



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

CAMPUS BAMBUÍ

LORRANY HORÁCIO PENONI

**ANTROPIZAÇÃO: UM PROCESSO QUE AFETA A COMUNIDADE
SCARABAEINAE DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA
CANASTRA - MG**

BAMBUÍ-MG

2017



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**

CAMPUS BAMBUÍ

LORRANY HORÁCIO PENONI

**ANTROPIZAÇÃO: UM PROCESSO QUE AFETA A COMUNIDADE
SCARABAEINAE DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA
CANASTRA - MG**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Minas Gerais como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, área de concentração em Ecologia Aplicada para obtenção do título *Magister Scientiae*.

Orientador: Dr. Ricardo Souza Cavalcanti

Coorientador: Filipe Machado França

BAMBUÍ-MG

2017

P412a Penoni, Lorrany Horácio.
Antropização: um processo que afeta a comunidade Scarabaeinae do
Parque Nacional da Serra da Canastra – MG. / Lorrany Horácio.
Penoni. – 2017.
59 f.: il.

Orientador: Dr. Ricardo Souza Cavalcanti.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado
Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2017.

1. Bioindicadores. 2. Diversidade Scarabaeinae. 3. Funções
ecológicas. 4. Distúrbios antrópicos I. Cavalcanti, Ricardo Souza. II.
Titulo.

CDD 333.7072



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS

Avenida Professor Mário Weeneck, nº 2590, Bairro Bunitis, Belo Horizonte, CEP 30575-180,
Estado de Minas Gerais



FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “Antropização: Um processo que afeta a comunidade Scarabaeinae do Parque Nacional da Serra da Canastra -MG”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental Lorrany Horácio Penoni, aprovada pela banca examinadora, em 10/03/2017.

Prof^o. Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti - Orientador

Prof^o. Dr. Marconi Souza Silva – UFLA - MG

Prof^a. Dra. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho – IFMG/S.J.Evangelista (participação através de videoconferência)

Prof^o. Dr. Filipe Machado Franca (participação através de videoconferência)

Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental
do IFMG

*Aos meus pais,
Edwaldo e Rita, e minha esposa Arinádina,
que com muita paciência me apoiaram,
me fortaleceram e foram meu alicerce,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Começo este, agradecendo meus pais (Rita de Cássia Horácio Penoni e Edwaldo dos Santos Penoni), pela vida dada a mim, pela luta que tiveram para que eu pudesse estudar e ter uma vida digna. Ensinarão-me o valor da honestidade e respeito, sempre me aconselhando e ajudando em todas as etapas da minha vida.

A minha esposa, Arinádina Caetano Penoni, que com muita paciência e dedicação, me manteve “em pé” para continuar. Com seu carinho e tato, me motiva, incentiva e ajuda em todas as ocasiões.

Aos meus sogros Expedito José Caetano e Aparecida Maria Rodrigues Caetano, pelo incentivo, apoio, almoços, jantares, carinho, ajudas e demais.

A minha irmã Nayara Penoni e Alison Avelar Cardoso, pela parceria e por ter dado Miguel Penoni Avelar, que nos alegra e fortalece os nossos laços.

Ao Sr José Caetano Primo (Zé Lilia) e dona Maria Aparecida de Jesus Caetano, “avós de coração”, pelas conversas, com alegria, acreditaram no meu potencial demonstrando carinho e respeito.

Aos meus avós Natália, Elzira e Alcides (*in memoriam*) por ter aconselhado e ajudado em cada uma das etapas percorridas até aqui.

Ao Dr. Filipe Machado França, que me conduziu durante estes quase dois anos, me orientando e aconselhando. Sem ele provavelmente não teria conseguido cumprir com mais esta etapa.

Ao Dr. Ricardo Cavalcanti por ter tido paciência e presteza nestas etapas.

Aos professores que trouxeram novos conhecimentos, auxiliando em diversas etapas, em especial: Dr. Gustavo Lacorte, Dra. Grazielle Wolf, Dr. Ricardo Monteiro, Dr. Bruno Senna, Dr. Jairo Rodrigues.

Ao IFMG (BambuÍ) por ter dado a oportunidade de cursar um mestrado.

Aos amigos e colegas, Frederico Pahlm, Jéssica Elias dos Reis e Urbano Guimarães pelas ajudas nas coletas em campo, papos e risadas.

Ao Rogério Amaro Gonçalves (Rogerinho) e ao amigo Lucas Rosado pelas ajudas nas análises de dados e conselhos importantes.

Ao Dr. Marconi Souza Silva, por ter me ensinado os primeiros passos na área acadêmica e por estar sempre à disposição para ajudar.

A Amanda Alves pela ajuda no Geoprocessamento.

Ao Ronaldo dos Reis Barbosa, por sempre estar disposto a nos atender e nos lembrar das datas e documentos a serem entregues.

Aos colegas de mestrado que com um pouquinho da presença e tempo, contribuíram para meu crescimento, apoiando e ajudando em várias tarefas.

A Ludimila Godoi pela ajuda no laboratório.

Aos amigos Valdeci Rocha e Luiz Gustavo Tatagiba pelas palavras sempre acolhedoras nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos que, infelizmente, durante este período de ausência, entenderam e deram um pouco do seu tempo para conversarmos, aconselharmos, jogarmos, entre outras atividades: Lucas Rosado, Alex Borges, Gilberto Júnior, Bárbara Amâncio, André Amâncio, Júlio Teixeira, Nilton Rita, Edna Dias Rita, Rúbio, Ronan, Gabriel Silva, Aline Chaves, Rodrigo (grilão), Sablina.

Aos meus queridos afilhados por alegrar um pouquinho nos dias difíceis, Miguel Penoni Avelar e Gabriela Dias Rita.

Ao Centro Educacional Evolução por me apoiar e incentivar meu crescimento. Em especial: Fabiana Leite, por “segurar as pontas” em diversas ocasiões e situações, com muita paciência e cuidado, ajudando a quebrar alguns obstáculos; D. Tereza Candola, com seu cuidado e leveza aconselhou e apoiou.

Aos meus colegas de trabalho: Aryany, Flávia, Maquilane, Michele, Josélia, Fabiane, Cidinha, Wilton, Alison, Fabiana Barbosa, Roseane, Rita e Diovanne, pelos papos, paciência nos dias mais “estressantes” e pela convivência.

Aos meus queridos alunos pelo respeito e admiração.

Ao LECIN (Laboratório de Ecologia de Invertebrados – UFLA) por cederem espaço e material, em especial: Dr. Rodrigo Braga e Larissa Moraes Cordeiro, pelo suporte, Msc. Rafaella Maciel pela ajuda nas identificações dos besouros, ao Dr. Julio Louzada pela autorização de uso dos materiais do laboratório.

Ao Dr. Fernando Vaz de Melo por ter ajudado nas identificações.

Ao colega Msc. Luiz Gabriel Nunes pelas ajudas na identificação e tirar algumas dúvidas.

Ao ICMbio (PARNA Canastra), pelo apoio, suporte, “caronas”, licença para coleta, alojamento e materiais, em especial: Rogério Oliveira Souza, Lucinho e Jurandir.

Ao senhor Neor e a senhora Kátia, por terem nos recebido e cedido um espacinho do seu terreno para acamparmos depois de um dia turbulento de coletas, com um prato quente de comida e um copo cheio de leite fresco.

A todos, que não consegui citar aqui, que contribuíram um pouquinho para que eu pudesse crescer profissionalmente, academicamente e como pessoa.

Muito obrigado...

It's only rock'n'roll but I like it...

*“Tentaram nos enterrar,
mas não sabiam que éramos sementes.”*

Provérbio mexicano

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Municípios Abrangidos pelo Parque e pela Zona de Amortecimento. Ibama (Extraído de BRASIL, 2005).....	23
Figura 2 - Divisão do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) em Dois Espaços. IBAMA (BRASIL, 2005)	24
Figura 3 - Ilustração representativa dos Níveis de Hemerobia (Extraído de SUKOPP, 1969).....	25
Figura 4 – Mapa da Elevação (hipsometria) do Parque Nacional da Serra da Canastra e seu entorno.....	26
Figura 5 – Mapa Hipsométrico (Altimétrico) da Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra.	27
Figura 6 – Graus de Antropização (Hemerobia) da zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra.	28
Figura 7 – Mapa da cobertura vegetal e uso do solo (SANTOS e MACHADO, 2015).....	31
Figura 8 – Porcentagem dos Graus de Antropização.....	32
Figura 9 - Imagem das áreas de coletas no PNSC.	40
Figura 10 – Esquema da disposição das armadilhas/ pontos amostrais (Arenas).....	41
Figura 11 – Arena de funções ecológicas.....	42
Figura 12– Arena de funções ecológica e isca controle.....	43
Figura 13 – Esquema da disposição das armadilhas/ pontos amostrais (<i>pitfalls</i>).....	44
Figura 14 – Desenho esquemático de uma armadilha de queda do tipo “ <i>pitfall</i> ” iscada com fezes.....	44
Figura 15 – Armadilhas do tipo <i>pitfall</i> instaladas em campo (A- fezes humanas, B – fezes bovinas).....	45
Figura 16- Riqueza média dos besouros Scarabaeinae nos sistemas Cerrado e Pasto do Parque Nacional da Serra da Canastra.....	48
Figura 17 – Análise não - métrica multidimensional (NMDS) baseado na matriz de similaridade de <i>Bray-Curtis</i> de besouros Scarabaeinae do Parque Nacional da Serra da Canastra nos sistemas Cerrado e pasto.....	49
Figura 18 – Biomassa média dos besouros Scarabaeinae atraídos pelas por dois tipos de iscas (fezes bovinas e humanas) no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC).....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Graus de Antropização em área (hectares).....	29
Tabela 2 – Graus de Antropização em porcentagem.....	29
Tabela 3 – Georeferenciamento dos pontos de coleta no Parque Nacional da Serra da Canastra.....	39
Tabela 4 - Besouros Scarabaeinae coletados no Cerrado e no Pasto (antropizado) no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC).....	46
Tabela 5 – Abundância de besouros Scarabaeinae coletados de acordo com as iscas (fezes bovina e humana) utilizadas no Parque Nacional da Serra da Canastra.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	8
2 OBJETIVO GERAL.....	9
2.1 Objetivos Específicos.....	9
3 HIPÓTESES.....	9
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1 Antropização do Cerrado.....	10
4.2 Comunidade Scarabaeinae.....	12
4.3 Funções ecológicas da subfamília Scarabaeinae.....	13
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DO GRAU DE ANTROPIZAÇÃO, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO, DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – MG.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. OBJETIVO.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Área de estudo.....	23
3.2. Uso de ferramentas de sensoriamento remoto.....	24
3.3. Avaliação dos índices de antropização.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

CAPÍTULO II

COMUNIDADES DE BESOUROS ESCARABÉINEOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE): UMA COMPARAÇÃO ENTRE PASTAGENS EXÓTICAS E CERRADO NATIVO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – MG.....	36
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 OBJETIVOS.....	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
3.1 Área de estudo.....	38
3.2 Desenho experimental.....	39
3.3 Coleta das funções ecológicas.....	40
3.4 Estimando a comunidade de escarabéineos.....	43
3.5 Análises estatísticas.....	45
4 RESULTADOS.....	46
4.1 Abundância, riqueza e biomassa.....	46
4.2 Funções ecológicas (Remoção de fezes e Bioturbação)	49
4.3 Tipos de iscas.....	49

5 DISCUSSÃO.....	51
5.1 Abundância, riqueza e biomassa.....	51
5.2 Funções ecológicas (Remoção de fezes e Bioturbação)	53
5.3 Tipos de iscas.....	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO GERAL

As atividades antrópicas têm levado à perda e fragmentação dos ambientes naturais (MMA, 2003; SOUZA e SILVA 2009). Consequentemente, as taxas de perda de espécies nunca foram tão altas (SEOANE, 2007) e muitos cientistas já consideram esse período recente da história do planeta como o Antropoceno (CORLETT, 2015), época em que o ser humano afeta globalmente o planeta (CRUTZEN, 2002).

Com o aumento das atividades humanas em ambientes naturais, os refúgios da diversidade (por exemplo parques e reservas naturais) são uma alternativa para a manutenção da biodiversidade (HENRY-SILVA, 2005). No entanto, muitas dessas áreas estão fragmentadas e a compreensão de como aspectos ambientais e da diversidade podem influenciar os processos de funcionamento ecológico tornam-se essenciais para a elaboração de medidas de conservação, principalmente em paisagens tropicais (GANEM, 2010).

O Cerrado é o segundo bioma mais ameaçado do Brasil, perdendo apenas para a Mata Atlântica. Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas e que pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estejam ameaçadas de extinção (MMA, 2016).

Praticamente todas as unidades de conservação (reservas biológicas, parques, etc.) que visam à proteção de ecossistemas, encontram-se atualmente, em maior ou menor grau, invadidas por espécies exóticas que encontram nesses locais ambiente propício e, na maioria das vezes, ausência de inimigos naturais (PIVELLO, 2008).

Diversos organismos interagem com o solo, dentre estes, os insetos edáficos são extremamente importantes, pois atuam no funcionamento dos ecossistemas naturais, participando de processos como a fragmentação da serapilheira, estimulação da comunidade microbiana, aeração do solo, regulação da decomposição e ciclagem de nutrientes (CORREIA e PINHEIRO, 1999).

Boa parte dos insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido a sua grande diversidade de espécies, além da sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (THOMANZINI e THOMANZINI, 2002; WINK et al, 2005). Um grupo de insetos que apresenta grande diversidade e participa de diversos processos ecológicos são os besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) (VIEIRA et al, 2008). Esses besouros são considerados como um excelente grupo bioindicador, pois são altamente responsivos às mudanças ambientais e aspectos da paisagem (OLIVEIRA et al., 2011). Além disso, eles realizam diversas funções ecológicas

como a remoção de fezes, que facilita a incorporação de nutrientes ao solo (NICHOLS et al., 2008). A bioturbação do solo como resultado dos túneis que eles escavam para nidificação é outro processo de grande importância (SCHIFFLER, 2003), pois permite a movimentação do solo, aumenta a aeração e permeabilidade do solo, o conseqüentemente traz resultados positivos para as plantas (NICHOLS et al., 2008) e comunidades microbianas (CORREIA e OLIVEIRA, 2007).

Portanto, ao utilizar como indicadores ecológicos a comunidade Scarabaeinae e as funções desempenhadas por ela, podemos verificar se os impactos da antropização sobre a biodiversidade e funcionamento ecológico (FAVILLA e HALFFTER, 1997) e partir deste ponto, também, estimular novas estratégias para a preservação de áreas ainda pouco ou não afetadas pelos efeitos antrópicos.

2 OBJETIVO GERAL

Este estudo visa investigar os impactos da antropização em áreas de cerrado do Parque Nacional da Serra da Canastra, bem como a avaliação desses impactos nas comunidades de besouros escarabeíneos e suas funções ecológicas.

2.1 Objetivos Específicos

1 - Avaliar, através do sensoriamento remoto, os níveis altimétricos (hipsométricos) do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) e seus relativos graus de antropização;

2 – Verificar como a introdução de pastagens exóticas influencia a biodiversidade do parque, aqui representada por métricas de comunidades dos besouros escarabeíneos (riqueza de espécies, abundância e biomassa);

3 – Investigar as conseqüências da introdução de pastagens exóticas sob as funções ecológicas (remoção fecal e bioturbação do solo) realizadas pelos besouros escarabeíneos.

4 – Comparar qual das iscas foi mais eficazes para os valores de abundância, riqueza das espécies e biomassa.

3 HIPÓTESES

1 – Áreas de menor nível altimétrico apresentam maior grau de antropização. Estudos prévios tem demonstrado essa relação, já que nestas áreas há maior uso do solo (SANTOS e MACHADO, 2015) e os acessos terrestres e os corpos d'água favorecem a produção agrícola (LEMOS e SILVA, 2015), que é a principal atividade econômica da região (BRASIL, 2005).

2 – Áreas antropizadas pela introdução de pastagens apresentarão menor diversidade de besouros escarabeíneos, aqui representadas pelas métricas: riqueza de espécies, abundância e biomassa. Pesquisas anteriores vêm mostrando que comunidades escarabeíneas são altamente sensíveis a distúrbios antrópicos (FRANÇA et al. 2016; LOUZADA et al. 2010), reduzindo sua diversidade em pastagens antropizadas (SCHIFFLER, 2005; HORGAN, 2007).

3 - Áreas de pastagem introduzida apresentarão menores taxas de remoção fecal e de bioturbação do solo. Trabalhos anteriores ressaltam que a antropização pode levar a perdas nos processos ecológicos mediados pelos escarabeíneos (BRAGA et al. 2012; 2013).

4 – Fezes humanas são mais eficazes que fezes bovinas na atração dos besouros escarabeíneos (HALFFTER et al. 1992), pois possuem maiores valores nutricionais (FILGUEIRAS et al., 2009).

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Antropização do Cerrado

O termo antropização vem da palavra “antropia” que significa “ação do Homem sobre o meio ambiente” (DICIO, 2016). Também pode ser “a ação, ato, ou o resultado da atuação humana sobre a natureza, com intencionalidade de modificação, independentemente do juízo de valor que se lhe atribua” (FERREIRA, 2010).

Já o termo cerrado no geral é designado para não apenas a savana brasileira, mas um complexo vegetacional que compreende campos, matas e matas de galeria (RIZZINI, 1997; COUTINHO, 2006). É o segundo maior complexo vegetacional, em extensão (perdendo apenas para Amazônia) ocupando 21% do território nacional (BORLAUG, 2002; PREVEDELLO et al., 2006). Atinge aproximadamente 1.8 milhões de km² (FRANÇA e SETZER, 2001; FRANÇA et al., 2007) e tendo como características principais arbustos e pequenas árvores retorcidas de galhos tortuosos, casca grossa e folhas coriáceas, emergindo de uma camada herbácea rasteira (RIZZINI, 1997). Possui grande biodiversidade, principalmente no que concerne a sua flora, abrigando uma grande diversidade de plantas endêmicas (RIZZINI 1988; 1997; GOODLAND e FERRI 1979) e um elevado número de espécies de mamíferos, anfíbios, répteis e invertebrados. (PEREIRA, 1992; PREVEDELLO et al. 2006). No entanto, esse ambiente vem sofrendo muitas ameaças devido a sua substituição por monoculturas e pastagens, o que gera grandes perdas na sua biodiversidade (PIVELLO, 1999; MMA, 2010).

Na década de 60, iniciou o processo de antropização da região Centro-Oeste, principalmente, devido mudança da capital federal do Rio de Janeiro para o planalto central (Brasília) e também as concessões de incentivos fiscais para fomento da agropecuária nesta região, antes pouco povoada (PEREIRA e GONÇALVES, 2006). Foi a partir daí, que o bioma Cerrado começou a apresentar elevados índices de substituição de sua vegetação nativa (GIRARDI, 2014). Atualmente, esse bioma apresenta cerca de 39% da sua área total antropizada (MANTOVANI e PEREIRA, 1998; MACHADO et al, 2004; MMA, 2009;), principalmente por conta da agricultura e pecuária.

Com o avanço agropastoril brasileiro, estas áreas começaram a ser mais ocupadas no final da década de 90 por monoculturas intensivas, principalmente de soja, baseada em amplos desmatamentos e na mecanização agrícola pesada (AGUIAR, 2005). Apesar dessa ocupação recente, este bioma é o que apresenta maior área antropizada em dados absolutos e relativos. Da sua vegetação natural restam cerca de 60,4%, sendo 36,7% de mata e 23,7% de outros tipos de vegetação características desse bioma (GIRARDI, 2008).

De acordo com estudos de Pereira e Gonçalves (2006), o ritmo da degradação das áreas de planalto, em cerca de dez anos, foi de 1/5 das áreas totais do Cerrado. Em outras palavras, as áreas semelhantes de todo o Cerrado estariam totalmente ocupadas por áreas agrícolas em cinquenta anos. Ainda mais agravante é o fato do gado bovino, criado extensivamente em campos nativos, ao serem manejados, deslocarem-se de forma sazonal para esses planaltos em períodos de seca e para áreas baixas em períodos úmidos (PEREIRA e GONÇALVES, 2006). Este fator desgasta também vegetação campestre nativa, aumentando a compactação do solo e levando os pecuaristas a introduzirem espécies exóticas de gramíneas mais resistentes e produtivas.

Por ser uma fitofisionomia aberta com grande estrato herbáceo gramíneo, o cerrado vêm sofrendo com grandes pressões antrópicas, principalmente relacionado ao uso agropecuário (PIVELLO, 2008). Por consequência, diversas áreas com predominância de espécies vegetais nativas vêm sendo substituídas por espécies exóticas que apresentaram maior produtividade do ponto de vista da pecuária (PIVELLO et al., 1999; PIVELLO, 2011).

Dentre as invasoras mais agressivas do cerrado, encontram-se as gramíneas africanas (PIVELLO et al., 1999; PIVELLO, 2011). Devido ao fato do uso de plantas exóticas como forrageiras para a criação de gado bovino, estas gramíneas se tornaram invasoras do cerrado (PIVELLO et al., 1999; PIVELLO, 2009). Dentre elas, podemos citar as seguintes espécies: *Melinis minutiflora* (capim gordura), *Hyparrhenia rufa* (capim jaraguá), *Panicum maximum* (capim colônia) e *Brachiaria spp.* (braquiárias) (PIVELLO, 2011). Estas espécies

possuem características oportunistas, que facilitam a recolonização de áreas que sofreram antropização, na maioria das vezes com o fogo, o que permite vantagens competitivas em relação às espécies nativas do bioma (BARUCH et al. 1985; COUTINHO 1990; D'ANTONIO e VITOUSEK 1992; FREITAS, 1999; PIVELLO et al. 1999, PIVELLO, 2009). Como resultado, pesquisadores vêm observando extinções locais e perda direta da biodiversidade nesse ambiente (PIVELLO et al., 1999; PIVELLO, 2011).

O fogo é outro agente de grande influência no cerrado, sendo que esse fator pode ter origem antrópica ou natural (FRANÇA e SETZER, 2001; FRANÇA et al., 2007). Em estações chuvosas, raios e relâmpagos podem incendiar estas áreas, mas geralmente não se dissipa por mais de 1 Km² (FRANÇA et al., 2007). Este fato pode ser potencializado pelo homem (COUTINHO, 1990), principalmente em estações secas, quando agricultores queimam áreas para o manejo das pastagens e plantações, espalhando-o por muitos quilômetros, devido à pouca chuva para dissipá-lo (COUTINHO, 1990; FRANÇA et al., 2007). De acordo com França e Setzer (2001), milhares de queimadas têm sido detectadas anualmente. A grande maioria dessas queimadas é causada por ações antrópicas que podem se tratar de atos intencionais, acidentais ou criminais, em áreas protegidas ou não.

4.2 Comunidade Scarabaeinae

Os besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), são popularmente conhecidos como “rola-bostas” no Brasil e compreende um grupo amplamente distribuído. Eles ganharam este nome devido ao fato de alguns grupos desta subfamília ter o comportamento de formar e rolar bolas fecais para consumo e/ou reprodução (HALFFTER e MATTHEWS 1966; HALFFTER e FAVILA 1993). É um grupo muito diverso, principalmente em regiões neotropicais (HANSKI e CAMBERFOT, 1991), já que estes apresentam grande especialização às condições ambientais como temperatura, altitude, tipo de solo vegetação, pluviosidade, ação humana (DAVIS e SCHOLTZ, 2001). Apresentam aproximadamente 6000 espécies, 1250 (aproximadamente) só na América do Sul (HALFFTER, 1991; BROWNE e SCHOLTZ, 1999; VAZ-DE-MELO, 2000). No Brasil, foram encontradas por volta de 620 espécies distribuídas em 49 gêneros (VAZ-DE-MELLO, 2000).

Além das questões ambientais, os escarabeíneos podem ser caracterizados de acordo com a preferência alimentar (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; FORGIE et al., 2005). Por apresentarem alimentação muito peculiar, esses besouros atuam como agentes detritívoros nos

ecossistemas (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER e EDMONDS, 1982). Existem grupos que se alimentam de restos de plantas (saprófagos), de fungos (micetófagos), de animais mortos (necrófagos), entre outros (ao todo são apenas 16 espécies que possuem estes hábitos alimentares diversificados). No entanto, a principal escolha alimentar destes besouros são as fezes (coprófagos), (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), já que estes recursos são amplamente abundantes, a competição por eles é pequena (HANSKI e CAMBEFORT, 1991) e possui grande riqueza nutricional (FORGIE et al, 2005). Como são organismos edáficos, eles utilizam do solo para várias ações como guardar recursos, se abrigar e nidificar (HALFFTER e MATTHEWS, 1966, HALFFTER e EDMONDS, 1982, DAVIS et al, 2001).

A comunidade Scarabaeinae pode ser separada em guildas funcionais e varia de acordo com as estratégias de alocação de fezes (GILL, 1991), hábito alimentar (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), padrão temporal de atividade (HALFFTER, 1991) e tamanho (LOUZADA, 2008). As guildas formadas a partir de estratégias de alocação são divididas em, paracoprídeos (escavadores), telecoprídeos (roladores) e endocoprídeos (residentes). Já as guildas formadas pelo hábito alimentar são os coprófagos (alimentam-se de fezes), os necrófagos (alimentam-se de animais mortos, cadáveres) e os generalistas (se alimentam de restos de plantas, fungos, etc.). Em termos de padrão temporal de atividade, eles podem ser divididos em diurnos, noturnos, crepusculares e de atividade contínua (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER e EDMONDS, 1982; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; GILL, 1991; HALFFTER e FAVILA, 1993; LOUZADA, 2008).

4.3 Funções ecológicas da subfamília Scarabaeinae

Estes insetos desempenham diversas funções ecológicas (NICHOLS et al. 2008; SLADE et al. 2011). Estas estão associadas, principalmente, ao comportamento alimentar, como enterrar as bolas fecais, escavar o solo, (NICHOLS et al. 2008) indiretamente disseminar sementes (ANDRESEN, 2001; 2003) e o controle indireto de algumas doenças na agropecuária. Elas se destacam também por serem de extrema importância ecossistêmica e econômica (ANDRESEN 2003; NICHOLS et al. 2008).

O comportamento de remover fezes, carcaças, entre outros materiais em decomposição e conseqüentemente enterrá-las no solo, auxilia na decomposição da matéria e no ciclo nutricional edáfico (BANG et al, 2005, YAMADA et al. 2007). Esta capacidade de remover a matéria orgânica depende diretamente do seu tamanho corporal e/ou de sua biomassa (SLADE, 2007; NICHOLS et al. 2008). Outro comportamento comum destes organismos é o

de cavar galerias para se enterrar ou depositar os recursos alimentares. Esta ação, além de aerar o solo, também auxilia em sua estruturação, pois fragmenta e/ou separa suas partículas facilitando a infiltração de água e outros nutrientes (BANG et al, 2005).

Ao cavar e enterrar principalmente as fezes, os “rola-bostas”, indiretamente, acabam por depositar no solo sementes que estavam contidas nelas, auxiliando em sua dispersão (ANDRESEN, 2001; 2003; SLADE et al. 2007). Com isso, o controle biológico proporcionado por este grupo de coleópteros torna-se importante quando este associa-se a sistemas agropastoris. Os besouros acabam por competir com as larvas de moscas que também se alimentam das fezes, reduzindo a quantidade que chegará a se tornar adulta (LOUZADA, 2008). Além disso, ao enterrar as fezes, eles também eliminam diversos nematódeos que podem ser prejudiciais para a produção agropastoril (FLECHTMANN et al, 1995; KOLLER, et al., 2007).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T. J. A.; Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do Cerrado Piauiense. **Ambiente e Sociedade**, 8:161-178, 2005.

ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography** 26: 87-97. 2003.

ANDRESEN, E. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology** 17: 61-78. 2001

BRAGA, R.F. ; KORASAKI, V. ; AUDINO, L.D.; LOUZADA J.; Are dung beetles driving dung-fly abundance in traditional agricultural areas in the Amazon? **Ecosystems**, 15. 2012.

BRAGA, R.F.; KORASAKI, V.; ANDRESEN, E. ; LOUZADA J.; Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **PLOS ONE**, 8 .2013

BANG, H.S., LEE, J.H., KWON, O.S., NA, Y.E., JANG, Y.S. & KIM, W. H .Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. **Appl. Soil Ecol.** 29:165-171. 2005.

BARUCH, Z., LUDLOW, M.M., DAVIS. R.; Photosynthetic responses of native and introduced C₄ grasses from Venezuelan savannas. **Oecologia** 67: 388-393.1985.

BORLAUG, N.E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: **R. Bailey (ed.). Global warming and other eco-myths..** Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA, p. 2002.

BRASIL. **Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Canastra**. Brasília: MMA/IBAMA, 2005.

BROWNE, D. J.; SCHOLTZ, C. H. **A phylogeny of the families of Scarabaeoidea (Coleoptera)**. Systematic Entomology, Oxford, v. 24, n. 1, p. 51-84, Jan. 1999.

CORLETT, R. T.; **The Anthropocene concept in ecology and conservation. Center for Integrative Conservation, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden**. Chinese Academy of Sciences, Menglun, Mengla, Yunnan, China, 2015.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M.; de Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes. **Biota**, capítulo 4, CNPTIA, Embrapa. 2007

CORREIA, M. E. F; PINHEIRO, L. B. A. **Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção Agrícola, Seropédica (R.J)**. Seropédica: EMBRAPA, Agrobiologia, 15 p, 1999.

COUTINHO, L. M., Fire in the Ecology of the Brazilian Cerrado. In GOLDAMMER, JG. (Ed.). **Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges**. Berlin: Springer-Verlag, p. 82-103. 1990.

COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Bot. Bras.** 20(1):1-11, 2006.

CRUTZEN, P. J. Geology of Mankind, **in Nature**, 415, 23, 2002.

D'ANTONIO, C.M., VITOUSEK, P.M.; Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics** 23: 63-87. 1992.

DAVIS, A. J; HOLLOWAY, J. D. e HUIJBREGTS, H.; Dung beetles as indicator of change in the forests of northern Borneo. **Appl Ecol** 38: 593-616. 2001.

DAVIS, A.L.V. e SCHOLTZ, C.H.; Historical versus ecological factors influencing global patterns of scarabaein a e dung beetle diversity. **Diversity and Distributions** v. 7: p. 161–174. 2001.

DICIO, **Dicionário Online de Português**, Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/antropia/>> acesso em 10/2016.

FAVILLA, M. e Halffter, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, 72: 1 - 25, 1997.

FERREIRA, A. B. de H.; **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Positivo, 5ª ed, 2010.

FILGUEIRAS, B. K. C., LIBERAL, C. N., AGUIAR, C. D. M., HERNANDEZ, M. I. M., IANNUZZI, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: p. 422-427. 2009.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul - 2: ação de insetos

fimícolas em massas fecais no campo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 237-247, 1995.

FORGIE, S.A., PHILIPS, T.K.; SCHOLTZ, C.H. Evolution of the Scarabaeini (Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Systematic Entomology** v. 30, p. 60 – 96. 2005.

FRANÇA, F.; LOUZADA, J.; KORASAKI, V.; GRIFFITHS, H.; SILVEIRA, J. M.; BARLOW, J.; Do space-for-time assessments underestimate the impacts of logging on tropical biodiversity? An Amazonian case study using dung beetles. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, Issue 4, p. 1098–1105. 2016.

FRANÇA, H. AND SETZER, A., Analysis of a Savanna Site Through a Fire Season in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 22, no. 13, p. 2449-2461. 2001.

FRANÇA, H., RAMOS NETO, MB. E SETZER, A., 2007. **O Fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília: MMA, 140 p. Available from: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/livro%20parque%20nacional%20emas.pdf>. Acesso in: 10/2016.

FREITAS, G. K.; **Invasão biológica pelo capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) em um fragmento de Cerrado (A.R.I.E Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado.1999.

GANEM, R. S.; **Conservação da biodiversidade : legislação e políticas públicas**.– Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, – (Série memória e análise de leis ; n. 2) 437 p. 2010.

GILL, B.D. **Dung Beetles in Tropical American Forest**. In: J. Hanski & y. Cambefort, (eds.), *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press,v. 481: p 211-229.1991.

GIRARDI, E. P. Cartografia geográfica crítica e o desenvolvimento do Atlas da Questão Agrária Brasileira. **Revista do Departamento de Geografia**, v. Especial, USP, Cartogeo p. 302-331, 2014.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma Cartografia Geográfica Crítica e sua aplicação no desenvolvimento do Atlas da Questão Agrária Brasileira**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: <www.fct.unesp.br/nera/atlas> Acesso em jan. 2017.

GOOLAND, R., FERRI, M.G.; **Ecologia do cerrado**. São Paulo, EDUSP/ Itatiaia. 1979.

HALFFTER, G. e EDMONDS, W. D.; **The nesting behavior of dung beetles (*Scarabaeinae*) - an ecological and evolutive approach**. Instituto de Ecología/ MAB, México, DF, 242p. 1982.

HALFFTER, G. e FAVILA, M. E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**, v. 27, p. 15 –21, 1993.

HALFFTER, G. e MATHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Mexico, n. 12/14, p. 1 - 312, 1966.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 82, p. 195–238, 1991.

HALFFTER, G., M. E. FAVILA, G. M. E., HALFFTER, V. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana**, 84: p. 131–156, 1992.

HANSKI, I. e CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, p. 481. 1991

HENRY-SILVA, G. G.; **A Importância das Unidades de Conservação na preservação a diversidade biológica**. Revista *LOGOS*, p. 127 n. 12, 2005

HORGAN, F.; Dung beetles in pasture landscapes of Central America: proliferation of synanthropic species and decline of forest specialists. **Biodiversity and Conservation**, 16: 2149-2165. 2007.

LEMOS, M. F. e SILVA, P. F. da.; **O Processo de Criação do Monumento Natural do Rio Samburá (Mg): Definição de Estratégias de Uso Público ou Ratificação de Interesses Privados?** Anais do II Encontro Fluminense de Uso Público em Unidades de Conservação. Turismo, recreação e educação: caminhos que se cruzam nos parques. Niterói, RJ / Brasil. Julho de 2015

LOUZADA, J.N.C. Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: biodiversidade e serviços ambientais. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, p. 299 - 322. 2008.

LOUZADA, J.; LIMA, A. P.; MATAVELLI, R. ; ZAMBALDI, L.; BARLOW, J.; Community structure of dung beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance, vegetation and landscape structure. **Landscape Ecol.** 2010.

MACHADO, R.B., RAMOS NETO, M.B., PEREIRA, P.G.P., CALDAS, E.F., GONÇALVES, D.A., SANTOS, N.S., TABOR, K.; STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservação Internacional do Brasil, Brasília. Relatório técnico. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/arquivos/relatdesmatam cerrado.pdf>>. Acesso em: 10/2016.

MANTOVANI, J.E. E PEREIRA, A., 1998. **Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado Através de Dados TM/Landsat**. In Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1998. São José dos Campos: INPE, p. 1455-146. Available from:

<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.11.10.57/doc/2_168p.pdf>. Access in: 10/2016.

MMA - Ministério do meio Ambiente; **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas** / Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.) Brasília: MMA/SBF, 510 p. 2003.

MMA- Ministério do meio Ambiente, **Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**, Ministério do Meio Ambiente [http://www.mma.org.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=201&idConteudo=8448&idMenu=8982.htm: Abril de 2010]

MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2009. **Monitoramento do Bioma Cerrado – 2002 a 2008**. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_cerrado_site_72_1.pdf>. Acesso em: 10/2016

MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2016 **Bioma cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado> > Acesso em: 10/2016

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M.E.. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetle. **Biological Conservation**, 141: 1461-1474. 2008

OLIVEIRA; V. H. F.; SOUZA; J. G. M.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; NEVES, F. DE S.; FAGUNDES,. 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**, Belo Horizonte,v.4, n.4. 2011

PEREIRA J.R., **Monitoramento de Queimadas na Região dos Cerrados utilizando Dados AVHRR/NOAA Corrigidos por Dados TM/LANDSAT**. São José dos Campos: INPE. 1992.

PEREIRA, A.; GONÇALVES, E. S.; **Antropização e relação entre agropecuária intensiva e topografia no Cerrado da região sul do estado do Piauí, Brasil**. INPE, 2006

PIVELLO, V. R. Conservação e manejo da vegetação em unidades de proteção integral: Possibilidades e limitações. **IF Serie Registros**, v. 40, p. 56, 2009.

PIVELLO, V. R. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: Efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. **Ecologia.info** 33. 2011.

PIVELLO, V.R., CARVALHO, V.M.C, LOPES, P.F., PECCININI, A.A., ROSSO, S.; Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica** 31: 71-82. 1999.

PREVEDELLO,J. A.; CARVALHO, C. J. B.; Conservação do Cerrado brasileiro: o método pan-biogeográfico como ferramenta para a seleção de áreas prioritárias. **Natureza e conservação**. Paraná, vol.4, n.1,p.37-57, 2006.

RIZZINI, C. T. COIMBRA-FILHO, A. F. e HOUAISS; **Ecosystemas brasileiros**. São Paulo: Editora. 1988.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**, 2a ed. Ambito Cultural Edicoes Ltda., Rio de Janeiro, 747p, 1997.

SANTOS, A. A. dos; MACHADO, M. M. M. **Análise da Fragmentação da Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento – MG**. R. Ra'e Ga Curitiba, v.33, p.75-93. 2015.

SCHIFFLER, G. **Fatores determinantes da riqueza local de espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleóptera) em fragmentos de floresta estacional semidecídua**. Dissertação de Mestrado, UFLA ,68 p ,Lavras-MG, 2003.

SCHIFFLER, P.Y. **Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia**. *Journal of Tropical Ecology*, 21: p. 9-19, 2005.

SEOANE, C. E. S.; Efeitos da fragmentação florestal sobre a genética de populações de guarantã. **Embrapa Florestas**, Colombo, PR, 2007.

SLADE E. M., D. J. MANN, J. F. VILLANUEVA, AND O. T. LEWIS. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. *J. Anim. Ecol.* 76: 94-104. 2007.

SLADE, E.M.; MANN, D.J.; LEWIS, O.T. Biodiversity and ecosystem function of tropical forest dung beetles under contrasting logging regimes. *Biological Conservation*, 144: 166-174. 2011.

SOUZA-e-SILVA, M. de e; **Os efeitos das atividades antrópicas sobre as comunidades de aves na região do Município de José de Freitas, Piauí, Brasil – Dissertação- UFPI**. Teresina, PI, 2009

THOMANZINI, M. J., THOMANZINI, A. P. B. W. **Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano**. Rio Branco: Embrapa Acre, p.41. 2002 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

VAZ-DE-MELLO, F. Z. **Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil**. Monografias Terceiro Milênio, Zaragoza, v. 1:p. 183-195, 2000.

VIEIRA, L.; LOUZADA, J.N.C. e SPECTOR, S. Effects of degradation and replacement of southern Brazilian coastal sandy vegetation on the dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biotropica* 40(6). 2008.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. e ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental; **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 60-71, 2005

YAMADA, D.; IMURA O.O.; SHI, K.; SHIBUYA, T.; Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth grassland. **Grassl Sci.** 53:121–129. 2007

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DO GRAU DE ANTROPIZAÇÃO, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO, DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA - MG

RESUMO – O Parque Nacional da Serra da Canastra ultimamente vem tendo sua fauna e flora investigada detalhadamente, pois ali se encontra o Cerrado como vegetação predominante. O processo de antropização é uma grande ameaça para esse ecossistema, o uso de sensoriamento remoto torna-se uma ferramenta importante para melhorar a qualidade ambiental dessa Unidade de Conservação. Este trabalho teve como objetivo comparar os níveis altimétricos com os graus de antropização do parque. Para isso, utilizamos os softwares Erdas 2011 e o Arc Gis 10.0 para comparar os graus de hemerobia do ambiente. Observou-se que locais mais elevados, 47% do total, apresentaram menor grau de antropização, enquanto maiores graus de degradação foram observados nas áreas de menor elevação. Acredita-se que estratégias de recuperação da biodiversidade no Parque Nacional da Serra da Canastra devam focar áreas menos elevadas, onde observamos maior antropização.

Palavras chave – Cerrado, Unidades de conservação, Hemerobia, Altimetria.

ABSTRACT – The Parque Nacional da Serra da Canastra has had its fauna and flora investigated detail, because over there is the Brazilian Savanna as predominant vegetation. The process of anthropization is a big threat for that ecosystem, the use of the remote sensing became an important tool to improve the quality of the environmental of that conservation unit. This work had as an aim compares the altimetric levels with the degree of anthropization of the park. For that, we used the Erdas 2011 and the Arc Gis 10.0 softwares to compare the degree of hemeroby from the environmental. We observed that higher places, 47% from big degrees of degradation were observed in areas of less elevation. Is believed that strategies of recovering of the biodiversity from the Parque Nacional da Serra da Canastra must focus in areas less risen where we observed bigger anthropization.

Keywords – Brazilian Savanna, Conservation unit, Hemeroby, Altimetric.

1. INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) é a segunda maior unidade de conservação de Minas Gerais. Apresenta, em sua maior parte, o Cerrado como vegetação

dominante, mostrando a importância de se investigar detalhadamente sua flora e fauna (ROMERO e NAKAJIMA 1999).

O bioma cerrado possui grande variedade de paisagens, apresentando diferentes fitofisionomias (RIZZINI, 1979; EITEN, 1983; RIBEIRO e WALTER, 1998; SILVA, 2005). Este apresenta grande importância econômica, social e ambiental (WWF, 2000), principalmente devido à disponibilidade de águas subterrâneas e presença de nascentes de rios de importantes como o Rio São Francisco (MMA. 2003).

A antropização é uma grande ameaça aos ecossistemas tropicais, pois possui vegetação predominantemente aberta, há grande introdução de plantas para paisagismo, incêndios recorrentes usados para rebrota do capim para gado e a substituição do capim nativo por braquiária e outros capins exóticos (DE FILIPPO et al., 2007). Este processo pode causar alterações em diversos níveis incluindo efeitos sobre os indivíduos, efeitos genéticos, efeitos sobre a dinâmica de populações, a comunidade e processos do ecossistema (PARKER et al. 1999).

A ciência geográfica vem buscando novas tecnologias para se adequar a dinâmica das transformações do espaço, para isso, o sensoriamento remoto, vem como ferramenta para automatizar e aprofundar os estudos de diversos tipos de paisagens (SILVA, 2005). Considerado como atividades que auxiliam na obtenção de informações da superfície terrestre sem a necessidade de contato direto (MORAIS, 2002), o sensoriamento remoto utiliza de fotografias aéreas, imagens de satélites, e até mesmo o uso de drones. É uma técnica bem estabelecida para a elaboração de mapas, coletas de dados, reconhecer/calcular áreas e identificar objetos como rios, lagos, solos, matas, produção agrícolas, etc (FIGUEIREDO, 2005).

Ao criar um mapa de uma área, utilizando o sensoriamento remoto, pode-se observar o uso da terra e da vegetação natural, subsidiando novas tecnologias ambientais que possibilitem melhor aplicação de estratégias sustentáveis que permitam a preservação da biodiversidade local.

2. OBJETIVO

Esse capítulo objetivou relacionar os níveis altimétricos (hipsométricos) aos graus de antropização do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), utilizando ferramentas do sensoriamento remoto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Este trabalho teve como base o Parque Nacional da Serra da Canastra, localizado a 46°35'56" Longitude Oeste e 20°18'16" Latitude Sul (BRASIL, 2005); entre os municípios de São Roque de Minas (41,13%), Sacramento (2,46%), Delfinópolis (40,30%), São João Batista do Glória (46,51%) Capitólio (18,78%), Vargem Bonita (31,63%)(BRASIL 2005; IBGE, 1996) (**Figura 1**).

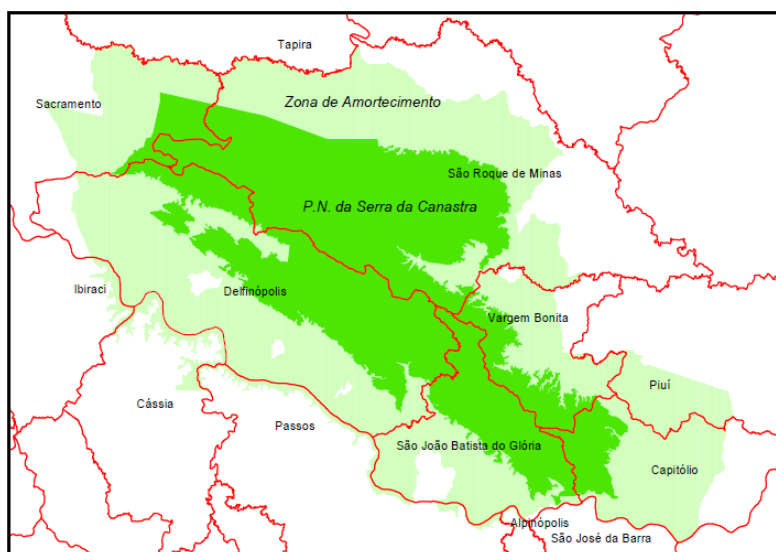


Figura 1 - Municípios Abrangidos pelo Parque e pela Zona de Amortecimento. IBAMA (Extraído de BRASIL, 2005)

Essa unidade de conservação possui uma área total de 197,87 ha divididas em duas partes dentro do Plano de Manejo do Parque (BRASIL, 2005; IBAMA, 1993; 1989) (**Figura 2**):

- 1) *Chapadão da Canastra*: possuindo aproximadamente 71,000 hectares, já possui a situação regularizada de posse do IBAMA/ICMBio e;
- 2) *Chapadão da Babilônia*: Área não regularizada com aproximadamente 130,000 hectares, cuja situação fundiária ainda não pertence ao IBAMA/ICMBio;

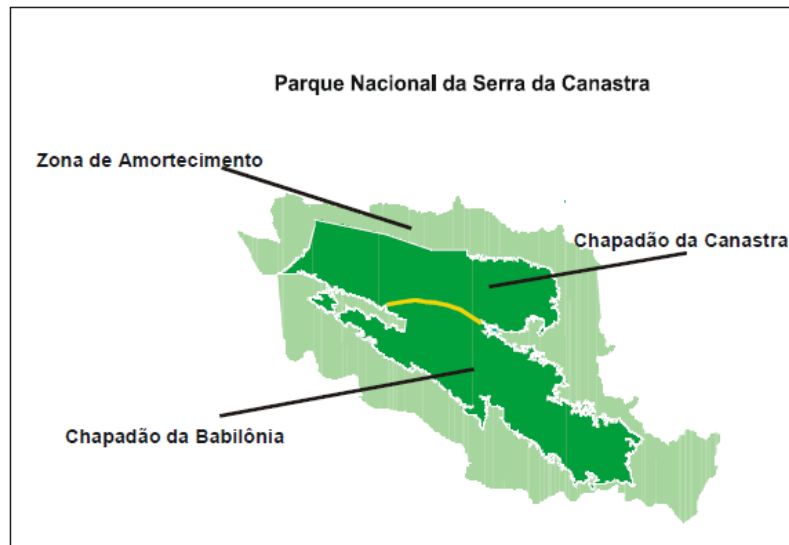


Figura 2 - Divisão do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC) em Dois Espaços. IBAMA (BRASIL, 2005)

3.2. Uso de ferramentas de sensoriamento remoto

Para alcançar o objetivo, utilizou-se de imagens geradas no dia 16 de março de 2016 através do satélite landsat8 disponibilizado pelo Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2016). Para composição das bandas RGB e Georreferenciamento das imagens foi utilizado o software Erdas Imagine® 2011, que também foi essencial para as classificações dos níveis de antropização. Finalmente, aplicamos ferramentas do programa Arc GIS® 10.0 para observação altimétrica e adequação dos elementos de mapa (legenda, escala, referência e coordenadas), edição do mapa em escala de detalhe e produção final.

3.3. Avaliação dos índices de antropização

Foi utilizada a metodologia de Jalas (1953) para avaliar os graus de antropização. Estes são chamados por ele de “níveis de hemerobia” (**Figura 3**) e são divididos em quatro classificações de acordo com a cobertura vegetal do ambiente e o seu uso:

- *Ahemerobia* – Área com quase/nenhuma ocorrência de antropização, geralmente correspondendo às Unidades de Conservação (UCs).

- *Oligohemerobia* – Área com grande cobertura vegetal, em sua maioria arbóreo/arbustiva, dossel denso e/ou aberto podendo ser de reflorestamento em nível avançado de sucessão.

A *Ahemerobia* e *Oligohemerobia* foram classificados neste trabalho como “Baixa Antropização”.

- *Mesohemerobia* (média Antropização) – áreas destinadas à produção rural, (agricultura e pecuária), reflorestamento inicial com árvores dispersas, ou seja, áreas mais artificializadas.

- *Euhemerobia* (alta Antropização) – Áreas destinadas à urbanização, solo exposto, mineração, entre outras.



Figura 3 - Ilustração representativa dos Níveis de Hemerobia (Extraído de SUKOPP, 1969)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro mapa (**Figura 4**) mostra a elevação de todo entorno do PNSC, indicando os níveis altimétricos de cada município onde este se situa. Os níveis mais elevados encontram-se dentro do parque, variando entre 1060 a 1500 metros aproximadamente (BRASIL, 2005), e as partes mais baixas estão dentro dos municípios de Capitólio e Delfinópolis, apresentando elevações entre 510 e 950 metros, aproximadamente (IBGE, 2016), onde localiza-se os represamentos pertencentes ao lago de Furnas (FURNAS, 2016).

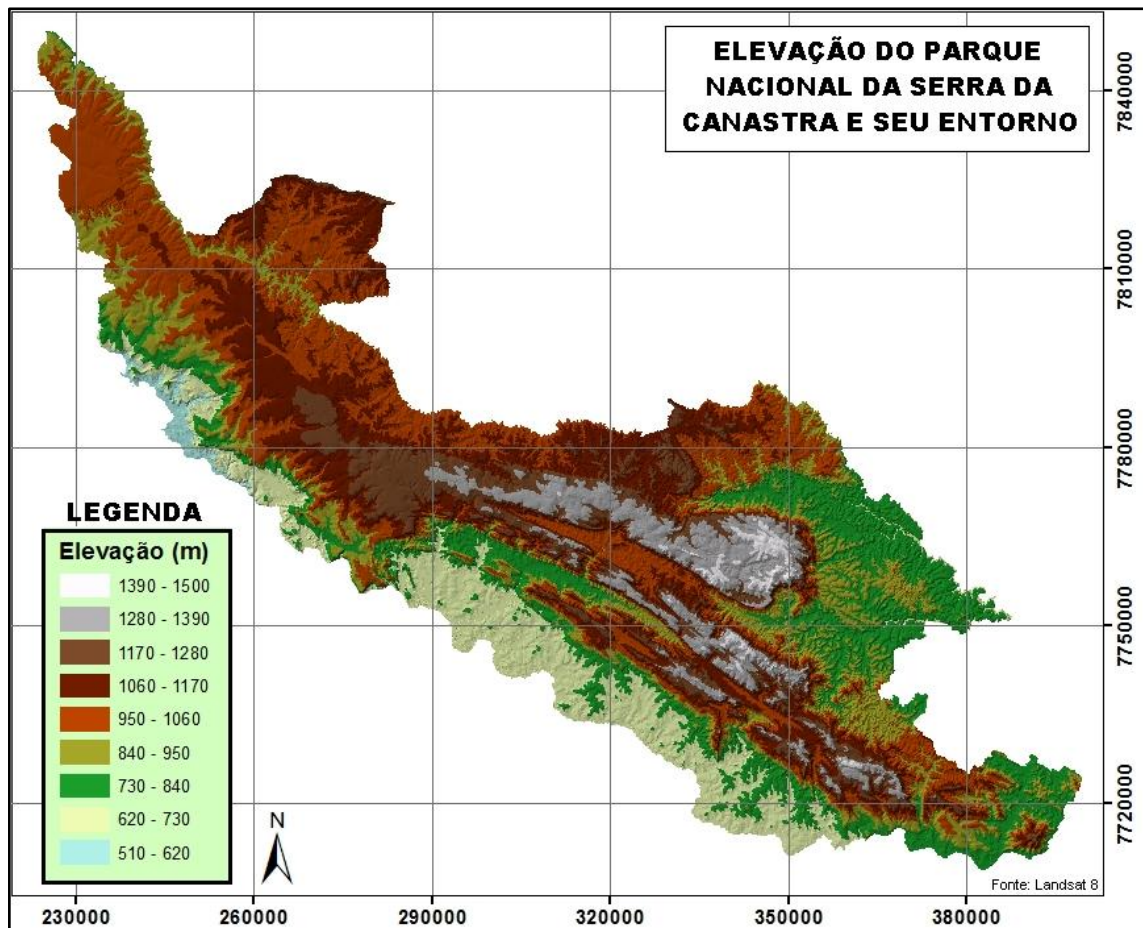


Figura 4 – Mapa da Elevação (hypsometria) do Parque Nacional da Serra da Canastra e seu entorno. Fonte: autor (2016)

Na **Figura 5** pode-se observar a elevação (hypsometria), mas esta refere-se diretamente ao PNSC e sua Zona de Amortecimento (ZA). Este mapa foi confeccionado para poder comparar os graus de antropização (hemerobias) apresentados no parque.

Ao comparar os dois mapas, Hipsométrico e de Antropização (**Figura 5** e **Figura 6**), nota-se que a maior parte das áreas com Alto Grau de Antropização (Euhemerobia) está localizada fora do parque. Isso se deve ao fato destas áreas não estarem protegidas e/ou regulamentadas (BRASIL, 2005).

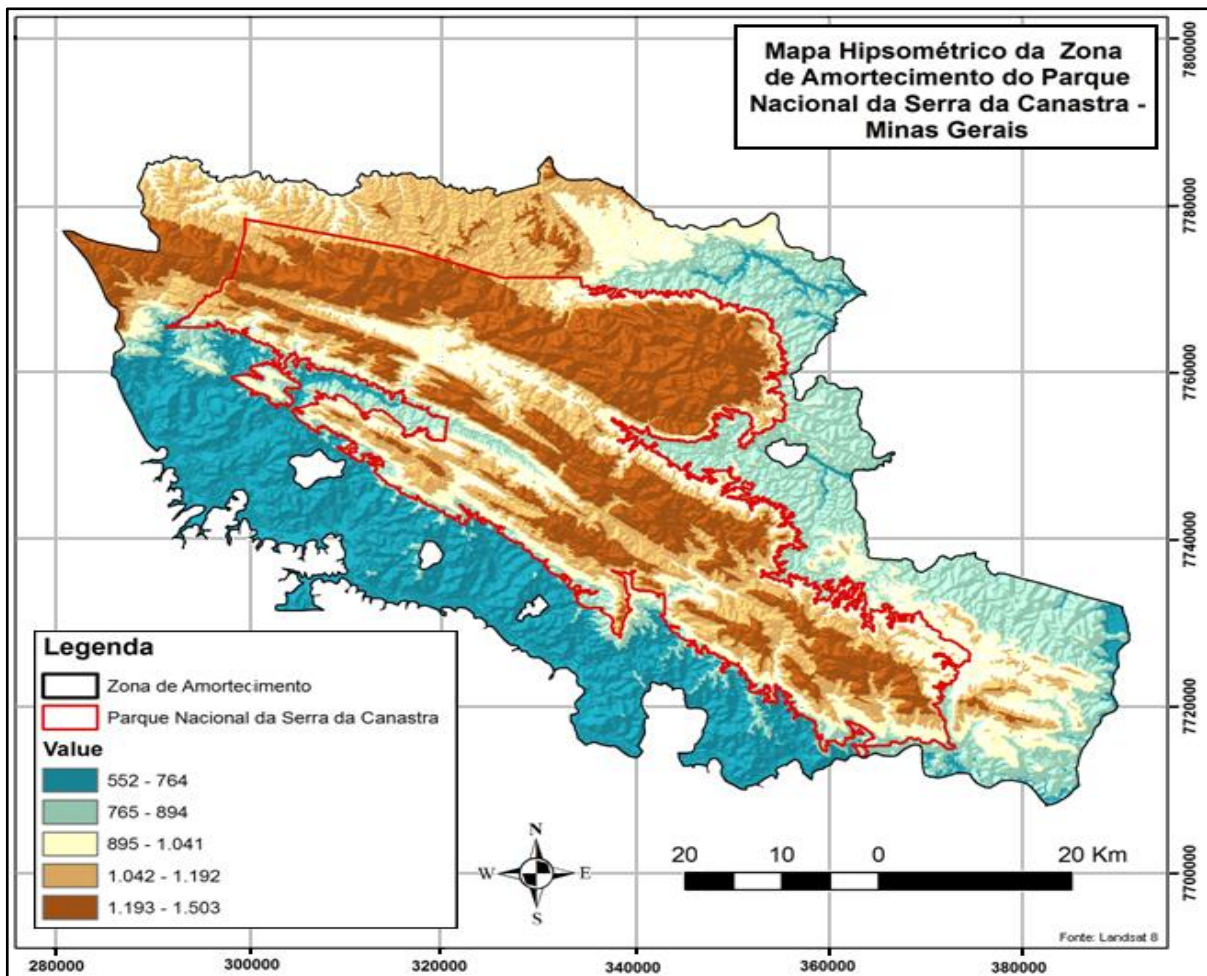


Figura 5 – Mapa Hipsométrico (Altimétrico) da Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra. Fonte: autor (2016)

Avaliando a **Figura 6** e as tabelas (**Tabela 1** e **Tabela 2**), observamos que 2,44% da área apresenta elevada antropização, sendo que cerca de 1% está localizada nas menores altitudes da área de estudo. Em contrapartida, 60,61% da área apresenta baixa antropização, sendo que 46,98% está localizada em altitudes maiores que 895 metros. Isso demonstra que a presença de altitudes elevadas no PNSC é um fator que auxilia na conservação ambiental.

Um fator que pode atuar dificultando a ação antrópica nas partes mais altas é a restrição do uso da terra nessas altitudes quando criou-se o parque, na época regulamentado pelo Decreto n. 70.355, de Abril de 1972 (BRASIL, 2016). A partir daí, tornou-se proibido as atividades mineradoras e agropastoris (LEMOS e SILVA, 2015). Outro fator que também pode ter mantido o baixo grau de antropização nas áreas mais altas, é o fato destas estarem delimitadas por encostas e escarpas que formam fronteiras naturais que dificultam o acesso (BRASIL, 2016).

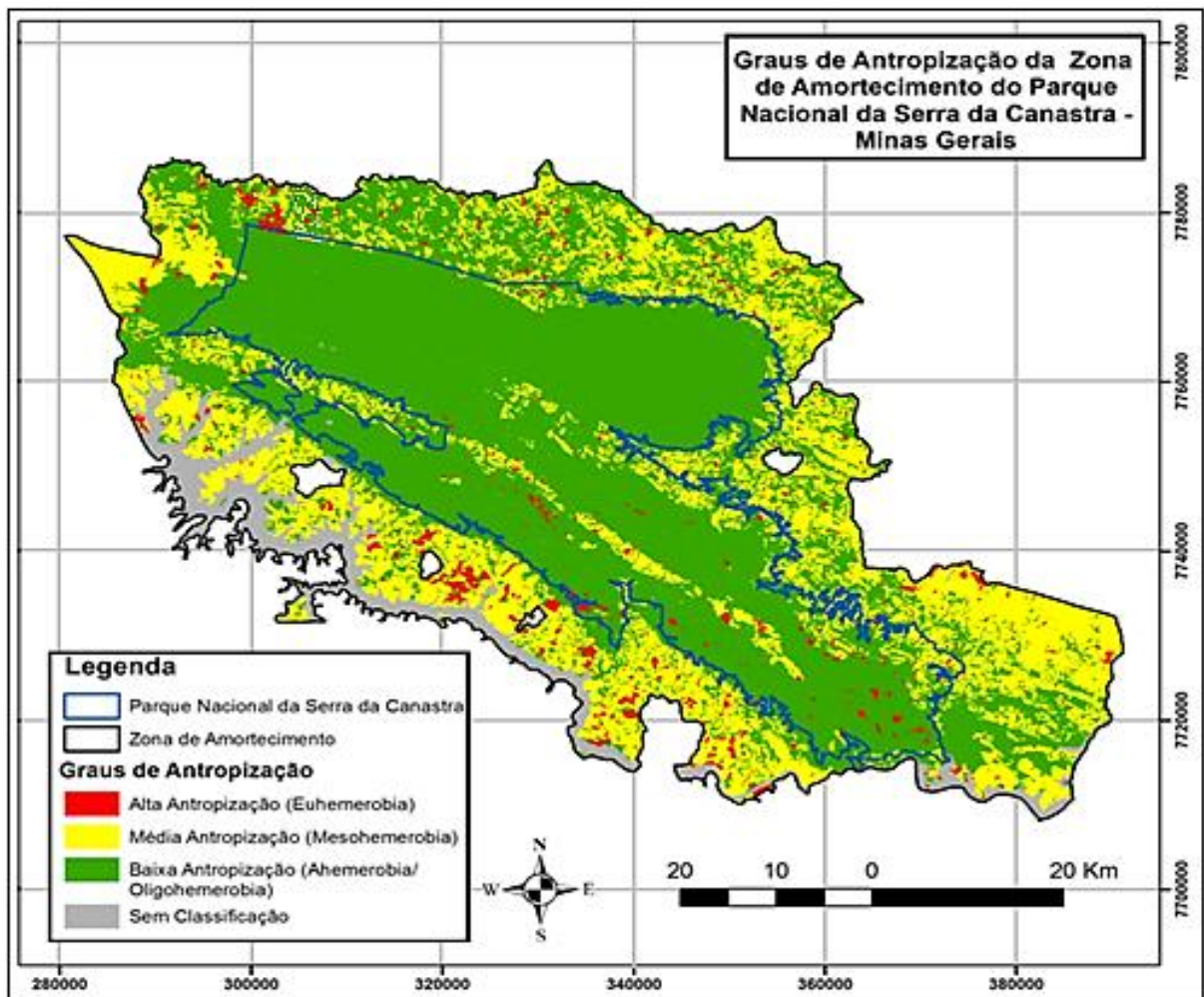


Figura 6 – Graus de Antropização (Hemerobia) da zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Canastra. Fonte: autor (2016)

Tabela 1 – Graus de Antropização em área (hectares).

Graus de Antropização	Altitude					total Hectares
	552 - 764	765 - 894	895 - 1.041	1.042 - 1.192	1.193 - 1.503	
Baixa Antropização	19644,7	43948,6	56734,132	72238,82056	9153,188104	201719,4
Média Antropização	48757,1	45623,6	23652,027	16383,62578	90281,37938	224697,7
Alta Antropização	4433,01	2347,71	1016,2418	2447,424585	1161,030223	11405,42
Sem Classificação	25035,5	2145,76	1732,1954	0,999354	3,60356	28918,02

Fonte: autor (2016)

Tabela 2 – Graus de Antropização em porcentagem.

Graus de Antropização	Altitude					total %
	552 - 764	765 - 894	895 - 1.041	1.042 - 1.192	1.193 - 1.503	
Baixa Antropização	4,21	9,42	12,16	15,48	19,34	60,61
Média Antropização	10,45	9,77	5,07	3,51	1,96	30,76
Alta Antropização	0,95	0,5	0,22	0,52	0,25	2,44
Sem Classificação	5,36	0,46	0,37	0	0	6,19

Fonte: autor (2016)

As áreas com menores valores altimétricos são as mais degradadas por ações humanas, já que destas, a maior parte não é regulamentada (IBAMA, 1989; 1993; BRASIL, 2005). A baixa declividade, os acessos terrestres e os corpos d'água, favorecem a ocupação e, principalmente, a produção agrícola (BRASIL, 2005; IBAMA, 2005; LEMOS e SILVA, 2015).

Em estudos semelhantes feitos em outros parques mostram que culturas e desmatamento ao redor das áreas protegidas, são cada vez mais crescentes (FERREIRA-SILVA, 2010), o que corrobora com o nosso estudo. Segundo França et al. (2007), no Brasil, pouco se tem feito em relação as UCs. As instituições que as controlam não passam da administração básica devido à falta de recursos e mão de obra treinada para controlar o acesso às áreas que deveriam ser protegidas.

Outro fato que vem contribuindo para a antropização destas áreas, é o fogo de origem antrópica. Ele pode ser provocado por atividades agropastoris (rebrotas de pastagens ou replantio de lavouras) (FRANÇA e SETZER, 2001). Embora o cerrado seja um bioma resiliente ao fogo, queimadas frequentes, por ações humanas, fragilizam o solo e põe em risco todo o ecossistema do parque (FERNANDES e REGO, 2010). Por outro lado, nas partes mais elevadas o fogo é menos frequente devido à restrição do uso para a produção agrícola e a utilização do fogo controlado. Isso evita que o fogo acidental ou criminoso se espalhe facilmente nessas áreas restritas (IBAMA, 2005; OLIVEIRA-SOUZA et al., 2016).

De acordo com pesquisas feitas pelo IBAMA/ICMBio quanto ao uso e à ocupação da terra ao entorno e dentro do próprio Chapadão da Babilônia, estima-se que 56% das áreas estão ocupadas com pastagens, distribuídos de forma equivalente entre as nativas e as formadas, 28%, respectivamente; 22% com agricultura; e 22% com matas/reservas/áreas não utilizadas/áreas (**Figura 7**) (BRASIL, 2005; IBAMA, 2005; SANTOS e MACHADO, 2015). Estes valores sugerem que outros fatores antrópicos possam também levar à degradação ambiental e invasões biológicas (PIVELLO, 1999) nas áreas do Parque Nacional da Serra da Canastra.

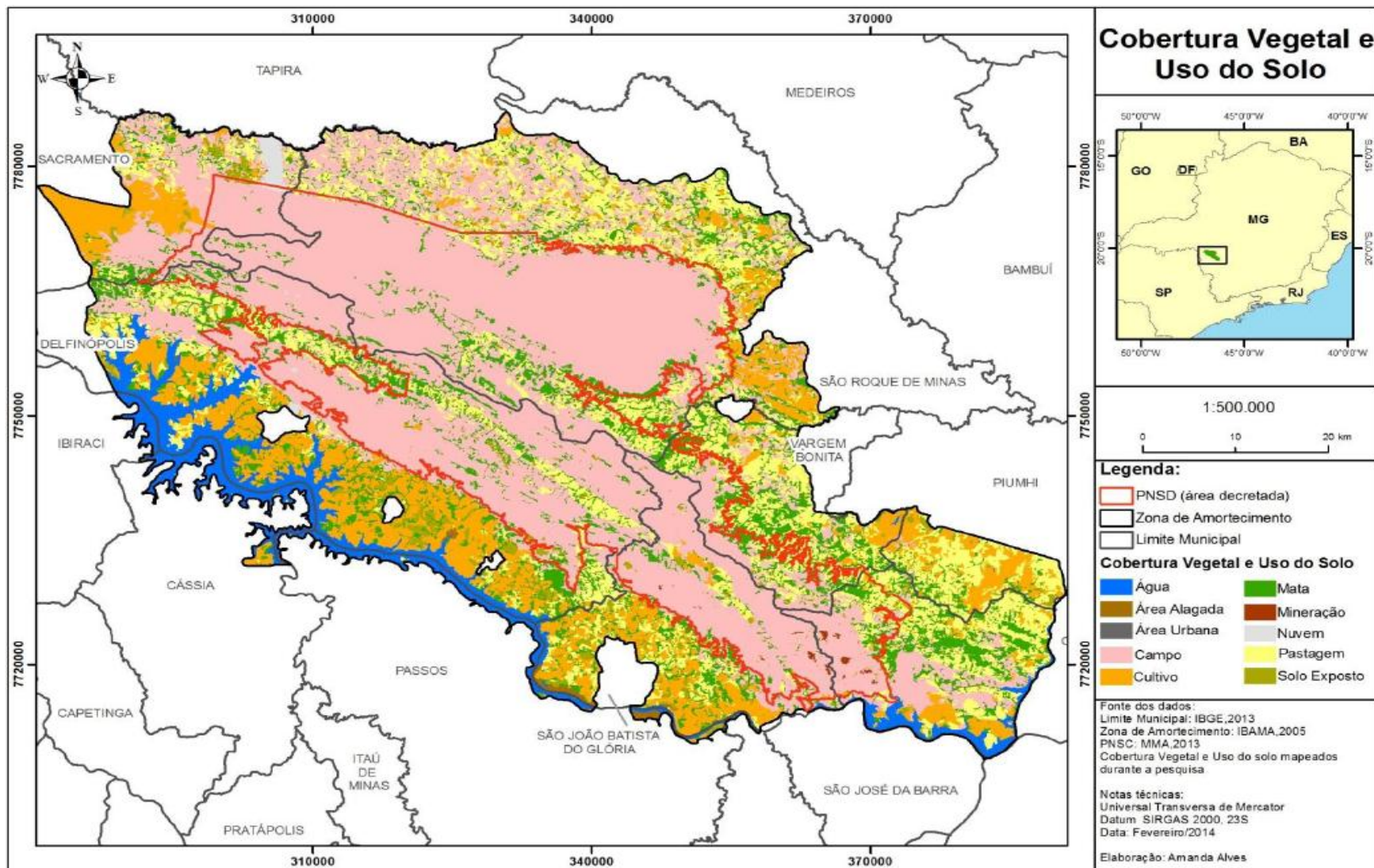


Figura 7 – Mapa da cobertura vegetal e uso do solo (SANTOS e MACHADO, 2015).

A **Figura 8** mostra um gráfico com os valores percentuais dos graus de antropização (hemerobia) e ZA do PNSC. Cerca de 61% do total apresenta baixa antropização (Ahemerobia/ Oligohemerobia), seguido por 31% com média antropização (Mesohemerobia); e 2% com alta antropização (Euhemerobia); enquanto os 6% restantes da área total estudada, de acordo com classificação de Jalas (1953), ficaram sem classificação (áreas relativas a corpos d'água que não foram analisadas neste estudo e/ ou que apresentaram nuvens que dificultaram a visualização completa).

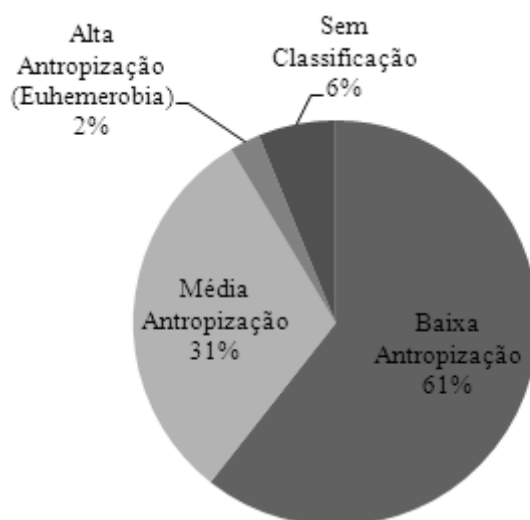


Figura 8 – Porcentagem dos Graus de Antropização. Fonte: autor (2016)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A antropização, também chamada de hemerobia neste trabalho, vem gerando graves problemas ambientais, pois força ecossistemas a se esgotarem. Espaços ocupados pelo homem também precisam ser melhor aproveitados, já que suas atividades sobrecarregam e atrapalham a manutenção da diversidade biológica local.

As unidades de conservação têm um papel fundamental na manutenção dos espaços geográficos, buscando evitar sua degradação o tanto quanto possível. Nosso estudo demonstra que a regulamentação da área do Parque Nacional da Canastra levou à maior preservação e conservação de áreas remanescentes de cerrado, o que por consequência permite a manutenção e conservação da biodiversidade. Nas áreas ainda não regulamentadas do parque notamos intenso uso do solo e um maior grau de antropização, o que destaca a necessidade de maiores estratégias de conscientização ambiental nessas regiões do parque. As áreas com maior altitude coincidentemente são as mais preservadas.

A utilização do sensoriamento remoto foi uma ferramenta fundamental para a realização deste trabalho, pois ela auxiliou na observação das áreas mais ocupadas/antropizadas. Ao comparar os resultados, pode-se entender que, este poderá fomentar e desenvolver novas tecnologias ambientais que facilitem o processo de preservação e conservação do Parque Nacional da Serra da Canastra – uma área de extrema relevância para o Brasil, pois ali nasce um dos rios com maior valor social e econômico do nosso país.

Enquanto as áreas do “Chapadão da Babilônia” não se regularizarem, o ideal é que se desenvolvam estratégias sustentáveis e de educação ambiental que diminuam os impactos ambientais causados pelo intenso uso da terra dentro e no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Decreto n. 70.355, de Abril de 1972.** Cria o Parque Nacional da Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais, com os limites que especifica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=121097>>. Acesso em 21/06/2016

BRASIL. **Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Canastra.** Brasília: MMA/IBAMA, 2005.

DE FILIPPO, D.C. **O capim braquiaria (Urochloa Decumbens) na Serra do Cipó, MG: Monitoramento e combate com mobilização comunitária.** Monografia de Bacharelado Departamento de Ciências Biológicas/Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerias, Belo Horizonte, 2007.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil.** Brasília. 1983.

FERNANDES, P. e REGO, F.; **Combustíveis e Combustão em Ambiente Florestal** In: MOREIRA, F.; CATRY F. X.; SILVA J. S. e REGO F. Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas. Isa Press. Dez 2010. p. 13 – 19

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** Setembro de 2005, p.23.

FRANÇA, H.; RAMOS-NETO, M. B.; SETZER, A. **O Fogo no Parque Nacional das Emas.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

FRANÇA, H.; SETZER, A. AVHRR Analysis of a Savanna Site Through a Fire Season in Brazil. **Int. J. Remote Sensing**, 22(13): 2449-2461. 2001

FURNAS. **Localização espacial do Lago de Furnas.** Disponível em <<http://www.furnas.com.br/>> Acesso em 20/04/2016.

IBAMA, **Plano de Prevenção aos Incêndios Florestais do Parque Nacional Da Serra Da Canastra**. PREVFOGO - Parque Nacional da Serra da Canastra. São Roque de Minas, MG / Brasil. Junho de 2005

IBAMA. **Parques Nacionais e Reservas Biológicas. Unidades de conservação do Brasil**. Volume 1 Brasília, 182p 1989.

IBAMA. **Plano de Ação Emergencial do Parque Nacional da Serra da Canastra**. Relatório técnico. Brasília 66p 1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 12/06/2016.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais. **Imagem capturada no dia 16/03/2016**. Disponível em <<http://www.inpe.br/>> Acesso em 08/04/2016.

JALAS, J. **Hemerokorit ja hemerobit**. Luonnon Tutkija, n. 57, p.12-16, 1953.

LEMOS, M. F. e SILVA, P. F. da.; O Processo de Criação do Monumento Natural do Rio Samburá (Mg): Definição de Estratégias de Uso Público ou Ratificação de Interesses Privados? Anais do II Encontro Fluminense de Uso Público em Unidades de Conservação. **Turismo, recreação e educação: caminhos que se cruzam nos parques**. Niterói, RJ / Brasil. Julho de 2015

MMA; **Projeto de preservação Ambiental: Revitalização do Rio São Francisco**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/bacias-hidrograficas/revitaliza%C3%A7%C3%A3o-rio-s%C3%A3o-francisco>> 2003. Acesso 22/04/2016.

MORAIS, E. C. de; **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. Cap. 1, São José dos Campos: INPE, p.7. 2002. Oficina de Textos, 2007.

OLIVEIRA-SOUZA, R., FIEKER, C. Z., REIS, M. G., BRUNO, S. F., RIBEIRO, P. V., CARVALHO, C. M. S., Estratégias de integração entre pesquisa e manejo do fogo no Parque Nacional da Serra da Canastra como parte do desenvolvimento de um Programa de Manejo Integrado do Fogo. **Biodiversidade Brasileira**, 6(2): 205-219, 2016

PARKER, I.M; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; GOLDWASSER, L. Impact toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, vol. 1, p.3-19. 1999.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado** in: SANO, S. M. Almeida, S. P. (ed). Cerrado: ambiente e flora. Embrapa Cerrados, P87-166. 1998.

ROMERO, R. & NAKAJIMA, J.N. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** 22:259-265. 1999.

SANTOS, A. A. dos; MACHADO, M. M. M. Análise da Fragmentação da Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de sua Zona de Amortecimento – MG. **R. Ra'e Ga** Curitiba, v.33, p.75-93, 2015.

SILVA A. A.; **Uso De Sensoriamento Remoto Para O Monitoramento Ambiental Dos Cerrados**. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade de São Paulo. Setembro de 2005.

SUKOPP, H. Der Einfluss der Menschen auf die Vegetation. **Vegetatio**. 17: p. 360–371.1969

WWF. **Expansão agrícola e perda da biodiversidade no Cerrado: Origens históricas e o papel do comércio internacional**. Brasília: WWF. 104p. 2000.

CAPÍTULO II

COMUNIDADES DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEINAE): UMA COMPARAÇÃO ENTRE PASTAGENS EXÓTICAS E CERRADO NATIVO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA – MG

RESUMO - Besouros escarabeíneos (Scarabaeinae) vêm sendo amplamente estudados, pois são importantes bioindicadores da qualidade ambiental. Por este motivo, o objetivo deste estudo foi comparar a diversidade, as diferenças entre comunidades de besouros atraídos por fezes humanas e bovinas e avaliar as funções ecológicas (remoção fecal e bioturbação do solo) desempenhadas por estes em áreas nativas do cerrado e pastagens introduzidas. Para isso, foram utilizadas arenas de funções ecológicas para testar as funções e *pitfalls* iscadas com fezes humanas e bovinas para coleta da comunidade. Foram capturados 225 indivíduos pertencentes a 28 espécies de dez gêneros e, estatisticamente, não houve diferenças na abundância, biomassa, na taxa de remoção de fezes e taxa de bioturbação do solo nas duas áreas. O cerrado nativo apresentou maior riqueza. Também não houve diferenças de riqueza e abundância para as diferentes iscas, mas para biomassa, as armadilhas iscadas por fezes humanas apresentaram maiores valores. Com isso considera-se que distúrbios antrópicos geram maior pressão sobre espécies mais vulneráveis ressaltando então a necessidade de fortalecimento da proteção de áreas nativas do Parque Nacional da Serra da Canastra e consequentemente do bioma cerrado.

Palavras chave – Bioindicadores, Diversidade Scarabaeinae, Cerrado, Funções ecológicas, Distúrbios antrópicos.

ABSTRACT – Scarab Beetles (Scarabaeinae) have been studied widely because they are important bioindicators of environmental quality, so, the aim of this study is compare the diversity, the difference between community of beetle attracted to human and cattle excrement and take stock of the ecologic function (fecal removal and bioturbation of the ground) enacted by these and, native areas of the Brazilian Savanna and pastures introduced. To this, were utilized arenas of ecological functions to test the functions and *pitfalls* baited with human and cattle excrement to collect of the community. There were captured 225 individuals belonging to 28 species from ten genus and statistically, there weren't differences of the abundance, biomass, at the rate of the removal from excrement and rate of the

bioturbation of the soil in two areas. The Brazilian Savanna presented bigger abundance. Also there weren't differences from abundance and richness to the different baits, but to the biomass, the traps baited from human excrements presented bigger standards. So regard oneself as anthropic disturbances create bigger pressure above species more vulnerable emphasize the necessity of fortification of protection from native area of the Parque Nacional da Serra da Canastra and as a consequence of Brazilian Savanna.

Keywords – Bioindicators, Scarabaeinae diversity, Brazilian Savanna, Ecologic function, Anthropic disturbances.

1 INTRODUÇÃO

Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeinae), vem sendo amplamente estudados, pois são importantes bioindicadores da qualidade ambiental. São insetos altamente sensíveis às mudanças ambientais e associam-se a alguns fatores como clima, vegetação, tipo de solos e altitude (FAVILA e HALFFTER, 1997; DAVIS et al., 2001). Desta forma, a transformação de ambientes naturais em pastagens, por exemplo, pode levar à sérias perdas da diversidade desses besouros (HALFFTER e FAVILA, 1993; FAVILA e HALFFTER, 1997). Além disso, o fato destes besouros serem abundantes e diversos, ter ciclo curto de vida e possuir características funcionais bem definidas, facilita sua atuação nos ecossistemas naturais (HALFFTER e FAVILA, 1993; NICHOLS et al., 2007).

Os escarabeíneos podem auxiliar em muitos aspectos o meio ambiente, pois estes possuem funções ecológicas fundamentais (NICHOLS et al., 2008). Estas funções estão ligadas ao seu comportamento e, principalmente, aos seus hábitos alimentares. O ato de enterrar o alimento, que é formado por matéria orgânica em decomposição (principalmente fezes de mamíferos bovinos,), traz diversos benefícios ao solo e para as plantas. Isso auxilia na ciclagem nutricional e, ao escavar, aumenta a aeração do solo (LOUZADA, 2008). Como resultado, esses organismos podem trazer diversos benefícios para o setor agropecuário, pois diminuem a necessidade do uso de máquinas e fertilizantes químicos.

Em ambientes como de pastagem, esses besouros, contribuem para o controle biológico (LOUZADA, 2008), pois competem com moscas que podem vir a prejudicar o rebanho (RODRIGUES, 1989; FLECHTMANN, 1995). Com isso, também diminuem a quantidade de excremento que ali pode ser encontrado, ampliando a área de forragem para o gado. O conhecimento sobre escarabeíneos e suas funções ecológicas permite vários avanços

focados na criação de tecnologias que facilitem a preservação ambiental e que propiciem novas estratégias sustentáveis para produção agropastoril.

2 OBJETIVOS

1 – Comparar a diversidade (riqueza, abundância e biomassa) de besouros escarabeíneos entre áreas nativas de cerrado e pastagens exóticas introduzidas no Parque Nacional da Serra da Canastra.

2 – Investigar as diferenças entre comunidades de besouros escarabeíneos atraídos por fezes humanas e bovinas.

3 – Avaliar as funções ecológicas de remoção fecal e bioturbação do solo desempenhada pelos besouros escarabeíneos em áreas nativas de cerrado e pastagens introduzidas no Parque Nacional da Serra da Canastra.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Parque Nacional da Serra Canastra (PNSC) apresenta vegetação predominada por formações campestres e savanas, pertencentes ao bioma Cerrado (RIBEIRO e WALTER, 1998; BRASIL, 2005). Atualmente, o PNSC é uma área protegida que apresenta distintas fitofisionomias: ambiente rupestre (cerrado rupestre e campo rupestre; 21,02% da cobertura total), campo limpo (60,45%), campo sujo (12,4%), cerrado *stricto sensu* (1,9%), matas de galeria (4%) e áreas reflorestadas (0,22%) (RIBEIRO e WALTER, 1998; COUTO-JUNIOR et al, 2010).

O clima da região apresenta duas estações, chuvosa no verão e seca no inverno, com temperaturas anuais variando entre 18° C, nos meses mais frios, e 22° C, nos meses mais quentes. A pluviosidade média encontra-se entre 1000-1500 mm e a umidade relativa do ar varia entre, aproximadamente, 14% a 100% ao longo do ano. Em determinados meses como, maio, junho, julho, agosto e setembro, os índices pluviométricos podem chegar a zero o que pode ocasionar incêndios e prejudicar a agricultura local (BRASIL, 2005).

O PNSC é uma das principais unidades de proteção ambiental do bioma Cerrado, uma vez que aproximadamente 3,8% da de toda área deste bioma sob proteção de Unidades de Conservação (UCs) federais pertence ao PNSC, considerado como a sexta maior UC do Brasil (BRASIL, 2005).

3.2 Desenho experimental

As coletas foram realizadas nos dias 26, 27, 28, e 29 de Janeiro do ano de 2016, na estação chuvosa. A escolha deste período se deu, pois se sabe que em áreas de cerrado, pode ser observada maior abundância de besouros Scarabaeinae na estação chuvosa, pois estes são diretamente influenciados pelas condições climáticas (MILHOMEM, 2003).

Foram selecionadas seis áreas para coletas (**Figura 9**): três áreas nativas de Cerrado (identificadas como C1, C2 e C3) e três de pastagens introduzidas para a criação de gado com capim exótico (identificadas como P1, P2 e P3). Veja a **Tabela 3** para a posição georeferenciada das áreas de coleta.

Tabela 3 – Georeferenciamento dos pontos de coleta no Parque Nacional da Serra da Canastra.

Sistema	Identificação da áreas	Latitude	Longitude
Cerrado	Cerrado 1 (C1)	20°15'28,20"S	46°25'05,52"W
Cerrado	Cerrado 2 (C2)	20°13'37,62"S	46°27'23,82"W
Cerrado	Cerrado 3 (C3)	20°13'37,62"S	46°27'23,88"W
Pasto	Pasto 1 (P1)	20°15'04,02"S	46°24'17,34"W
Pasto	Pasto 2 (P2)	20°15'05,16"S	46°23'30,54"W
pasto	Pasto 3 (P3)	46°23'07,11"S	20°12'15,21"W

Fonte: autor (2017)

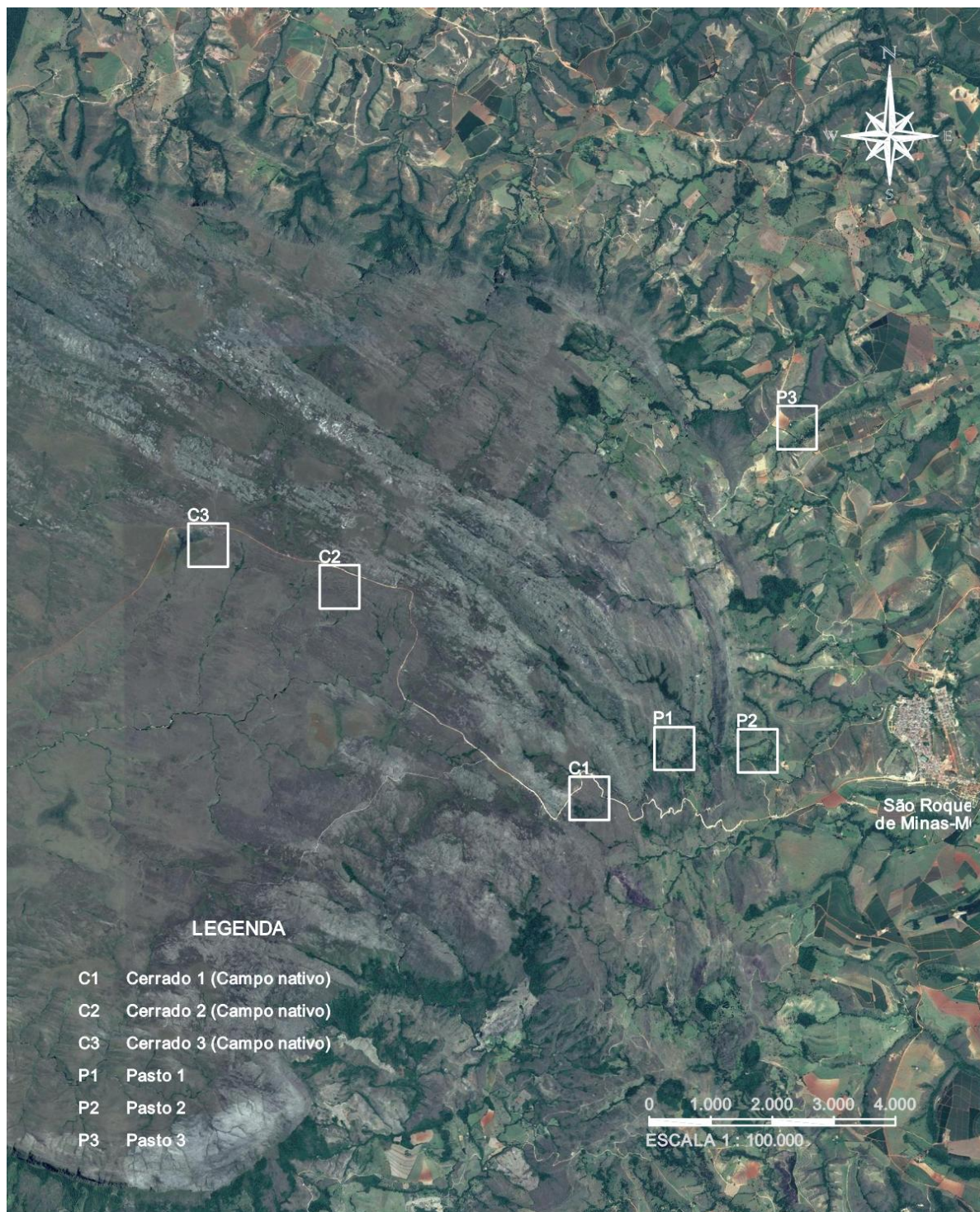


Figura 9 - Imagem das áreas de coletas no PNSC. Fonte: Google (2017)

3.3 Coleta das funções ecológicas

A coleta das funções ecológicas teve como base a metodologia proposta por Braga et al. (2012; 2013) utilizando arenas de funções ecológicas para a avaliação das funções de remoção fecal e bioturbação do solo mediadas pelos besouros escarabeíneos (NICHOLS et al. 2008). Cada arena apresenta uma área de aproximadamente 1 (um) m², cercada por tela de

nylon e sustentada por palitos de bambu (**Figura 11**). No centro de cada arena, foram depositados 200 g de fezes humanas misturadas a fezes suínas (proporção de 1:4; conforme Marsh et al. 2013).

Foram instalados três arenas de avaliação das funções ao longo de um transecto de 300 m, a uma distância de 100 m entre si (arena 1 no ponto 0m, arena 2 no centro do transecto e arena 3 no final do transecto) por área (**Figura 10**), estas foram deixadas em campo durante 24 horas. Foram montadas 9 arenas em 3 áreas.

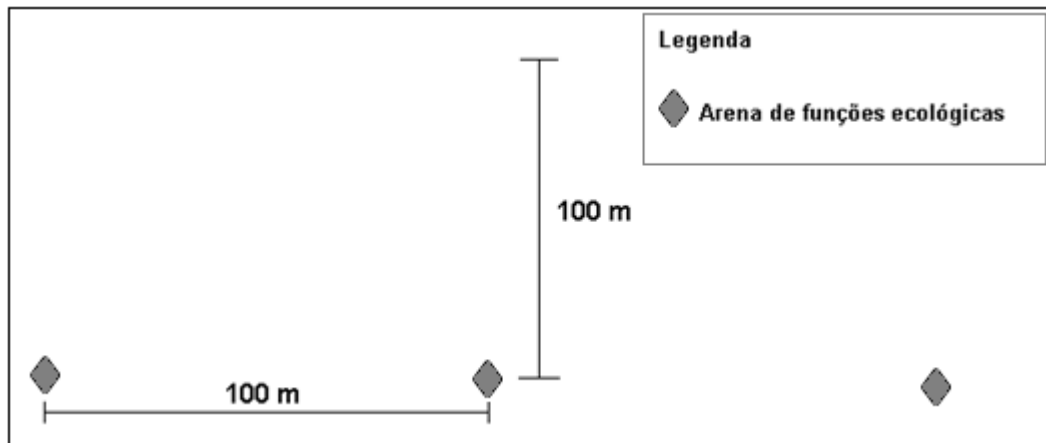


Figura 10 - Esquema da disposição das armadilhas/ pontos amostrais (Arenas). Fonte: autor (2017)

Após as 24 horas de exposição, as fezes foram coletadas (quando presentes) juntamente com o solo revolvido (**Figura 11**). Este último foi levado à estufa para secagem e em seguida utilizou-se uma balança de precisão analítica para estimar as taxas de bioturbação (capacidade de revolvimento do solo) realizada pelos besouros (BRAGA et al., 2012, 2013).



Figura 11 – Arena de funções ecológicas. Fonte: autor (2017)

Para considerar o efeito da perda/ganho de umidade na avaliação das taxas de remoção fecal, foi estabelecido um controle de umidade em cada área amostrada. Este objetivou estimar a quantidade de perda ou ganho de água nas fezes.

Foram colocados aleatoriamente nas áreas uma mesma quantidade de fezes (na mesma quantidade e proporção da colocada nas arenas). Após as 24 horas de exposição, esta foi recolhida e pesada. Do valor total (200 g) subtraído do valor do peso do controle, se estimou a quantidade de água perdida (taxa de perda/ganho) em cada uma dos atrativos colocados em cada arena (**Figura 12**).

Finalmente, o ganho/perda de umidade resultante do controle foi descontado dos valores remanescentes de fezes para o posterior cálculo das taxas de remoção fecal.

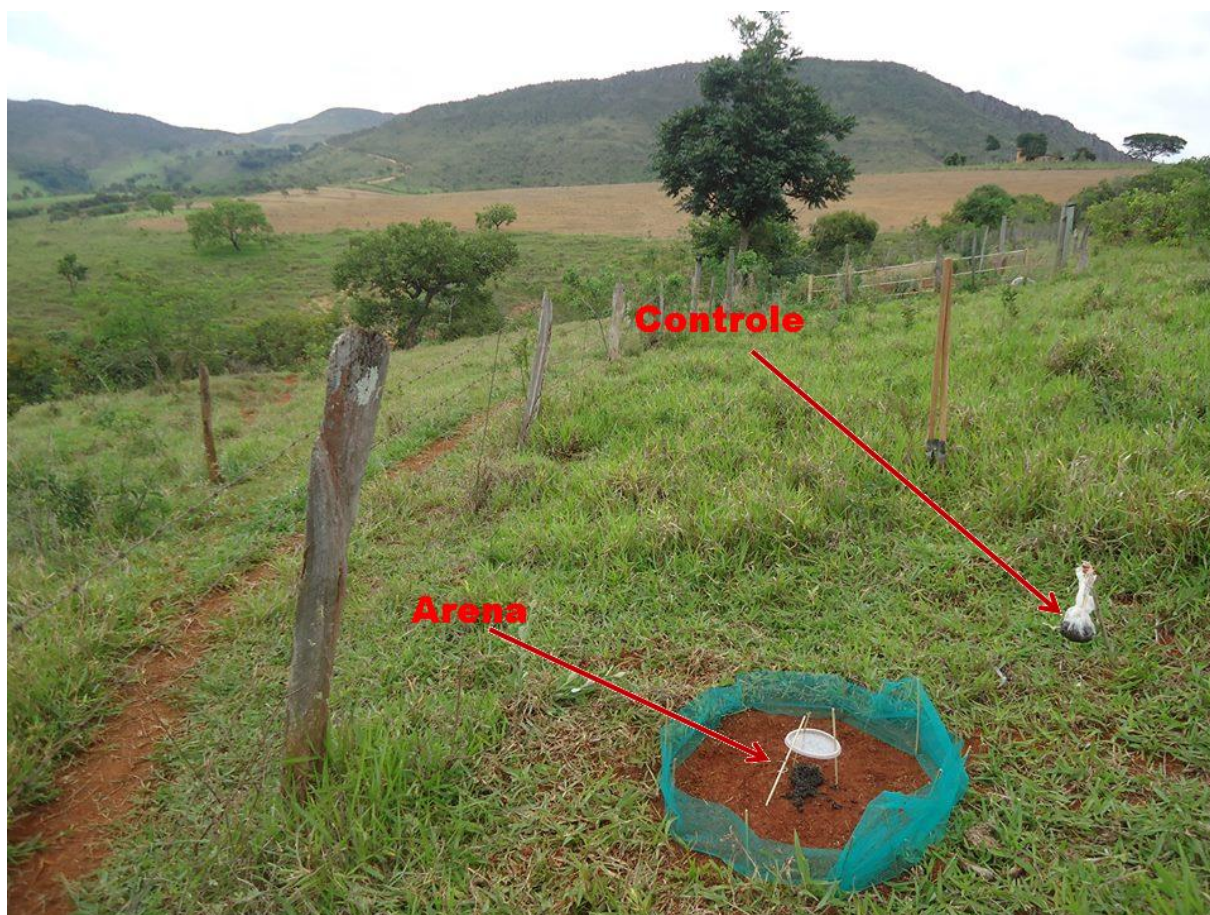


Figura 12– Arena de funções ecológica e isca controle. Fonte: autor (2017)

3.4 Estimando a comunidade de escarabeíneos

Após a coleta das funções ecológicas, traçou-se dois transectos paralelos e distantes de 15 m do transecto principal (distância de 30 m entre os transectos laterais), onde cinco armadilhas *pitfall* (por transecto) foram instaladas com uma distância de 50 m entre si. Armadilhas do primeiro transecto foram iscadas com fezes bovinas (triângulos na **Figura 13**), enquanto as armadilhas do outro transecto foram iscadas apenas armadilhas com fezes humanas (círculos na **Figura 13**), conforme o esquema abaixo. A escolha desta armadilhas se deu pois estudos anteriores as consideraram mais eficazes para coleta de besouros *Scarabeinea* (HALFFTER e FAVILA, 1993)

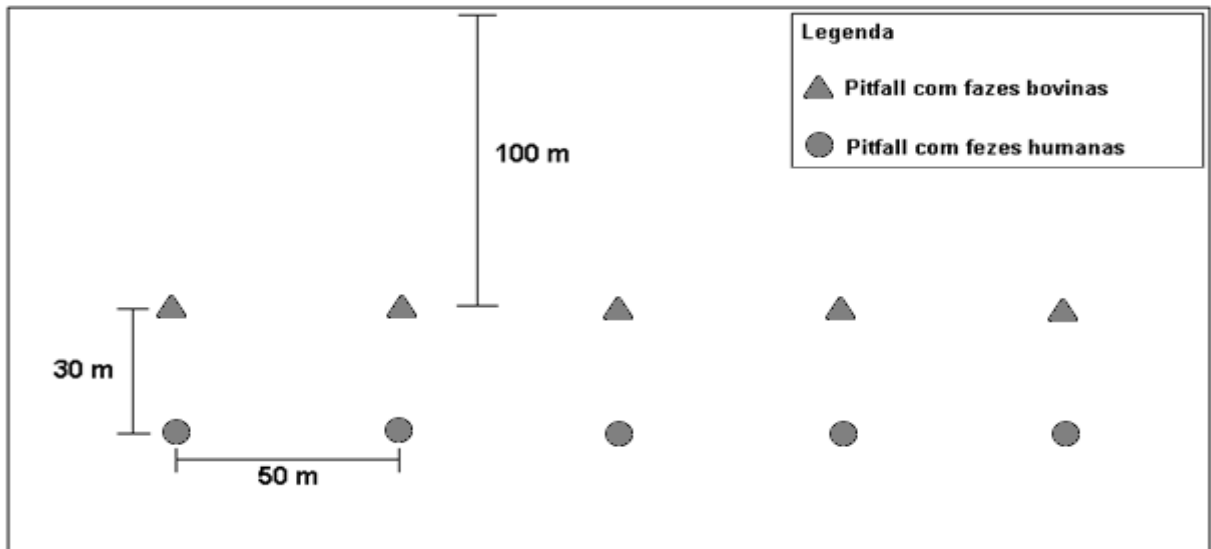


Figura 13 – Esquema da disposição das armadilhas/ pontos amostrais (*pitfalls*). Fonte: autor (2017)

Armadilhas *pitfall* foram confeccionadas com recipientes plásticos cilíndricos de 19 cm de diâmetro e 11 cm de profundidade, enterrados com sua abertura ao nível do solo. Dentro de cada recipiente foi adicionado uma solução de 250 ml de água e sal (NaCl), misturada a detergente líquido neutro (**Figura 14**).

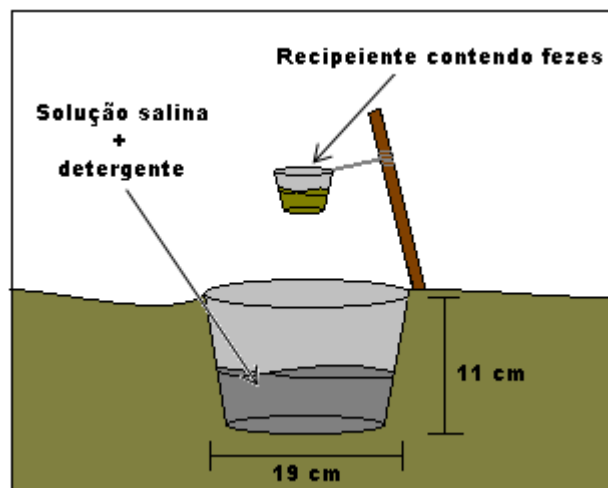


Figura 14 – Desenho esquemático de uma armadilha de queda do tipo “*pitfall*” iscada com fezes. Fonte: autor (2017)

As armadilhas foram divididas em dois grupos: cinco iscadas com 40 g de fezes humanas e cinco iscadas com 200 g fezes bovinas (**Figura 15**). Elas foram deixadas em campo por 24 h. Após este período de exposição, os besouros iscados foram coletados e triados.

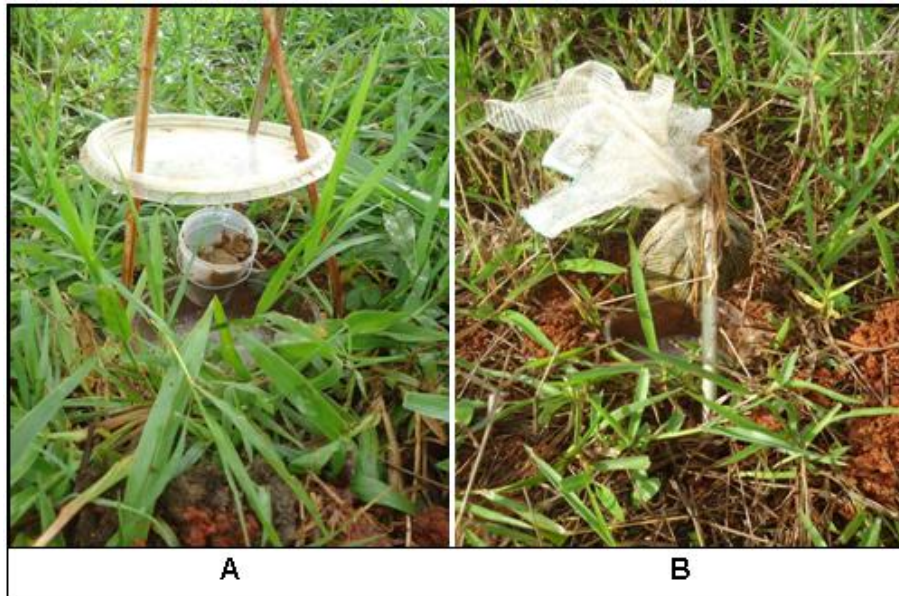


Figura 15 – Armadilhas do tipo *pitfall* instaladas em campo (A- fezes humanas, B – fezes bovinas). Fonte: autor (2017)

Após a coleta, os besouros foram levados ao laboratório, onde foram triados, secos em estufa a 40° C, e então pesados em balança analítica de precisão para posterior identificação seguindo a chave de Vaz-de-Mello et al (2011). Ao final, foram montadas duas coleções entomológicas, que estarão disponíveis para posterior conferência na coleção de referência de Scarabaeinae do Laboratório de Ecologia e Conservação de Invertebrados (LECI) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório de Scarabaeoidologia da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

3.5 Análises estatísticas

Análises de dados foram conduzidas no software livre R (R CORE TEAM, 2016). Foi utilizado modelos lineares generalizados (GLM's) com função logarítmica (ZUUR et al. 2009) e análises de variância (ANOVA) considerando os dados de riqueza, abundância e biomassa das comunidades de besouros (hipótese 1) e as taxas de remoção fecal e bioturbação do solo (hipótese 2) como variáveis dependentes (ou variável resposta), enquanto o ambiente de coleta (cerrado vs. pastagem) foi considerado como variável explicativa. GLM's foram construídos através da função *glm()* no pacote *stats* (R Core Team, 2016) e foram submetidos à inspeção residual para avaliar a adequabilidade da distribuição dos resíduos (CRAWLEY, 2002). Testou-se a normalidade dos dados utilizando o teste de normalidade Shapiro-Wilk através da função *Shapiro.test()* do pacote *stats* (ROYSTON, 1995). Foi utilizado a distribuição *quasi-Poisson* (*quase-poisson likelihood*) para os GLM's com dados de

abundância e riqueza, pois essa é a família recomendada para lidar com dados sobre-dispersos (VER HOEF e BOVENG, 2007).

Diferenças na composição de escarabeíneos foram analisadas por meio de uma análise multidimensional não-métrica (NMDS) e a dissimilaridade foi calculada por meio do índice de *Bray-Curtis* (HAMMER et al., 2001), verificada posteriormente por meio da análise de similaridade ANOSIM realizada através de 1.000 permutações.

Modelos GLM e ANOVA foram também utilizadas para determinar a existência de diferença significativa nos dados de riqueza, abundância e biomassa entre as iscas utilizadas (fezes bovinas vs. fezes humanas). Finalmente, apenas modelos apresentando diferenças significativas foram representados graficamente através do uso do pacote gplots (R CORE TEAM, 2016).

4 RESULTADOS

4.1 Abundância, riqueza e biomassa

Foram capturados 225 indivíduos pertencentes a 28 espécies de dez gêneros. Estas estão dentro de cinco tribos: Ateuchini, Canthonini, Coprini, Onthophagini e Phanaeini (**Tabela 4**). Enquanto 168 indivíduos foram encontrados nas áreas de cerrado, apenas 57 indivíduos foram amostrados nas áreas de pastagem, no entanto a abundância de besouros escarabeíneos não diferiu significativamente entre as áreas ($F_{1,4} = 3,93$; $p = 0,11$).

As espécies mais abundantes em todos os sistemas foram, *Canthon* sp 2, *Ateuchus punticolis* (Harold, 1869) e *Onthophagus hircus* (Billberg, 1815), sendo igual no Cerrado. Já no pasto, as espécies mais abundantes foram *Dichotomius nisus* (Olivier, 1789) seguida de *Dichotomius glaucus* (Harold, 1869) e *Dichotomius bos* (Blanchard, 1846).

Tabela 4 - Besouros Scarabaeinae coletados no Cerrado e no Pasto (antropizado) no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC).

TRIBO/Espécies	Cerrado	Pasto	Total
ATEUCHINI			
<i>Ateuchus puncticolis</i> (Harold, 1869)	23	10	33
<i>Ateuchus striatulum</i> (Preudhomme de Borre, 1886)	2	2	4
<i>Uroxis</i> sp 1	4	0	4
<i>Uroxis</i> sp 2	8	2	10
CANTHONINI			
<i>Canthon</i> (Grupo <i>Vireus</i>)	1	0	1
<i>Canthon corpulentus</i> Harold, 1868	2	0	2
<i>Canthon curvipes subbrutians</i> Harold, 1868	2	0	2
<i>Canthon fallax</i> Harold, 1868	2	0	2
<i>Canthon histrio</i> LaPeletier and Serville, 1828	0	2	2
<i>Canthon</i> sp 1 (nova)	2	0	2
<i>Canthon</i> sp 2	63	0	63
<i>Canthon</i> sp 3	0	1	1
<i>Deltochilum elevatum</i> Castelnau, 1840	5	0	5
<i>Deltochilum icarus</i> Eschscholtz, 1822	2	5	7
COPRINI			
<i>Canthidium</i> sp 1	8	0	8
<i>Canthidium</i> sp 2	2	0	2
<i>Canthidium</i> sp 3	0	3	3
<i>Dichotomius</i> (Grupo <i>carbonarius</i>) Mannerheim, 1829	0	4	4
<i>Dichotomius bicuspis</i> (Germar, 1824)	0	1	1
<i>Dichotomius bos</i> Blanchard, 1846	1	8	9
<i>Dichotomius glaucus</i> (Harold, 1869)	0	5	5
<i>Dichotomius lycas</i> Felsche, 1901	2	5	7
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	0	9	9
ONTHOPHAGINI			
<i>Onthophagus hircus</i> Billberg, 1815	29	0	29
PHANAEINI			
<i>Coprophanaeus</i> aff. <i>horus</i> (Waterhouse, 1891)	1	0	1
<i>Coprophanaeus magnoi</i> Arnaud, 2002	1	0	1
<i>Oxisternon palaemon</i> Castelnau, 1840	1	0	1
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Laporte de Castelnau, 1840)	7	0	7
Total	168	57	225

Fonte: autor (2017)

Diferenças na riqueza de besouros entre o ambiente cerrado e as pastagens introduzidas foram significativas, em que comunidades amostradas no Cerrado apresentaram maior riqueza de espécies do que comunidades amostradas nas pastagens ($F_{1,4} = 7,63$, $p = 0,05$) (**Figura 16**).

Os gêneros mais ricos foram *Canthon*, com 8 espécies (28.6%); *Dichotomius*, com 6 espécies (21.4%) e *Canthidium*, com 3 espécies (10.7%). De todas as espécies encontradas, 15 foram apenas no Cerrado (53,6 %), 7 foram no pasto (25%), e o restante, 6 espécies, ocorreram em ambos os ambientes (21,4%).

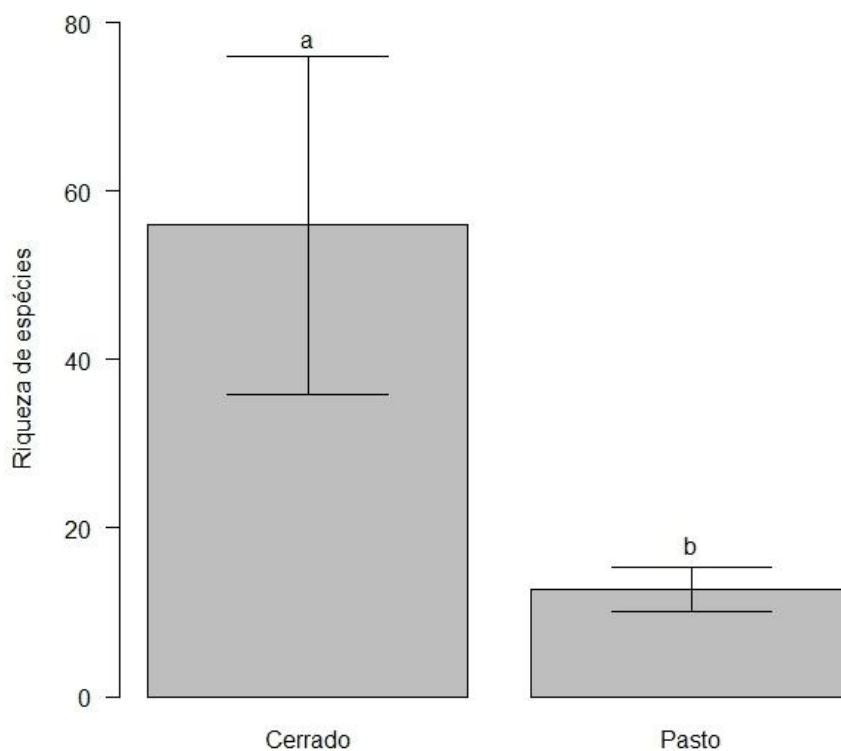


Figura 16 – Riqueza média dos besouros Scarabaeinae nos sistemas Cerrado e Pasto do Parque Nacional da Serra da Canastra. Fonte: autor (2017)

Não houve diferença significativa na biomassa total das comunidades de besouros escarabeíneos entre os sistemas pasto e cerrado ($F_{1,4} = 0,6123$ e $p = 0,47$). No entanto, as espécies que apresentaram maior biomassa foram *Deltochilum icarus* (3,78 g) *Sulcophanaeus menelas* (3,54 g) e *Dichotomius bos* (2,32 g). No cerrado a espécie com maior valor de biomassa foi a *Sulcophanaeus menelas* (3,54 g), seguida da *Deltochilum elevatum* (1,78 g) e *Deltochilum icarus* (0,91 g). Já no pasto foram *Deltochilum icarus* (2,87 g), *Dichotomius bos* (1,9175g) e *Dichotomius nisus* (0,85 g).

Embora a análise NMDS (**Figura 17**) apresentou a formação de dois grupos distintos para cada ambiente amostrado, não encontramos mudanças significativas na composição de espécies entre os sistemas (ANOSIM: $R = 0,78$; $p = 0,11$).

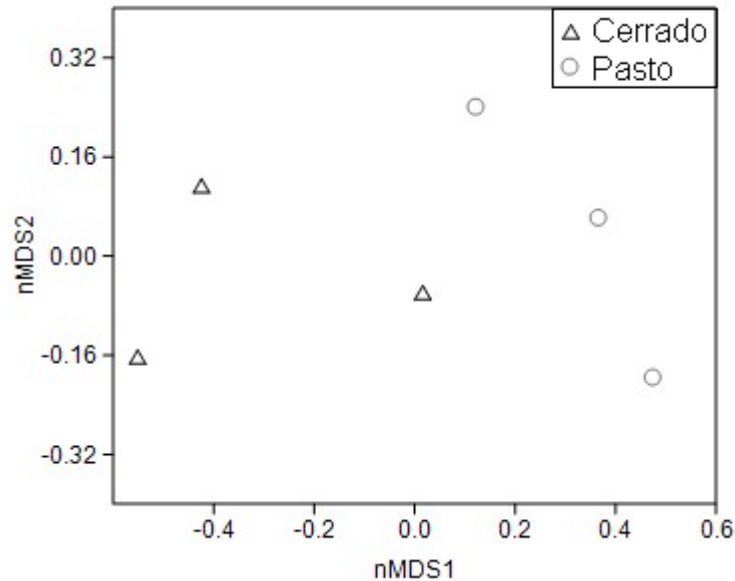


Figura 17- Análise não - métrica multidimensional (NMDS) baseado na matriz de similaridade de *Bray-Curtis* de besouros Scarabaeinae do Parque Nacional da Serra da Canastra nos sistemas Cerrado e pasto. Fonte: autor (2017)

4.2 Funções ecológicas (Remoção de fezes e Bioturbação)

A média de remoção fecal nas áreas de Cerrado foi 34,3g, enquanto nas áreas de pastagem os besouros escarabeíneos removeram em média 55,1 g de fezes. Contudo, não foi encontrada diferenças significativas nas taxas de remoção fecal entre os dois sistemas avaliados ($F_{1,16} = 2,70$; $p = 0,11$).

A taxa média de bioturbação do solo nas áreas do cerrado foi de 54,3 g de solo, enquanto uma média de 40,7 g de solo foi revolvida pelos besouros nas pastagens introduzidas. Da mesma forma, não encontramos diferenças significativas na taxa de bioturbação do solo entre os sistemas avaliados ($F_{1,16} = 0,3614$; $p = 0,55$).

4.3 Tipos de iscas

Foram encontrados 81 indivíduos nas armadilhas iscadas com fezes bovinas, enquanto 144 besouros foram amostrados com fezes humanas (**Tabela 5**). Enquanto 11 espécies foram atraídas pelas fezes humanas, apenas três foram amostradas pelas fezes bovinas e 14 espécies foram atraídas tanto pelas fezes humanas quanto pelas fezes bovinas. No entanto, não houve diferença significativa na abundância e riqueza de besouros entre os tipos de iscas utilizados (abundância: $F_{1,1} = 0,19$; $p = 0,66$; riqueza: $F_{1,1} = 1,2$; $p = 0,3$). Diferente das métricas anteriores, a biomassa de besouros foi maior para as iscas humanas do que para iscas bovinas ($F_{1,1} = 5,1$; $p = 0,05$; **Figura 18**), em que a biomassa média para fezes bovinas foi de 5.95g, enquanto o das fezes humanas foi de 12.21g.

Tabela 5 – Abundância de besouros Scarabaeinae coletados de acordo com as iscas (fezes bovina e humana) utilizadas no Parque Nacional da Serra da Canastra.

Espécies	Bovina	Humana	Total
<i>Ateuchus punticolis</i>	31	2	33
<i>Ateuchus striatulum</i>	4	0	4
<i>Canthidium</i> sp 1	1	7	8
<i>Canthidium</i> sp 2	0	2	2
<i>Canthidium</i> sp 3	0	3	3
<i>Canthon</i> (Grupo <i>Vireus</i>)	0	1	1
<i>Canthon corpulentus</i>	1	1	2
<i>Canthon curvipes subbrutilans</i>	2	0	2
<i>Canthon fallax</i>	0	2	2
<i>Canthon histrio</i>	0	2	2
<i>Canthon</i> sp 1 (nova)	1	1	2
<i>Canthon</i> sp 2	0	63	63
<i>Canthon</i> sp 3	1	0	1
<i>Coprophanes</i> aff. <i>horus</i>	0	1	1
<i>Coprophanes magnoi</i>	0	1	1
<i>Deltochilum elevatum</i>	0	5	5
<i>Deltochilum icarus</i>	3	4	7
<i>Dichotomius</i> (Grupo <i>carbonarius</i>)	2	2	4
<i>Dichotomius bicuspis</i>	0	1	1
<i>Dichotomius bos</i>	7	2	9
<i>Dichotomius glaucus</i>	1	4	5
<i>Dichotomius lycas</i>	4	3	7
<i>Dichotomius nisus</i>	1	8	9
<i>Onthophagus hircus</i>	17	12	29
<i>Oxisternon palaemon</i>	0	1	1
<i>Sulcophaneus menelas</i>	2	5	7
<i>Uroxis</i> sp	2	2	4
<i>Uroxis</i> sp B	1	9	10
Total	81	144	225

Fonte: autor (2017)

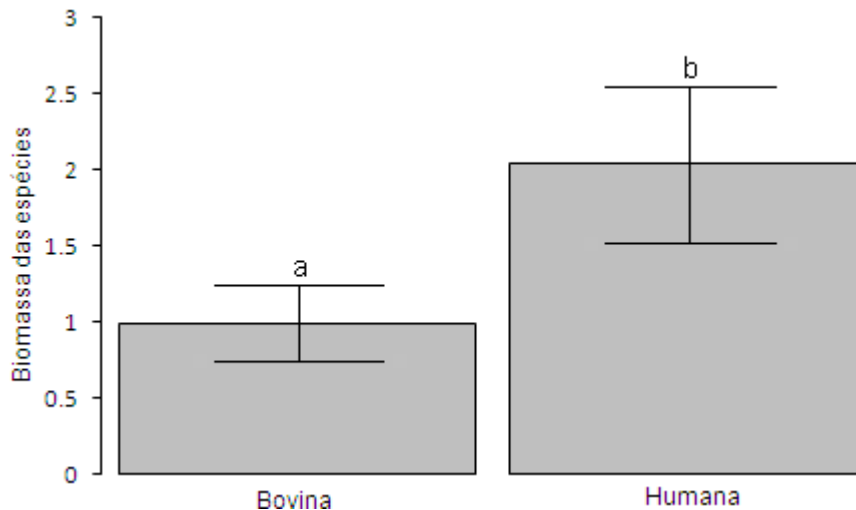


Figura 18 – Biomassa média dos besouros Scarabaeinae atraídos pelas por dois tipos de iscas (fezes bovinas e humanas) no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC). Fonte: autor (2017)

5 DISCUSSÃO

5.1 Abundância, riqueza e biomassa

Neste estudo, enquanto diferenças na riqueza de besouros escarabeíneos foram encontradas entre áreas de cerrado e pastagem introduzida, em contrapartida, não houve diferenças significativas na abundância e biomassa de besouros escarabeíneos e suas funções ecológicas (bioturbação e remoção de fezes). Da mesma forma, ao avaliar as comunidades atraídas por diferentes tipos de iscas encontrou-se diferenças significativas apenas para a biomassa das comunidades.

A baixa abundância de besouros encontrados neste estudo, comparados a outros, pode ser, possivelmente, explicada pelo período de amostragem (meados de janeiro), sabe-se que em áreas de cerrado, pode ser observada maior abundância de besouros Scarabaeinae no início da estação chuvosa, pois estes são diretamente influenciados pelas condições climáticas (MILHOMEM, 2003). Outro fator que pode ter influenciado na baixa abundância, foi a permanência das armadilhas em campo, esta foram deixadas por 24 horas, diferentemente de outros trabalhos em que as armadilhas ficaram no mínimo 48 horas ou houve maior número de repetições (MILHOMEM, 2003; FRANÇA et al, 2009; ALMEIDA, 2010; 2011; OLIVEIRA, 2015);

A hipótese deste trabalho foi parcialmente confirmada, uma vez que apenas a riqueza de besouros foi maior nas áreas de cerrado em relação à pastagem. Em estudos realizados nos mesmos dois sistemas, a pastagem apresentou maior abundância que o cerrado (REZENDE,

2012). Este estudo corrobora com Almeida (2011), onde a abundância e a biomassa não se diferenciaram e a riqueza foi maior no cerrado. Em trabalhos realizados em área de floresta (floresta Amazônica) comparada a pastagens exóticas, também demonstraram diferenças, o pasto apresentou menor riqueza (SCHIFFLER, 2005; HORGAN, 2007; QUINTERO e HALFFTER 2009). Comparando os mesmos sistemas, Silva et al. (2014), afirmam algo semelhante, dizendo não haver diferença na abundância entre os sistemas (floresta e pastagem) e na área florestada (nativa) houve maior riqueza.

Acredita-se que essas diferenças resultem de características associadas especificadamente a cada ambiente. Embora o cerrado nativo e pastagens introduzidas apresentem uma vegetação predominantemente herbácea, a qualidade e disponibilidade de recursos fecais nesses ambientes podem ser completamente diferentes (LOUZADA, 2000; REZENDE, 2012). Por exemplo, áreas de cerrado possuem maior diversidade de plantas que pastagens (EITEN, 1972; MYERS et al., 2000; RIBEIRO e WALTER, 2008). Isso permite uma maior diversificação de recursos alimentares para uma maior diversidade de aves e mamíferos que são os principais fornecedores de recursos alimentares (seja na forma de carcaças ou de fezes) para os besouros escarabeíneos (HANSKI, 1991; BARBERO et al., 1999; HERNÁNDEZ, 2007; SILVA 2010). Já o ambiente de pastagem introduzida, geralmente apresenta predomínio de poucas espécies vegetais, o que reduz a diversidade de aves e mamíferos (DIAS FILHO e FERREIRA, 2008) e, por consequência, a presença de recursos alimentares de menor qualidade para os besouros escarabeíneos (HALFFTER e MATTHEWS, 1966; HALFFTER, 1991). Além disso, o ambiente pastoril apresenta o manejo do solo em seu histórico de uso, o que pode ter selecionado apenas espécies que suportam locais com maior pressão antrópica (ALMEIDA et al, 2011).

Ao retirar a vegetação nativa e substituí-la por pastagem exótica, ocorrem mudanças drásticas no habitat, levando alterações no microclima (KLEIN, 1989). Este fator gera um efeito na composição da biodiversidade besouros escarabeíneos, influenciando-os na escolha do melhor habitat (SILVA et al. 2010).

A ausência de diferenças na abundância e biomassa nos dois sistemas pode ter resultado da redundância funcional nas comunidades de besouros e também no aporte quantitativo de fezes entre os ambientes amostrados. Por exemplo, uma vez que pastagens foram historicamente utilizadas para a alimentação do gado, essas apresentavam grande aporte (em termos quantitativos) de fezes do gado, o que pode favorecer algumas poucas espécies (SILVA et al. 2010; SILVA et al., 2014), por exemplo, *Dichotomius nisus*,

Dichotomius glaucus e *Dichotomius bos*, que apresentaram elevadas abundâncias em ambientes de pastagem (LOUZADA e SILVA, 2009). Essas espécies apresentam elevada biomassa e podem utilizar as fezes bovinas com grande eficiência para se alimentarem e nidificarem (SILVA et al., 2014). De fato, nossos resultados demonstram que as espécies de maior biomassa foram encontradas no pasto (com exceção da *Sulcophanaeus menelas*, exclusivamente encontrada no cerrado), mostrando o porquê da não diferença entre os dois sistemas.

5.2 Funções ecológicas (Remoção de fezes e Bioturbação)

A pouca remoção de fezes para ambos os sistemas demonstrou que não houve diferença significativa na taxa de remoção de fezes e conseqüentemente a taxa de bioturbação.

A ausência de diferenças entre as funções pode resultar da redundância funcional das comunidades. Tanto o cerrado quanto o pasto tem comunidades semelhantes em termos de abundância e biomassa de besouros, por tanto, espera-se que as funções não mudem, pois, primeiro, a biomassa é um dos fatores mais importantes na realização de funções ecológicas (HALFFTER e EDMONDS, 1982, EDWARDS e ASCHENBORN, 1987; NICHOLS et al., 2008). Segundo, pode haver a redundância funcional, onde vários besouros pequenos carregam a mesma quantidade de fezes que poucos besouros grandes (AMÉZQUITA e FAVILA, 2010, 2011).

5.3 Tipos de iscas

A diferenciação da biomassa pode ser causada primeiramente pela quantidade de nutrientes que as fezes humanas podem vir a apresentar, sendo maior que a bovina (FILGUEIRAS et al., 2009).

Para as iscas, não houve diferenças entre abundância e riqueza. Quando comparado a outros trabalhos que visam iscas formadas por fezes de herbívoros e onívoros, as fezes humanas apresentaram maior atratividade (ESTRADA et al. 1993, WHIPPLE e HOBACK 2012; PUKER et al., 2013).

Em diversos trabalhos que comparam variados tipos de atrativos (frutas em decomposição, pedaços de carnes putrefatos, etc), as fezes humanas também demonstraram serem mais eficazes em atrair besouros Scarabaeinae (HALFFTER et al., 1992; ENDRES et al., 2007; FILGUEIRAS et al., 2009; SILVA et al., 2012) diferentemente do que foi observado neste estudo.

A não diferença apresentada neste estudo pode ser devido a não diferença da abundância da comunidade nos sistemas. Outro fator que pode ser levado em conta é que na pastagem exótica, os besouros escarabeíneos são mais “acostumados” a se alimentarem de esterco bovino, já no cerrado nativo, a alimentação é mais variada. (LOUZADA e SILVA, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que áreas nativas de cerrado apresentam maior riqueza de besouros escarabeíneos, dando suporte sobre a importância de áreas naturais para a preservação da biodiversidade tropical e também sobre os riscos que as atividades antrópicas causam à conservação nos trópicos (ESTRADA e COATES-ESTRADA, 2002; NICHOLS et al., 2007). No entanto, a ausência de diferenças na abundância e biomassa dos besouros, bem como nas funções ecológicas avaliadas traz à tona a importância de se estudar a manutenção de processos ecológicos em ambientes antropizados, principalmente em áreas tão ameaçadas pelo homem como o bioma cerrado (LOUZADA, 2008; ALMEIDA, 2010).

O PNSC é uma importante unidade de conservação que agrega extensas áreas do bioma cerrado. Considerando que atividades humanas geram maior pressão sobre espécies mais vulneráveis e, por consequência, reduz a biodiversidade, esse estudo também ressalta a importância de se investir na estruturação e estabelecimento das fronteiras do PNSC para se fortalecer a proteção de áreas nativas do bioma cerrado.

A preservação da comunidade Scarabaeinae faz-se importante, principalmente quando observamos a produção rural local. As suas funções auxiliam e melhoram em vários aspectos a produtividade, contribuindo em maior grau para as pequenas atividades agropastoris. A agricultura familiar, neste aspecto, é a principal favorecida com a preservação destes besouros, pois estes facilitam e melhoram as condições de trabalho e diminuem gastos com suplementos agrícolas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMÉZQUITA, S., FAVILA, M. E.; Removal rates of native and exotic dung by dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rain forest. **Environ. Entomol.** 39:328–36. 2010.

AMÉZQUITA, S., M. E. FAVILA. Carrion removal rates and diel activity of necrophagous beetles. **Environ. Entomol.** 40(2): 239-246. 2011.

ALMEIDA, S.; LOUZADA, J.; SPERBER, C.; BARLOW, J.; Subtle land-use change and tropical biodiversity: dung beetle communities in Cerrado grasslands and exotic pastures. **Biotropica**, vol. 43, no. 6, p. 704-710, 2011.

ALMEIDA, S. S. P.; **Substituição de pastagem native por brachiaria: Impactos na estrutura e funções ecológicas da comunidade de escarabeíneos (Coleoptera)**. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2010.

BARBERO, E.; PALESTRINI, C.; ROLANDO, A. Dung beetle conservation: effects of habitat and resource selection (Coleoptera: Scarabaeoidea). **Journal of Insect Conservation**, v. 3, p. 75 - 84, 1999.

BRAGA, R.F. ; KORASAKI, V. ; AUDINO, L.D.; LOUZADA J.; Are dung beetles driving dung-fly abundance in traditional agricultural areas in the Amazon? **Ecosystems**, 15. 2012.

BRAGA, R.F.; KORASAKI, V.; ANDRESEN, E. ; LOUZADA J.; Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **PLOS ONE**, 8 .2013.

BRASIL. **Plano de Manejo: Parque Nacional da Serra da Canastra**. Brasília: MMA/IBAMA, 2005.

COUTO JUNIOR, A.F.; VASCONCELOS, V.; CARVALHO JUNIOR, O. A; MARTINS, E. S.; Integração de parâmetros morfométricos e imagem ASTER para a delimitação das fitofisionomias na Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 1, p. 57-68. 2010.

CRAWLEY, M.J. **Statistical Computing: An Introduction to Data Analysis Using S-Plus**. New York, John Wiley & Sons, 761p, 2002.

DAVIS, A.L.V. e SCHOLTZ, C.H.; Historical versus ecological factors influencing global patterns of scarabaein a e dung beetle diversity. **Diversity and Distributions** v. 7: p. 161–174. 2001.

DOUBE, B. M.; A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. **Ecological Entomology** 15: p. 371-383, 1990.

EDWARDS, P. B., ASCHENBORN, H. H.; Patterns of nesting and dung burial in Onitis dung beetles: implications for pasture productivity and fly control. **Journal of Applied Ecology** 24, 837–851, 1987.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**. 38: 201-339, 1972.

ENDRES, A. A., CREAÇÃO-DUARTE, A. J., HERNANDEZ, M. I. M. Diversidade de Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. **Revista Brasileira de Entomologia**, 51: p. 67-71, 2007.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A.C.; CAMMARANO, P.; Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 14: p. 577–593, 1998.

ESTRADA, A., HALFFTER, G., COATES-ESTRADA, R., MERRIT, D.A., Jr. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology** 9: 45–54. 1993.

FAVILLA, M. e Halffter, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, 72: 1 - 25, 1997.

FILGUEIRAS, B. K. C., LIBERAL, C. N., AGUIAR, C. D. M., HERNANDEZ, M. I. M., IANNUZZI, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: p. 422-427. 2009.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul - 2: ação de insetos fímícolos em massas fecais no campo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 237-247, 1995.

FRANÇA, F. M., SCHIFFLER, G., KORASAKI, V.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LOUZADA, J. N. C., **Diversidade de Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) em floresta e lavrado (savana) no estado de Roraima**. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG. 2009.

HALFFTER, G. **Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)**. **Folia Entomologica Mexicana** 82: 195–238. 1991.

HALFFTER, G., EDMONDS, W.D.; **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Instituto de Ecologia, Mexico, D. F. 1982.

HALFFTER, G. e FAVILA, M. E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**, v. 27, p. 15 –21, 1993.

HALFFTER, G., M. E. FAVILA, G. M. E., HALFFTER, V. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana**, 84: p. 131–156, 1992.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, 12: p. 1-312, 1966.

HANSKI I, CAMBEFORT Y. **Dung beetle ecology**. Princeton University Press. 1st edition, 1991.

HERNÁNDEZ, M. I. M. Besouros Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga Paraibana, Brasil. **Oecol. Bras**, v. 11, ed 3: p. 356-364, 2007.

HORGAN, F.; Dung beetles in pasture landscapes of Central America: proliferation of synanthropic species and decline of forest specialists. **Biodiversity and Conservation**, 16: 2149-2165. 2007.

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

LOUZADA, J.N.C. **Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: biodiversidade e serviços ambientais**. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: UFLA, p. 299 - 322. 2008.

LOUZADA J. N. C., SILVA P. C.; Utilisation of introduced Brazilian pastures ecosystems by native dung beetles: diversity patterns and resource use. **Insect Conservation and Diversity** 2, 45–52, 2009.

LOUZADA J N C (2000) **Efeitos da fragmentação florestal sobre a estrutura da comunidade de Scarabaeidae (Insecta, Coleoptera)**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 87p

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858, 2000.

MARSH, C. J.; LOUZADA, J. BEIROZ, W.; EWERS R.M.; Optimising Bait for Pitfall Trapping of Amazonian Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). **Plos one** (2013) disponível em: < <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0073147> > Acesso em jan 2017.

MILLOMEM, M. S.; **A Fauna de Scarabaeidae sensu stricto (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Cerrado de Brasília, DF: Variação Anual, Efeito do Fogo e da Cobertura Vegetal**. Tese (Doutorado em Biologia Animal) Universidade de Brasília, Brasília, D. F., Brasil, 2003. disponível em: <http://www.biota.neotropica.org.br/v4n2/es/fullpaper?bn016040_22004+en> acesso: 01/2017.

NICHOLS, E., LARSEN, T., SPECTOR, S., DAVIS, A. L., ESCOBAR, F., FAVILA, M., VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation** 137: p. 1–19. 2007.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M.E.; Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetle. **Biological Conservation**, 141: 1461-1474. 2008

PUKER, A., CORREA, C. M. A., KORASAKI, V., FERREIRA, K. R., OLIVEIRA, N. G.; Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) Attracted to Dung of the Largest Herbivorous Rodent on Earth: a Comparison With Human Feces. **Community and Ecosystem Ecology, Entomological Society of America**. 2013.

QUINTERO, I.; HALFFTER, G.; Temporal changes in a community of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeinae) resulting from the modification and fragmentation of tropical rain forest. **Acta Zoológica Mexicana**, 25: p. 625-649. 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM.; **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. <<https://www.rproject.org/>>.

RESENDE, N. F. Mudanças do Uso da Terra no Cerrado sobre Comunidade de Besouros Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia** N° V. p. 87-102. 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: os biomas do Brasil**. In Cerrado: Ambiente e flora. EMBRAPA, Platina, DF, p. 89-116, 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. Cerrado: Ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. 89-166, 2008.

RODRIGUES, L. R. A. **Os besouros coprófagos em pastagens**. In: Simpósio sobre Ecossistema de pastagens, 1989, Jaboticabal, SP. Anais Jaboticabal-SP: FCAJ/UNESP, p. 97-133. 1989.

ROYSTON, P.; Remark AS R94: A remark on Algorithm AS 181: The W test for normality. **Applied Statistics**, 44: p. 547-551, 1995.

SCHIFFLER, P.Y. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, 21: p. 9-19, 2005.

SILVA, F. A. B.; COSTA, C. M. Q.; MOURA, R. C.; FARIAS, A. I. Study of the Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Community at Two Sites: Atlantic Forest and Clear-Cut, Pernambuco, Brazil. **Environ. Entomol**, v. 39, n 2: p. 359-367. 2010.

SILVA, R. J., COLETTI, F., COSTA, D. A., VAZ-DE-MELLO, F. Z.; Rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira: Levantamento de espécies e guildas alimentares. **Acta Amazônica**, VOL. 44(3), p. 345 – 352. 2014.

SILVA, P. G; HERNÁNDEZ, M. I. M.; Spatial pattern of movement of dung beetle species in a tropical forest suggest a new trap spacing for dung beetle Biodiversity studies. **PlosOne**, 10: p. 1 – 18, 2015.

SILVA, P. G., VAZ-DE-MELLO, F. Z., DI MARE, R. A. Attractiveness of Different Bait to the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in Forest Fragments in Extreme Southern Brazil. **Zoological Studies**, 51: p. 429-441, 2012.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. & W. D. EDMONDS. Gêneros e subgêneros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) das Américas. Santa Cruz de la Sierra. Scarabaeinae **Research Network**. 2006.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. **Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) de um Fragmento de Floresta Amazônica no Estado do Acre, Brasil.** Taxocenose. Anais Sociedade Entomológica do Brasil, 28(3): p. 447-53, 1999.

VAZ-DE-MELLO, F.Z., EDMONDS, W.D., OCAMPO, F. & SCHOOLMEESTERS, P. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World. **Zootaxa** 2854: p. 1-73, 2011.

VERHOEF, J. M.; BOVENG, P. L.; Quasi-Poisson vs. negative binomial regression: How should we model overdispersed count data? **Ecology**, 88: p. 2766-2772. 2007.

WHIPPLE, D. S., HOBACK, W. W. A comparison of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) attraction to native and exotic mammal dung. **Environmental Entomology** 41(2):238-44. 2012.

ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; MEESTERS, E.H.W.G. **A Beginner's Guide to R.** Springer, New York. 2009.