em solução a 2%) saturada de sal de cozinha para minimizar a decomposição dos indivíduos capturados. No centro deste era disposto um recipiente menor (copo descartável de 50 ml) que era perfurado por um filete de arame onde se encontrava a isca de fezes humanas. Este filete era ajustado para que a isca se encontrasse à altura do solo e centralizada ao recipiente de maior volume. A armadilha (Figura 3) era então recoberta com um disco de isopor inclinado, para a proteção contra chuva e ressecamento da isca (HERNANDEZ; VAZ-DE-MELLO, 2009).



Figura 3. Armadilha de queda instalada em fragmento de cerrado.

Em cada paisagem foram realizadas três coletas, nos meses de Dezembro de 2011, Janeiro e Fevereiro de 2012, estação do ano chuvosa e considerada ideal para a coleta dos besouros (MARTÍNEZ; VÁSQUEZ 1995, LOBO; HALFFTER 2000) totalizando dessa maneira 720 armadilhas ao final das coletas. Após ficar por 48 horas em campo o conteúdo das armadilhas era peneirado (redes finas usadas em aquarismo) e depositado em sacos plásticos com álcool 70% para a posterior triagem no laboratório de Ecologia Geral, Departamento de Ecologia da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, campus de Rio Claro. Os besouros foram acomodados em mantas entomológicas e acondicionados à estufa (aproximadamente 50°) por no mínimo 48h (indivíduos maiores ficavam de 3 a 4 dias) para secagem e conservação prévia. Posteriormente as amostras foram identificadas pelos especialistas neste grupo de insetos Mateus Fernando de Souza, mestrando em Ecologia e Conservação, sob supervisão do prof.Dr. Fernando Vaz-de Melo, ambos da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Instituto de Biociências, Departamento de

Biologia e Zoologia, e este material foi depositado nas coleções entomológicas da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso.

3.4. Análise dos Dados

3.4.1. Diferenças entre a comunidade de besouros da subfamília Scarabaeinae no cerrado e nas matrizes

Para a riqueza dos besouros foi avaliada a existência de diferenças entre o cerrado e as matrizes, estimada para estes dois tipos de ambientes em cada uma das 15 paisagens. Posteriormente, calculou-se a diferença da riqueza do cerrado subtraída da matriz, sendo esse resultado considerado como a variável resposta. Para avaliar as possíveis diferenças na abundância de besouros escarabeíneos no cerrado e em suas matrizes foram estimadas as abundâncias relativas destes insetos nos dois tipos de ambientes para cada uma das 15 paisagens. Nestas duas análises a estatística utilizada foi o teste T pareado, assim, resultados diferentes de zero demonstram que as paisagens não são iguais, enquanto que valores iguais a zero significam que não existem diferenças entre elas.

3.4.2. Análise de gradiente de abundância matriz-borda-interior no Cerrado.

Para avaliar a existência do gradiente matriz-borda-interior (M-B-I) foram realizadas análises de regressão relativas à abundância por paisagem em função da posição nas paisagens consideradas (Modelo M-B-I). Simultaneamente foi realizada uma análise de variância considerando que as abundâncias por paisagem são melhores explicadas por um modelo do tipo Cerrado em comparação à Matriz (Modelo Fragmento-Matriz). Através da análise de A.I.C. (Akaike Information Criteria, AKAIKE, 1973; BURNHAM; ANDERSON, 2002) comparou-se os dois modelos utilizados (M-B-I e Fragmento- Matriz). O melhor modelo escolhido foi o que apresentava o menor A.I.C. Quando a diferença entre os dois modelos era menor do que dois ($\Delta A.I.C. < 2$), foi escolhido o modelo mais simples, no caso, Fragmento-Matriz. A proporção das paisagens em que o modelo M-B-I for mais plausível de explicar a abundância, será apresentado como subsídio para responder à presença ou ausência de gradiente nas paisagens estudadas. Para subsidiar essa etapa do estudo, o teste de Qui quadrado (χ^2) foi aplicado para comprovar se a proporção das paisagens estudadas que apresentaram um gradiente de abundância foi significativo.

4. RESULTADOS

4.1 Diferenças da comunidade de besouros da subfamília Scarabaeinae entre cerrado e as matrizes.

Foram coletados 8423 indivíduos pertencentes à 57 espécies e 21 gêneros diferentes (Anexo 1) nas 15 paisagens amostradas. Ao se avaliar a riqueza de besouros da subfamília Scarabaeinae para os diferentes ambientes (cerrado em comparação à matriz) observou-se que a menor riqueza registrada foi de 7 espécies, encontrada na matriz da Paisagem 2, e que a máxima foi de 35 espécies para o cerrado da paisagem 4 (Figura 4).

Ao comparar as diferenças de riquezas, segundo o teste T, a riqueza encontrada no cerrado foi marginalmente superior à encontrada na matriz ($t=1,9$; $gl=14$; $p=0,076$).

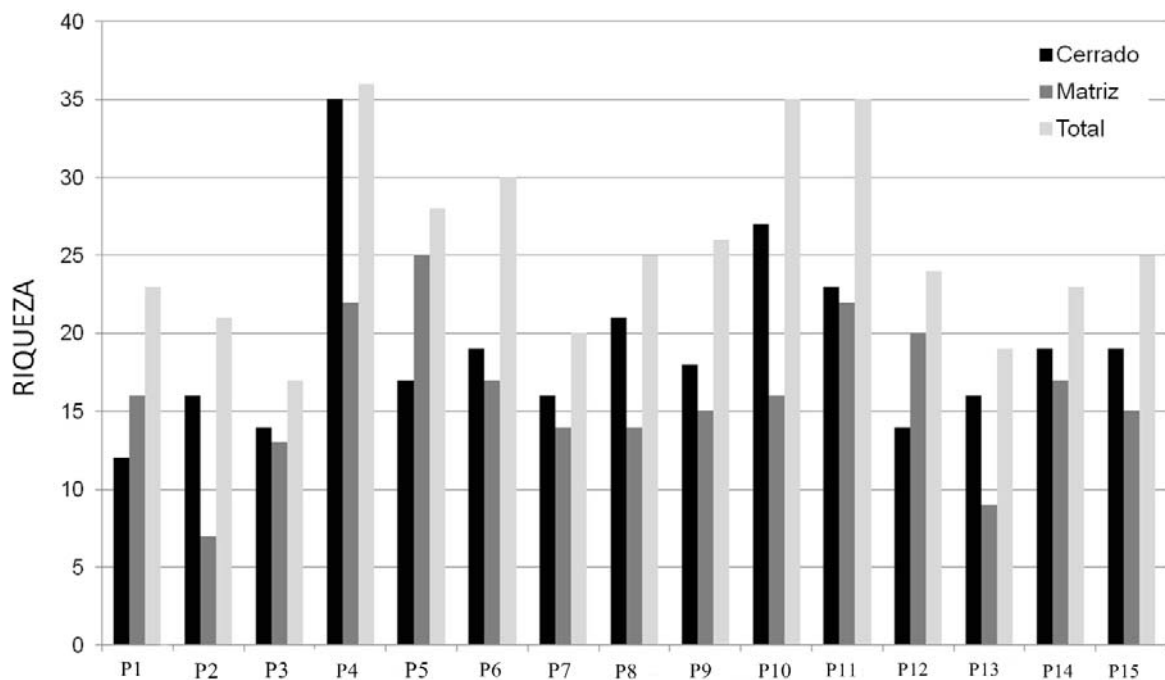


Figura 4. Riqueza de espécies encontrada no Cerrado e nas Matrizes, onde P1 a P15 representam as paisagens amostradas.

Ao comparar as abundâncias relativas entre o cerrado e a matriz (Figura 5), observou-se que a abundância relativa para o cerrado foi de 71,1% (Intervalo de confiança de 95% = 58,8 e 83,3%). De acordo com o teste T, o cerrado apresentou abundância significativamente superior à matriz ($t=3,69$; $gl=14$; $p=0,024$).

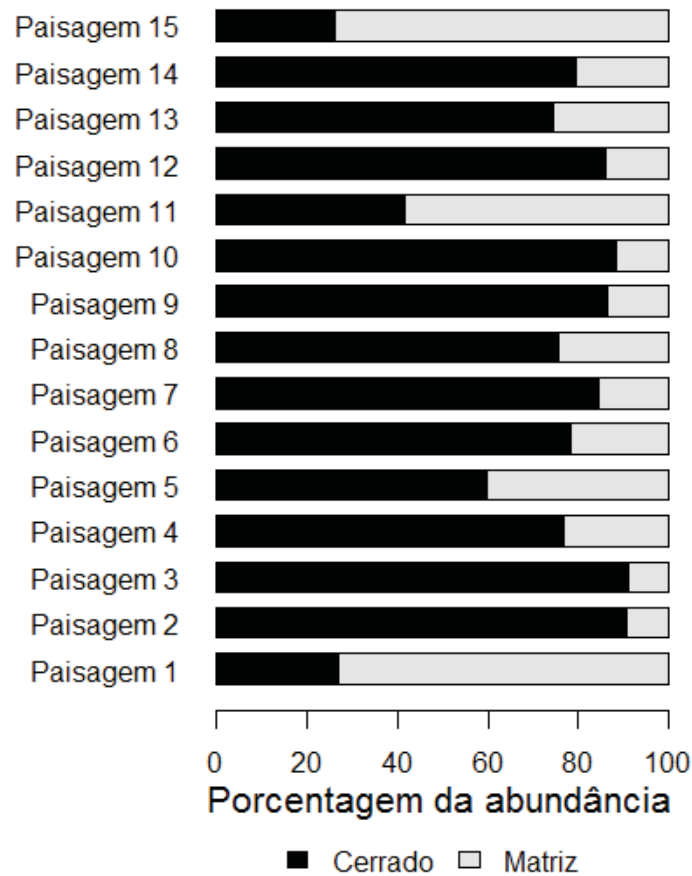


Figura 5. Abundâncias relativas (%) nos fragmentos de cerrado e nas matrizes amostradas.

4.2. Análise do gradiente de abundância matriz-borda-interior

Através do método de análise de modelos AIC, a abundância de todas as paisagens foi melhor explicada pelo modelo Fragmento-Matriz (Tabela 1 e Figura 6). Este modelo também foi o melhor em explicar a abundância dos besouros escarabeíneos em cinco paisagens (paisagens 2, 3, 7, 8, 9, 10 e 14). Nas paisagens 1, 11 e 15 apesar do modelo M-B-I também ser plausível ($dAIC < 2$) o modelo Fragmento-Matriz foi o escolhido por ser o mais simples (Ver Figuras: 6 à 21).

Em contrapartida as abundâncias das outras cinco paisagens (paisagens 4, 5, 6, 12 e 13) foram melhores explicadas pelo modelo Matriz-Borda-Interior. Além disso, em três paisagens (paisagens 1, 11 e 15) o modelo Fragmento-Matriz foi escolhido por ser o mais simples (Tabela 1).

Tabela 1. Análise da escolha dos melhores modelos através da abordagem AIC para cada uma das paisagens e para a soma destas. O asterisco (*) indica o melhor modelo.

	Fragmento-Matriz		Gradiente M-B-I	
	dAIC	wAIC	dAIC	wAIC
Total	0*	0,867	3,8	0,133
Paisagem 01	0*	0,607	0,9	0,393
Paisagem 02	0*	0,990	9,2	0,010
Paisagem 03	0*	0,876	3,9	0,124
Paisagem 04	2,9	0,190	0*	0,810
Paisagem 05	2,1	0,255	0*	0,745
Paisagem 06	5,9	0,050	0*	0,950
Paisagem 07	0*	0,999	15,7	0,001
Paisagem 08	0*	0,976	7,4	0,024
Paisagem 09	0*	0,993	9,9	0,007
Paisagem 10	0*	0,908	4,6	0,092
Paisagem 11	0*	0,535	0,3	0,465
Paisagem 12	3,2	0,174	0*	0,826
Paisagem 13	5,7	0,055	0*	0,945
Paisagem 14	0*	0,999	15,4	0,001
Paisagem 15	1,7*	0,312	0	0,688

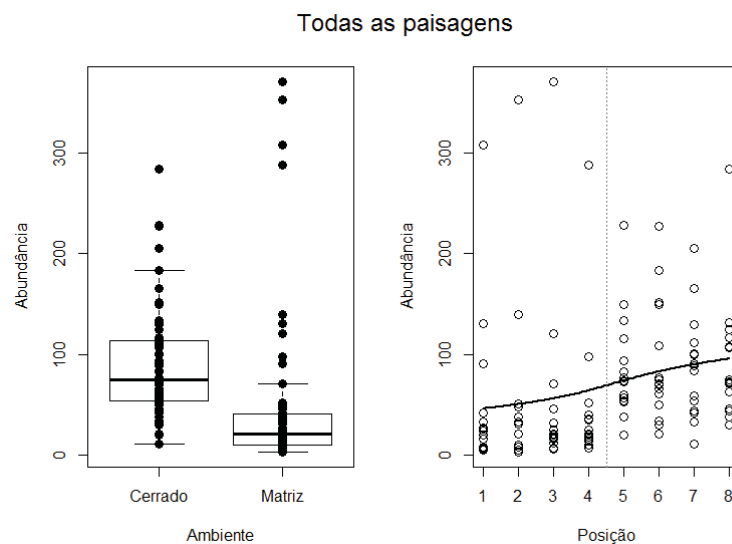


Figura 6. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância total de besouros escarabeíneos em todas as paisagens. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomial (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

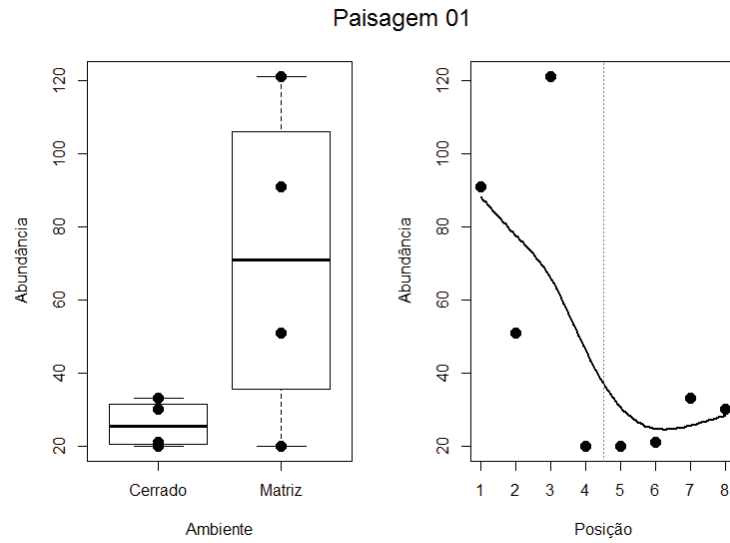


Figura7. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

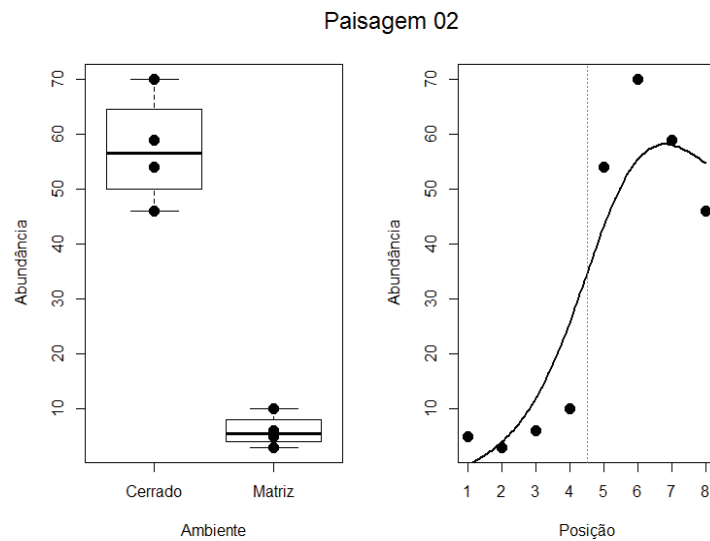


Figura8. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

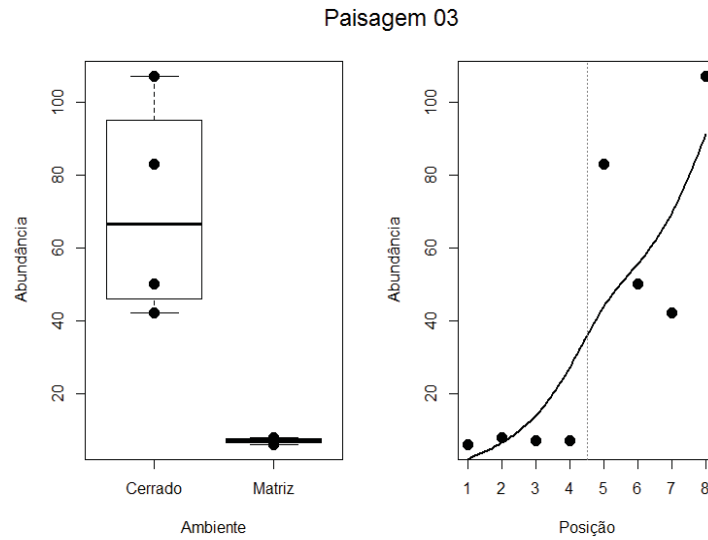


Figura9. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

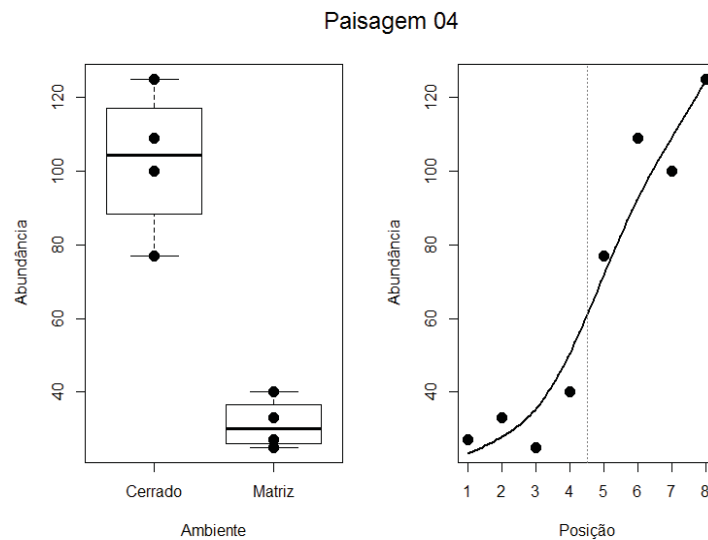


Figura10. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento

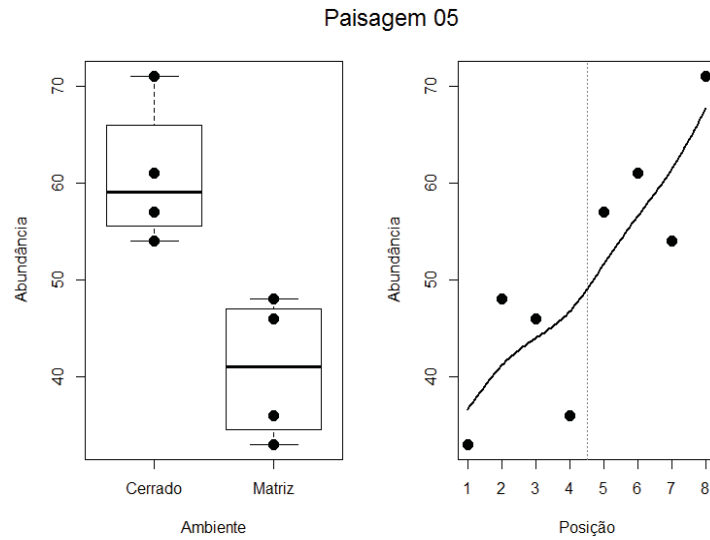


Figura 11. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

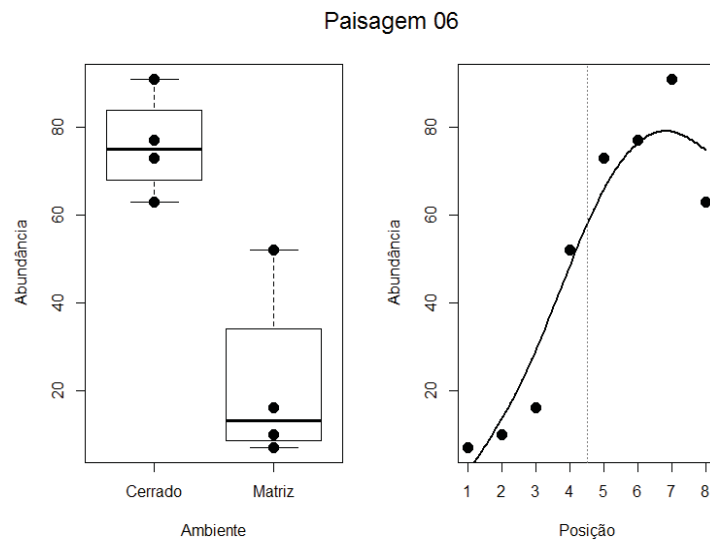


Figura 12. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento

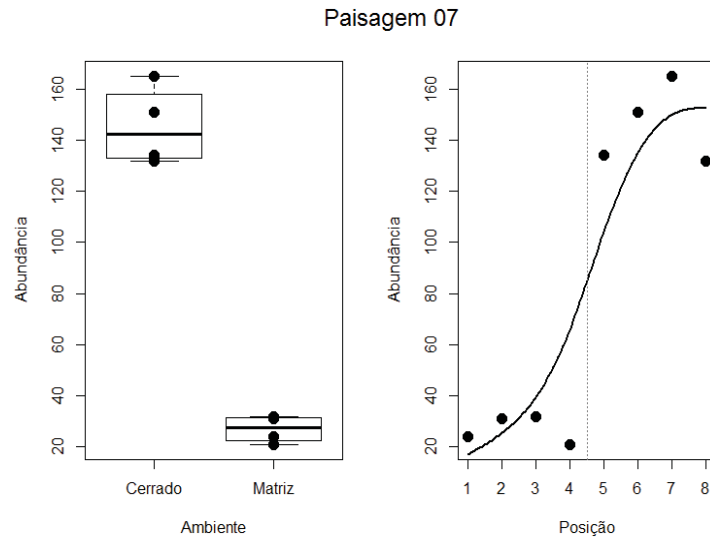


Figura 13. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

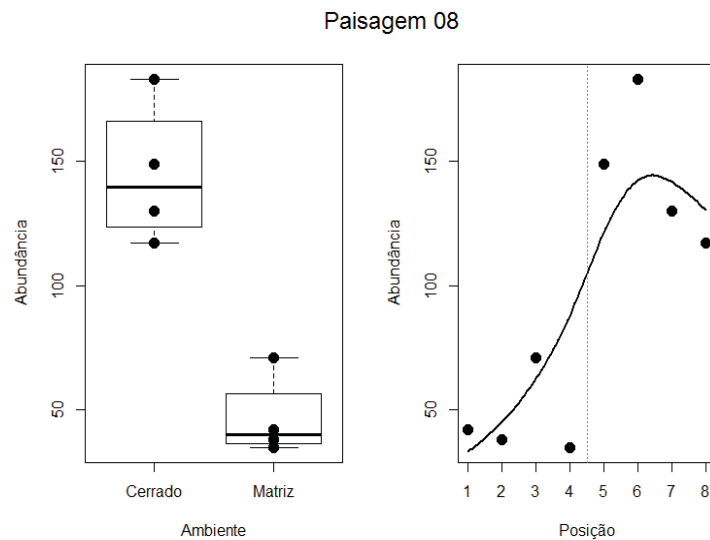


Figura 14. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

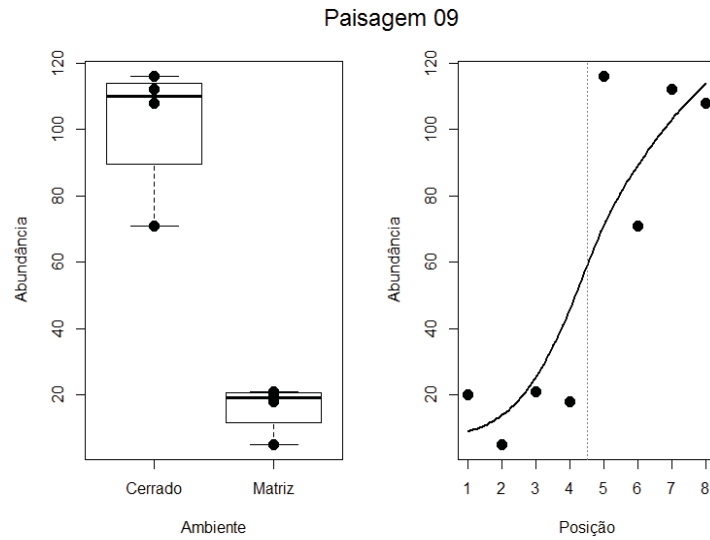


Figura 15. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

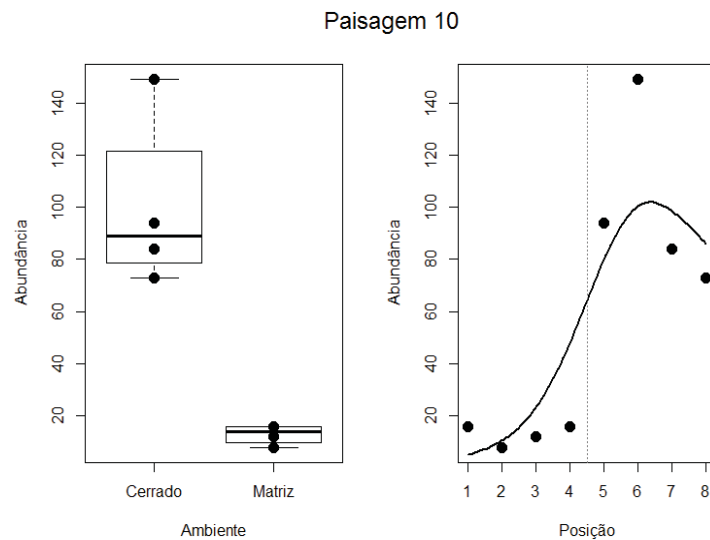


Figura 16. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

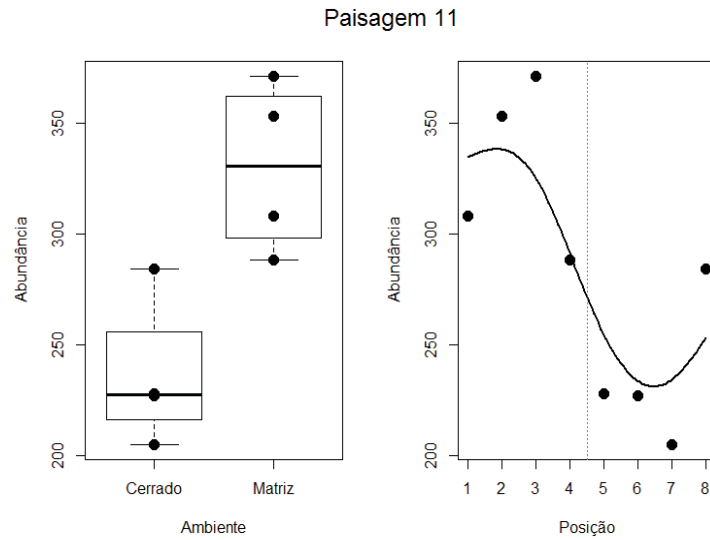


Figura 17. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

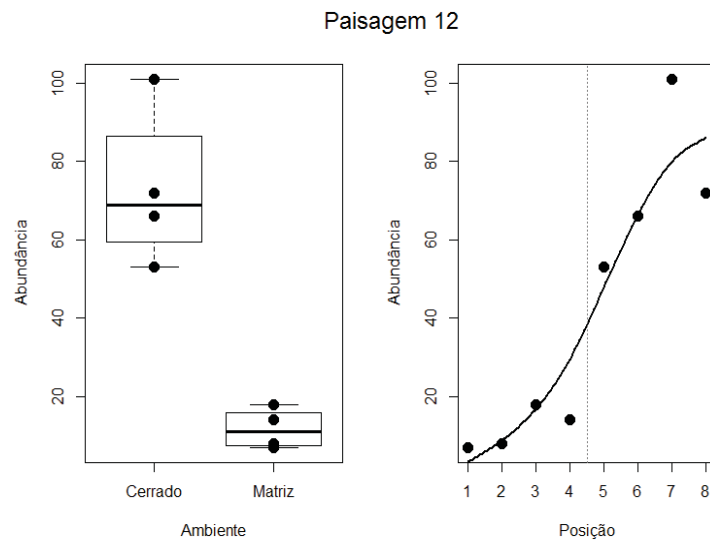


Figura 18. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

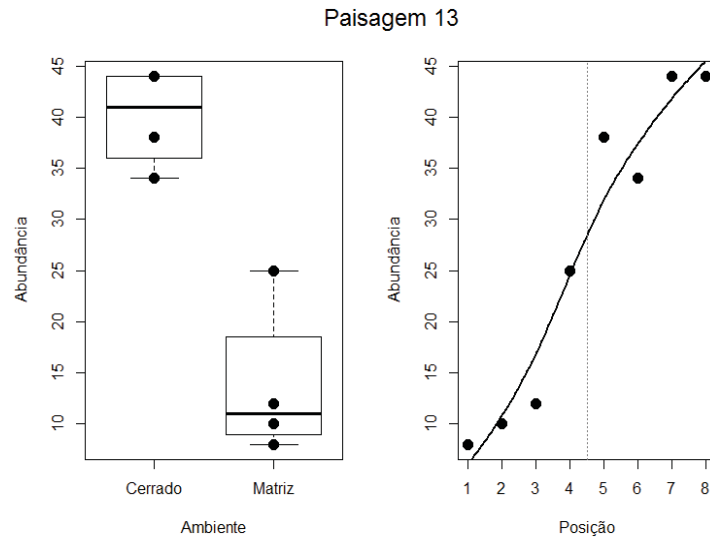


Figura 19. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

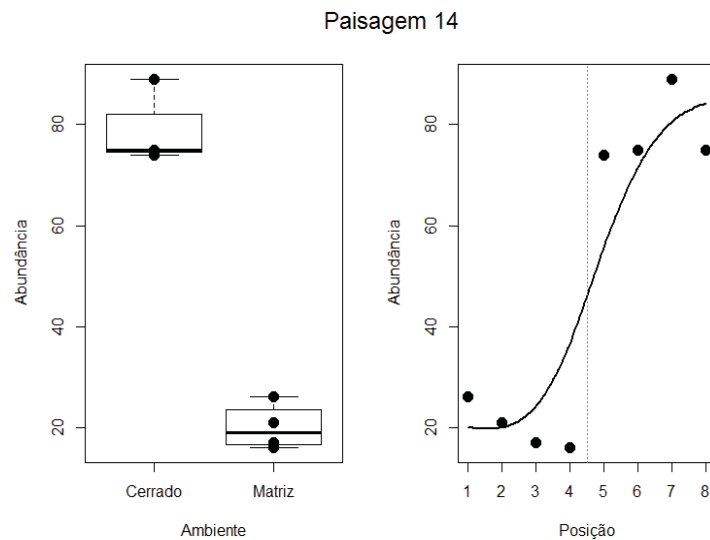


Figura 20. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomia (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

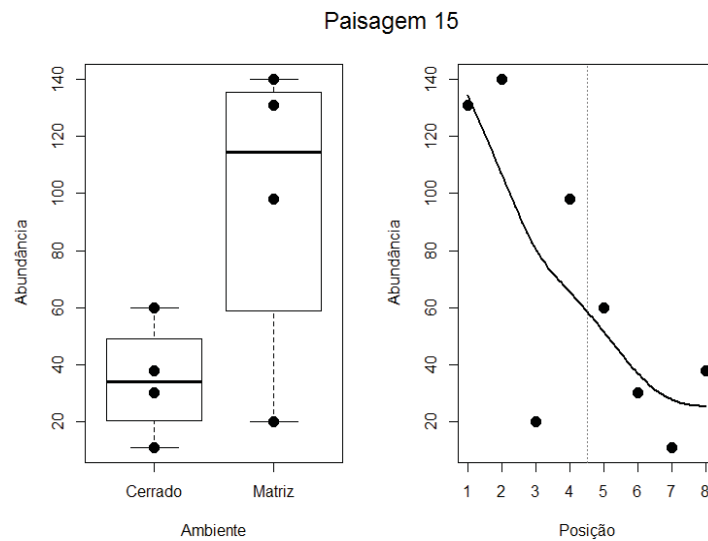


Figura 21. Gráficos dos modelos de distribuição da abundância de besouros escarabeíneos. Gráfico de caixa (box-plot) representa o modelo Fragmento-Matriz e o Gráfico de alisamento polinomial (smoothing spline) representa modelo matriz-borda-interior (M-B-I), onde no eixo x 1 representa o ponto mais distante do fragmento e 8 o ponto mais interno ao fragmento.

5. DISCUSSÃO

5.1. Diferenças da comunidade de besouros escarabeídeos em fragmentos de cerrado e em suas matrizes

O fato da diferença entre as riquezas nos fragmentos e matrizes ser marginalmente significativa, parece explicitar bem a falta de estudos sobre como a comunidade desses besouros se comportam na transição da matriz para o cerrado. Enquanto que existem alguns trabalhos no cerrado que relacionaram positivamente a heterogeneidade de habitat e riqueza de escarabeíneos (DURÃES et al 2005, ALMEIDA; LOUZADA 2009) outros encontraram relações negativas para os mesmos critérios (MILHOMEM et al, 2003). Essa relação aparentemente contraditória de que a heterogeneidade de habitat é inversamente proporcional à riqueza pode ser encontrada dependendo do grupo taxonômico estudado e da escala espacial utilizada (TEWS et al 2004). Entretanto a maioria destes estudos têm sido feitos com base na heterogeneidade de habitat dentro dos próprios biomas, como os variantes de cerrado *sensu stricto*, campo sujo e cerradão, por exemplo, (SILVA et al, 2010). A falta de consenso na literatura sobre como a resposta da riqueza destes besouros à fragmentação em paisagens de

cerrado evidencia a necessidade de mais pesquisas sobre a distribuição espacial das espécies sob este contexto.

A evidência de que as matrizes afetam negativamente os besouros escarabeíneos é embasada pelo fato das abundâncias entre as matrizes e o cerrado serem extremamente significativas. Entretanto, três paisagens (Figura 5, P1, P11 e P15) das 15 amostradas, apresentaram maiores abundâncias na matriz em relação ao Cerrado. Segundo Bender et al (1998) esses resultados sugerem que a qualidade de habitat nestes locais pode estar tão baixa que a vegetação natural como um todo passa a apresentar características de borda, devido também à perda de habitat, o que explicaria a diminuição populacional de besouros no interior do cerrado, favorecendo dessa maneira o aumento potencial da abundância de espécies generalistas, capazes de utilizar os dois tipos de habitat (Cerrado e matriz). Outra hipótese plausível para este resultado é de que as matrizes destas paisagens podem ter características ambientais que favoreçam populações de algumas espécies que dessa forma atingiram níveis populacionais maiores do que os encontrados no cerrado. Essa hipótese é amparada pelo fato de que apesar das riquezas nas paisagens 11 e 15 serem maiores nos fragmentos, suas matrizes apresentaram maior abundância (figuras 4 e 5).

5.2. Análise de gradiente de abundância matriz-borda-interior

Embora os resultados mostrem que as abundâncias do total das paisagens e de sete paisagens foram mais bem explicadas pelo modelo Fragmento-Matriz, a evidência de que outras cinco paisagens serem melhor explicadas pelo modelo M-B-I aponta para a importância de se enxergar a borda do fragmento não como uma quebra na diversidade de espécies, mas sim como um gradiente de abundância.

O intuito de utilizar uma análise em forma de gradiente, sugerido pelo presente estudo, em contrapartida às análises discretas de habitat-não habitat, é justificado, segundo Ewers et al. (2010), pelo fato de que existem táxons que não respondem como se os componentes da paisagem tivessem um limite fixo determinado, tais estudos sugerem a existência de gradientes de resposta de determinados táxons para as zonas de transição entre manchas de habitat ou de tipos de matrizes de forma gradual e não pontual. Os resultados encontrados neste trabalho reforçam esses padrões para os besouros da subfamília Scarabaeinae.

Este gradiente tem sido observado para outros táxons como é o caso de Boscolo e Metzger (2010), que observaram gradientes de isolamento, área e porcentagem de habitat

sobre a probabilidade de ocorrência de aves de sub-bosque em Floresta Atlântica; Awade e Metzger (2008) que registraram a capacidade de aves sensíveis a fragmentação em cruzarem matrizes de pasto no Planalto Atlântico Paulista, e mesmo o estudo de Lyra-Jorge et al. (2010), que observou que espécies de mamíferos carnívoros podem responder em forma de gradiente à quantidade de habitat e à densidade de borda em escalas variando desde 250m para *Leopardus pardalis*, até 2 km para *Panthera onca* em paisagens de cerrado do interior paulista.

Ao fato de nenhum dos modelos explicarem abundância em todas as paisagens indica que podem haver variáveis espaciais influenciando nesta resposta, como por exemplo porcentagem de habitat, forma do fragmento, isolamento entre fragmentos, entre outros. Uma outra variável paisagística que poderia ser importante seria o tipo de matriz, porém uma primeira análise indica que esta variável não explica sozinha a resposta encontrada (tabela 2).

Tabela 2. Relação entre o gradiente de abundância e as matrizes das paisagens amostradas.

Paisagens	Modelo Significativo	Matriz
P1	Cerrado-Matriz	Pastagem
P2	Cerrado-Matriz	Cana-de-Açúcar
P3	Cerrado-Matriz	Eucalipto
P4	M-B-I	Eucalipto
P5	M-B-I	Cana-de-Açúcar
P6	M-B-I	Pastagem
P7	Cerrado-Matriz	Eucalipto
P8	Cerrado-Matriz	Cana-de-Açúcar
P9	Cerrado-Matriz	Cana-de-Açúcar
P10	Cerrado-Matriz	Cana-de-Açúcar
P11	Cerrado-Matriz	Cana-de-Açúcar
P12	M-B-I	Eucalipto
P13	M-B-I	Cana-de-Açúcar
P14	Cerrado-Matriz	Eucalipto
P15	M-B-I	Pastagem

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos explicitam que em contrapartida a alta fragmentação, os remanescentes de cerrado constituem uma importante fonte de biodiversidade para os besouros da subfamília Scarabaeinae. Embora a diferença de riqueza de espécies entre o cerrado e as matrizes seja marginalmente superior, este pode ser atrelado à elevada fragmentação e perda de habitat. Tal evidência, quando somada ao fato da abundância encontrada no cerrado ser superior à das matrizes proporciona subsídio de que não apenas os fragmentos de cerrado são fontes importantes de habitat para os escarabeíneos, como fortemente indica que as atividades humanas (agricultura, pastagem e silvicultura) da maneira como são feitas atualmente, apresentam impacto relevante nos padrões de distribuição das espécies de escarabeíneos, o que justifica a importância de mais estudos referentes à utilização de áreas antropizadas e matrizes pelos besouros Scarabaeinae, uma vez que eles responderam de maneira eficaz à abundância e predileção de habitat sob o contexto atual de fragmentação elevada dos remanescentes de cerrado do interior paulista.

Este estudo, além de levantar informações importantes sobre a distribuição espacial de escarabeíneos em paisagens fragmentadas, traz luz a como este grupo pode responder positivamente ao gradiente matriz-borda-interior. Tais informações seguramente podem auxiliar significativamente em ações de cunho conservacionista e ainda orientar estratégias de restauração em paisagens fragmentadas do interior paulista, particularmente em regiões onde formações de cerrado são importantes para a conservação da biodiversidade, uma vez que há uma tendência evidente por parte das espécies aqui representadas, que parecem não responder unicamente a caracteres pontuais limitados fisicamente por considerações e ações humanas como os remanescentes florestais imersos nas matrizes.

O presente estudo foi realizado em paisagens extremamente fragmentadas, no entanto este foi propositadamente um dos focos deste trabalho pelo motivo de que essa é a realidade atual dos remanescentes de vegetação do estado de São Paulo como um todo, não apenas do Cerrado, mas também da Mata Atlântica, sendo que poucas áreas de grande extensão encontram-se legalmente asseguradas e preservadas de fato. São comumente associados estudos relacionados à ecologia, em grande parte, a esses extensos remanescentes vegetacionais, que apesar de muito importantes para conservar a biodiversidade não refletem a realidade da paisagem fortemente fragmentada, assim, este trabalho pode proporcionar

resultados importantes para a ecologia das espécies de escarabeíneos e representar a atual situação dos remanescentes florestais do interior do estado de São Paulo.

Apesar das análises aqui propostas apresentarem resultados bastante relevantes para a conservação do cerrado e dos escarabeíneos, os resultados deste estudo devem ainda subsidiar e promover outras análises sobre como estes insetos respondem a cada tipo de matriz presente (cana-de-açúcar, pastagem e eucalipto). Tais análises podem esclarecer a baixa significância quanto à diferença de riqueza entre as matrizes e os fragmentos e o fato do modelo gradiente (M-B-I) não se apresentar válido para todas as paisagens. Tais fatores evidenciarão quais atividades humanas mais impactam os besouros da subfamília Scarabaeinae em fragmentos de cerrado. Pretende-se ainda analisar como cada espécie responde a fragmentação, o que certamente auxiliará em entender como em alguns casos, apesar de a matriz apresentar menor diversidade tenha ainda sim uma abundância maior. Finalmente os resultados desta pesquisa poderão subsidiar análises sobre como a fragmentação e a perda de habitat afetam estes insetos através de métricas da paisagem como o tamanho e o isolamento dos remanescentes de cerrado entre si.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia** 52:121.
- ALMEIDA,S.P.; LOUZADA,J. N. C. (2009). Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology** 38: 32-43.
- ARRUDA, M.B., PROENÇA, C.E.B., RODRIGUES, S.C., CAMPOS, R.N., MARTINS, R.C. & MARTINS, E.S. 2008. Eco-regiões, unidades de conservação e representatividade ecológica do bioma cerrado. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, orgs.). **Embrapa cerrados**, Brasília, p.229-272.
- AWADE, M., METZGER, J.P., 2008. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation. **Austral Ecology**, 33: 863-871.
- BOSCOLO, D.; METZGER, J. 2011. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. **Ecography**.34:1-12.
- BENDER, D.J.; CONTRERAS; T.A.; FAHRIG, L. 1998. Habitat loss and population decline: a Meta-analysis of patch size effect. **Ecology**, v.79, n.2, p. 517-533.
- BORLAUG, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths. pp. 29-60. **Competitive Enterprise Institute**,Roseville, EUA.
- BRUNA, E. M. 1999. Seed germination in rainforest fragments. **Nature** 402:139.
- CAMBEFORT, Y.; HANSKI, I. Dung beetle population biology. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT,Y. (Eds.). **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. p, 36-50.

CHEN, J.; FRANKLIN, J.P. Microclimatic pattern and basic biological responses at the clearcut edges of old-growth Douglas-fir stands. **Northwest Environmental Journal**, v.6, p. 424-425. 1990.

COLLI, G.R., ZATZ, M.G. DA CUNHA, H.J. 1998. Notes on the ecology and geographical distribution of the rare gymnophthalmid lizard *Bachia bresslaui*. **Herpetologica** 54:169-174.

COLLI G.R., BASTOS, R.P. & ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado Herpetofauna. In *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. (Oliveira, P.S. & Marquis, R.J., eds.). **Columbia University Press**, New York. p. 223-241

COLLINGHAM Y.C, HUNTLEY B. 2000. Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. **Ecol. Appl.** 10:131–44.

COUTINHO, L.M. 2002. O bioma do cerrado. In *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois* (A.L. Klein, org.). **Editora UNESP**, São Paulo, p.77-91.

COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1: 17-23.

DAVIS, A. J.; J. D. Holloway; H. Huijbregts; J. Krikken; A. H. Kirk-Spriggs, S. L. Sutton. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology** 38: 593–616.

DAVIS, A. L. V. 1994. Habitat fragmentation in southern Africa and distributional response patterns in five specialist or generalist dung beetle families (Coleoptera). **African Journal of Ecology** 32: 192–207.

DIAS, B.F.S. 1992. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), **Fundação Pró-Natureza** (Funatura), Brasília.

DIDHAM, R. K.; P. M. HAMMOND; J. H. LAWTON; P. EGGLETON, N. E. STORK. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs**, 68: 295–32

- DOUBE, B. M. 1991. Dung beetles of southern Africa, pp. 133–155. *In* I. Hanski and Y. Cambefort [eds.], **Dung beetle ecology**. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- DURÃES, R.; MARTINS, W. P.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 5, p.721-731, 2005.
- EWERS, R.M., MARSH, C.J., WEARN, O.R. (2010) Making statistics biologically relevant in fragmented landscapes. **Trends in Ecology and Evolution**, 25(12), 699-704.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.
- FORMAN, R.T.T; GODRON, M. 1986. **Landscape Ecology**. New York, John Wilwy & Sons, 619p.
- GILL, B. D. 1991. Dung Beetles in American Tropical Forest, p. 211–229. *In*: I. Hanski & Y. Cambefort (eds.). **Dung Beetle Ecology**. Princeton University Press, Princeton. 481 p
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Tradução de M. J. Guazzelli. 4. ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2009. 658 p.
- GOLDEN, DM, CRIST, T.O. 2000. Experimental effects of habitat fragmentation on rove beetles and ants: patch area or edge? *Oikos* 90:525–38.
- HALFFTER G, EDMONDS W D (1982) The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) - an ecological and evolutive approach. **Instituto de Ecología/ MAB**, Mexico, DF, 242p.
- HALFFTER G, MATHEWS, E.G.(1966) The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana** 12: 1-312.
- HALFFTER, G., Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. **Biotropica** 34: 144–154.

- HALFFTER, G.; M. E. FAVILA-V. HALFFTER. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forest and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana** 84: 131– 156.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Priceton, Princeton University Press, 1991b. 481p.
- HANSKI, I., KRiKKEN J. (1991) Dung beetles in tropical forests in South-East Asia. **Dung Beetle Ecology** (eds I.Hanski & Y.Cambefort), pp. 179–197. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- HERNANDEZ-VAZ-DE-MELLO 2009. Seasonal and spatial variation of Scarabaeidae species richness in areas of Atlantic Forest, Revista **Brasileira de Entomologia** 53(4): 607–613, dezembro 2009.
- HERNANDEZ, M. I. M. 2003. Riqueza de Besouros Escarabeídeos em duas áreas de Floresta Atlântica no Estado da Paraíba. *In*: Congresso de Ecologia do Brasil - 6. Fortaleza, CE. Anais de Trabalhos Completos, **Simpósio Floresta Pluvial Tropical Atlântica**, Sociedade de Ecologia do Brasil. p. 300–302.
- HERTEL, F.; COLLI, G.R. The use of leaf cutter ants, *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae), as a substrate for oviposition by dung beetle *Canthon virens* Mannerheim (Coleoptera: Scarabaeidae) in Central Brazil. **Coleopterists Bulletin**, Natchez, v. 52, n. 2, p. 105-108, 1998.
- HOVEL K.A., LIPCIUS R.N. 2001. Habitat fragmentation in a seagrass landscape: Patch size and complexity control blue crab survival. **Ecology** 82:1814–29.
- HOWDEN, H. F. & V. G. NEALIS. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). **Biotropica** 7: 77–83.
- JANZEN, D. H. 1983. Seasonal change in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in Costa Rican deciduous forest and adjacent horse pasture. **Oikos** 41: 274–283.

KINGSTON, T. J., COE, M. 1977. The biology of a giant dung-beetle (*Heliocopris dilloni*) (Coleoptera: Scarabaeidae). **Journal of Zoology** 181: 243–263.

KLEIN, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. **Ecology** 70: 1715–1725

LYRA-JORGE, M.C.; RIBEIRO, M.C.; CIOCHETI, G.; TAMBOSI, L.R.; PIVELLO, V.R. Landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, June 2010, Volume 56, Issue 3, pp 359–368.

LOBO, J. M.; F. MARTÍN-PIERA. 1999. Between-group differences in the Iberian dung beetle species-area relationship (Coleoptera: Scarabaeidae). **Acta Oecologica** 20: 587–597.

LOBO J M, HALFFTER G (2000) Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a comparative study. **Ann Entomol Soc Am** 93: 115–126.

LOVEJOY, T. E.; R.O. BIERREGAARD, Jr.; A.B. RYLANDS; J.R. MALCOLM; C.E. QUINTELA; L.H. HARPER; K.S. BROWN, Jr; A.H. POWELL; G.V.N. POWELL; H.O.R. SCHUBART & M.B. HAYS. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments, pp. 257–285. Em: **Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity** (M. Soulé, ed.). Sinauer Associates, Sunderland.

MARTENSEN, A.C., PIMENTEL, R.G., METZGER, J.P. 2008. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. **Biological Conservation** 141: 2184–2192.

MARTÍNEZ, I. M., VASQUEZ, A. A. (1995) Influencia de algunos factores ambientales sobre la reproducción em *Canthon cyanellus cyanellus* Le Conte (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Elytron** 9: 5–13.

MILHOMEM, M. S., VAZ DE MELLO, F. Z., DINIZ, I. R. (2003) Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 38: 1249–1256.

- MCGEOCH A.M.; VAN RENSBURG J. BERNDT; BOTES.A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, 39: 661-672.
- MENDONÇA, R., J. FELFILI, B. WALTER, J.C. SILVA Jr., A. REZENDE, T., FILGUEIRAS & P. NOGUEIRA. 1998. Flora vascular do Cerrado. In: S. Sano & S. Almeida (eds.). Cerrado. Ambiente e flora. p. 288-556. Empresa Brasileira de Pesquisa **Agropecuária** – Embrapa - Cerrados, Planaltina, Brasil.
- METZGER, J.P. 2001. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropical**. 1:(1-2)
- METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., DIXO, M., BERNACCI, L.C., RIBEIRO, M.C., TEIXEIRA, A.M.G., PARDINI, R. 2009. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation** 142:1166-1177.
- METZGER, J.P.; GOLDENGERB, R.; BERNACCI, L.C. Caminhos da biodiversidade. **Ciência hoje**, v.25 , n.146, p.62-64- 1999.
- MYERS, N., MITTERMEIER , C.G. MITTERMEIER, G.A.B. FONSECA, Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-845.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E. The Scarabaeinae Research Network. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, 141: 1461-1474.
- NOGUEIRA, C. 2001. New records of squamate reptiles in Central Brazilian Cerrado II: Brasília region. **Herp. Rev.** 32:285-287.
- PARDINI, R., FARIA, D., ACCACIO, G.M., LAPS, R.R., MARIANO, E., PACIENCIA, M.L.B., DIXO, M., BAUMGARTEN, J. 2009. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: a multi-taxa conservation assessment of an agro-forestry mosaic in southern Bahia. **Biological Conservation** 142:1178–1190.
- PECK, S. B., FORSYTH, A.1982. Composition, structure and competitive behaviour in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). **Canadian Journal of Zoology** 60: 1624–1634.

- PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D.; BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**, Carlton, v. 27, p. 132-136, 2002.
- RESENDE, F.N. 2012. Mudanças do Uso da Terra no Cerrado sobre Comunidade de Besouros Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia** 5: 87-102.
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J., HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142:1141-1153.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J., MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology** 5: 18-34.
- SCARIOT, A. 2001. Weedy and secondary palm species in Central Amazonian forest fragments. **Acta Botanica Brasilica** 15: 271-280.
- SCHEFFLER, P. Y. 2002. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of eastern Amazonia. **Ph.D. Dissertation**, The Pennsylvania State University, University Park.
- TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; KRINGEN, H., MERRIAM, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, 68: 571-573.
- 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. **J Biogeogr** 31: 79-92.
- TROPPEMAIR, H., MACHADO, M.L.A. 1974. Variação da estrutura da mata galeria na bacia do Rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio. **Série Biogeografia** 8. Instituto de Geografia/Universidade de São Paulo, São Paulo.
- UEHARA-PRADO, M. 2003. Efeito da fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do planalto atlântico paulista. **Tese de doutorado**, Unicamp, Campinas, 2003.
- UEZU, A., METZGER, J.P., BEYER, D.D. 2008. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region? **Biological Conservation** 17:1907-1922.

UEZU, A., METZGER, J.P., VIELLIARD, J.M.E. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation** 123:507-519.

UMETSU, F., METZGER, J.P., PARDINI, R. 2008. The importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscape: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, 31, 359-370.

VALENTE, R. O. A. Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí. 2001. 144 f. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado de conhecimento dos Scarabaeidae s. str.(Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. (Eds.). Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica. Zaragoza: **Sociedad Entomológica Aragonesa**, 2000. p. 181-195.

VANZOLINI, P.E. 1988. Distributional patterns of South American lizards. **In Proceedings of a workshop on Neotropical distributional patterns**. (Vanzolini, P.E. & Heyer, W.R eds.). Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. p. 317-342.

YAHNER, R. H. Changes in wildlife communities near edges. **Conservation Biology**, v.2, p.333-339, 1998.

WILCOX, D.S., D.D. MURPHY (1985). Conservation strategy: The effects of fragmentation on extinction. **American Naturalist** 125:879-887

8. ANEXOS

Anexo 1. Lista de espécies e número de indivíduos coletados.

Espécies encontradas	Nº de Indivíduos
Anomiopus sp. 1	2
Anomiopus sp. 2	1
Ateuchus sp. 1	4
Ateuchus vividus	70
Canthidium barbaticum	107
Canthidium decoratum	2
Canthidium sp. 1	283
Canthidium sp. 2	5
Canthidium sp. 3	1569
Canthidium sp. 4	519
Canthon chalybaeus	250
Canthon olivierioi	1
Canthon sp. 1	170
Canthon sp. 2	2
Canthon sp. 3	14
Canthon sp. 4	178
Canthon sp. 5	6
Canthon sp. 6	4
Canthon sp. 7	166
Canthon sp. 8	14
Canthonella sp. 1	374
Coprophanaeus cyanescens	18
Coprophanaeus ensifer	26
Coprophanaeus sp. 1	1
Coprophanaeus sptizi	17
Cryptocanthon sp. 1	2
Deltochilum pseudocairus	19
Deltochilum sp. 1	231
Deltochilum sp. 2	8
Diabroctis mirabilis	6
Dichotomius aff. semianeus	35
Dichotomius affinis	295
Dichotomius glaucus	517
Dichotomius luctuosus	240
Dichotomius nisus	124
Dichotomius sp. 1	154
Dichotomius sp. 2	138

Dichotomius sp. 3		168
Dichotomius sp. 4		27
Dichotomius worontzowi		1
Eurysternus caribaeus		181
Eurysternus cyanescens		1
Eurysternus hirtellus		709
Eurysternus jessopi		5
Eurysternus sp. 1		18
Malagoniella aenicollis		5
Ontherus appendiculatus		16
Ontherus pubens		489
Onthophagus bucullus		141
Oxysternon palemon		32
Phanaeus palaeno		51
Pseudocanthon sp.		66
Scybalocanthon aff. zickayi		24
Sulcophanaeus menellas		10
Trichilum adjunctum		1
Trichilum externepunctatum		878
Uroxys sp.		28
TOTAL	57	8423

Anexo 2. Paisagens Amostradas.

Código da Paisagem	Matrizes	Localização	Coordenadas Geográficas (U.T.M.)
P1	Pasto	Analândia	23k/226984/7552071
P2	Cana-de-açúcar	Itirapina	23k/220960/7537311
P3	Eucalipto	Itirapina	23k/215621/7536682
P4	Eucalipto	Brotas	23k/201668/7530968
P5	Cana-de-açúcar	Itirapina	23k/203447/7544017
P6	Pasto	Corumbataí	23k/226295/7534919
P7	Eucalipto	São Carlos	23k/203133/7554195
P8	Cana-de-açúcar	Brotas	23k/793340/7535761
P9	Cana-de-açúcar	Brotas	23k/796667/7530074
P0	Cana-de-açúcar	Brotas	23k/792489/7532160
P11	Cana-de-açúcar	Brotas	23k/799363/7531717
P12	Eucalipto	Analândia	22k/226754/7548596
P13	Cana-de-açúcar	Analândia	22k/227714/7548675
P14	Eucalipto	Analândia	22k/228260/7549845
P15	Pasto	Analândia	22k/226984/7552071