



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Biodiversidade



Sabrina Martins Florêncio

**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO, EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM CRONOSSEQUÊNCIA, NA ESTRUTURA DA
COMUNIDADE DE BESOUROS SCARABAEIDAE**

OURO PRETO

2022



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Biodiversidade



**INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO, EM ÁREAS DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM CRONOSSEQUÊNCIA, NA ESTRUTURA DA
COMUNIDADE DE BESOUIROS SCARABAEIDAE**

Monografia apresentada ao Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aluna: Sabrina Martins Florêncio

Orientadora: Prof.^a Dra. Yasmine Antonini

Coorientadora: M.Sc. Stella Ferreira Biondi

OURO PRETO

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F632i Florêncio, Sabrina Martins.

Influência da estrutura da vegetação, em áreas de restauração ecológica em cronosequência, na estrutura da comunidade de besouros Scarabaeidae. [manuscrito] / Sabrina Martins Florêncio. - 2022.
33 f.

Orientadora: Profa. Dra. Yasmine Antonini.

Coorientadora: Ma. Stella Ferreira Biondi.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Ecologia. 2. Besouros. 3. Biomassa. I. Antonini, Yasmine. II. Biondi, Stella Ferreira. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 574

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E
MEIO AMBIENTE



FOLHA DE APROVAÇÃO

Sabrina Martins Florêncio

Influência da estrutura da vegetação, em uma restauração ecológica em cronosequência, na estrutura da comunidade de besouros Scarabaeidae

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 19 de agosto de 2022

Membros da banca

Dra. Yasmine Antonini – Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
MSc. Beatriz de Vilhena Parreira, CLAM Meio Ambiente
MSc. Hernani Alves Almeida, Escola Estadual Vereador José Roberto Pereira

Yasmine Antonini, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 19/08/2022



Documento assinado eletronicamente por **Yasmine Antonini Itabaiana, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2022, às 08:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0344614** e o código CRC **3D812EB5**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser autor de meu destino, meu guia, a minha mãe Ana, ao meu pai André e a minha avó Dorvina (*in memoriam*).

EPÍGRAFE

“Se tu choras por ter perdido o sol, as lágrimas te impedirão de ver as estrelas.”

- O pequeno príncipe

“O que nos salva é dar um passo e outro ainda...”

- Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

Uma história que se iniciou em 2015 e trouxe com ela muitas pessoas que se tornaram de alguma forma importantes na minha vida, muitas foram breves, outras permanecem. Foram se formando laços de amizade que merecem ser lembrados com carinho. Um misto de sentimentos que me transformaram da cabeça aos pés, da essência ao físico. Cheguei a Ouro Preto, a primeira coisa que pensei? Putz, mas que frio é esse, como vim parar aqui?! Mal sabia o quanto ainda ia sorrir...e chorar!

Conheci muitas pessoas e culturas diferentes, dancei, cantei, bebi, chorei, sorri, me redescobri uma verdadeira metamorfose ambulante. Uma história cheia de personagens e claro que não poderia deixar de citar alguns: As queridas da Danily, Laís, Thaís, Juliana e Rafaela, primeiras a me acolherem nesse desconhecido que era Ouro Preto, sinto um carinho enorme por cada uma de vocês. A Fernanda das Graças, minha primeira dupla, foi amizade à primeira vista (ou melhor, a primeira aula haha), sempre juntas nos sufocos acadêmicos, a Thaís Mendes, que sempre me motivou, ao Igor Aparecido, o quanto ele me ouviu chamar pelo seu nome, haja paciência, obrigada por todas as gargalhadas, pelos doces pós R.U, pelas aulas super hilárias de paleonto, e claro pelas fotos maravilhosas de formatura. Agradeço a todas as caronas (e foram muitas, vida de estudante é isso minha gente!). A Nanda que me apresentou ao famoso Santo Antônio do Salto e aos amigos da Republica Pingaiada, por todos os goles, rocks e roles. Gratidão eterna aos queridos do MC Jr.: Grazi, Cláudio e Thaise por me mostrar que o R não é aquele monstro de sete cabeças que pensamos (as vezes pode ter bem mais que sete haha, mas eles dão um jeito). Claro que não poderia deixar de falar da minha coorientadora big boss Stella Biondi, que me abriu as portas para a iniciação científica, me apresentou uma galera incrível a quem também agradeço, pessoal do Laboratório de Biodiversidade da UFOP e a minha orientadora Yasmine Antonini, pela oportunidade, apoio, pelo colo quando precisei, pela paciência gigantesca, obrigada por tanto!

Agradecimentos imensuráveis as entidades que de alguma forma contribuíram para que essa conquista da graduação fosse realizada, das quais destaco a Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP em especial a PRACE por todo apoio, por cuidar, se chamamos a UFOP de mãe com certeza a PRACE é a madrinha que está ali pra todas as horas. A FAPEMIG (CRA03055/11) pelo apoio financeiro, a CEMIG (Projeto 0402), por todo esse projeto gigantesco do qual surgiu oportunidade de fazer minha pesquisa, ao CNPq pelo apoio e incentivo a pesquisa. Aos integrantes da banca pela disposição e pelas sábias contribuições.

Em meio a tantos agradecimento o maior de todos vai primeiramente a Deus, por me conduzir, me ouvir e me fazer compreender que tudo é no tempo dEle e ao meu pilar, a base que me manteve firme e me impulsionava a cada dia e motivo maior de não ter desistido: minha mãe Ana Cristina e meu pai André, sem vocês nada disso seria possível, essa conquista é tão suas quanto minha, nosso sonho é real. Ao meu namorado Reginaldo por ser o melhor companheiro, amigo, por me incentivar e embarcar comigo nessa e me ajudar a remar na direção correta. Não poderia deixar de citar em meio a todos o meu maior antidepressivo, com seus pelos macios e lambidas incansáveis de demonstração de amor: Nick, você é um anjo de quatro patas que veio para me lembrar que a vida é boa sim.

Enfim, meu último agradecimento vai para a pessoa que aprendeu e surpreendeu muito durante essa trajetória, que conheceu uma força que não sabia que tinha e que também provou o amargor das fraquezas que existe na vida, que sonhou, e como sonhou, como este dia, que sentiu ansiedade, angústia, medo, mas também felicidade, alívio, determinação. Essa pessoa sou eu, e se pudesse voltar ao início não faria diferente, pois cada dor, cada lágrima, cada sorriso e cada momento de felicidade e alívio tiveram seu lugar, sua hora, seu tempo.

Obrigada a todos que de alguma forma participaram da minha trajetória até aqui! E a história continua...

SUMÁRIO

Resumo	I
Abstract.....	II
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1. ÁREA DE ESTUDO	5
2.2. PARÂMETROS DA VEGETAÇÃO	9
2.3. AMOSTRAGEM DOS COLEÓPTEROS	10
2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	11
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS	27

RESUMO

Existe uma grande necessidade de se aplicar métodos de avaliação e monitoramento em áreas restauradas utilizando bioindicadores e processos ecológicos. Tais métodos servem para compreender como os efeitos causados por ações antrópicas, como a construção de usinas hidrelétricas, causam a simplificação de habitats podendo refletir nas comunidades da fauna de solo. Besouros *Scarabaeidae* compreendem um grupo de amplo interesse ecológico, sendo frequentemente utilizados como bioindicadores de alterações ambientais porque apresentam sensibilidade às mudanças decorridas no ambiente e por desempenharem importantes funções ecossistêmicas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar variações na riqueza, abundância e biomassa de besouros *Scarabaeidae* em relação a estrutura da vegetação em áreas de mata ciliar restauradas na região do Reservatório de Volta Grande MG e SP. As amostras foram coletadas em 2013 e 2014, em cinco fragmentos de mata ciliar restaurados. Foram identificados 2.690 indivíduos, resultando em 27 morfoespécies, distribuídas entre as áreas. Encontramos que áreas mais antigas (restauradas há mais tempo) apresentaram maior riqueza e biomassa. A riqueza em espécies foi positivamente relacionada com a abundância. Relação positiva e significativa também foi verificada entre a biomassa com abundância de espécies. No entanto a biomassa não se relacionou com a riqueza em espécies. A análise de agrupamento mostrou que a composição de espécies em áreas restauradas há mais tempo apresentam similaridade, porém são distintas das áreas mais jovens. Os resultados encontrados indicam que após 10 anos de plantio, a assembleia de besouros rola-bosta foi restaurada e, conseqüentemente, os processos ecológicos desempenhados por ela foram restabelecidos.

Palavras-chave: Ecologia de comunidades; Restauração ecológica, Matas Ciliares; Bioindicador, Rola-bosta

ABSTRACT

There is a great need to apply assessment and monitoring methods in restored areas using bioindicators and ecological processes. Such methods serve to understand how the effects caused by human actions, such as the construction of hydroelectric plants, cause the simplification of habitats, which may reflect on the communities of soil fauna. Scarabaeidae beetles comprise a group of wide ecological interest, being frequently used as bioindicators of environmental changes because they are sensitive to changes in the environment and because they play important ecosystem functions. Thus, the objective of this work was to evaluate variations in richness, abundance and biomass of Scarabaeidae beetles in relation to vegetation structure in areas of restored riparian forest in the region of Volta Grande Reservoir MG and SP. Samples were collected in 2013 and 2014, in five restored riparian forest fragments. A total of 2,690 individuals were identified, resulting in 27 morphospecies, distributed among the areas. We found that older areas (restored longer ago) showed greater richness and biomass. Species richness was positively related to abundance. A positive and significant relationship was also observed between biomass and species abundance. However, biomass was not related to species richness. The cluster analysis showed that the species composition in areas that have been restored for a longer period of time show similarity, but they are different from younger areas. The results found indicate that after 10 years of planting, the dung beetle assemblage was restored and, consequently, the ecological processes performed by it were reestablished.

Keywords: Ecology of communities; Ecological Restoration, Riparian Forests; Bioindicator, Rola-Bosta Beetle.

1. INTRODUÇÃO

Espécies que vivem em uma comunidade, interagem entre si e com os habitats que ocupam e também desempenhando funções ecossistêmicas importantes, como a ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes. A composição em espécies de uma comunidade portanto, pode indicar o estado de conservação dos ambientes onde vivem, de forma que as espécies podem atuar como bioindicadoras da qualidade de determinado ecossistema (PAOLETTI, 1999; IBÁÑEZ, 2004; LAVELLE *et al.*, 2006). Perturbações nos ambientes podem ocasionar alterações na composição das comunidades biológicas, afetando a riqueza e/ou a abundância de espécies (LAVELLE *et al.*, 2006). Estudos observam que ambientes com maior diversidade em espécie tendem a ser mais preservados do que aqueles que sofreram perturbações antrópicas (PURVIS; HECTOR, 2000).

Um dos métodos de avaliação da eficácia da recuperação ambiental é a análise com o uso de bioindicadores no monitoramento (VAN STRAALLEN, 1992). Um bioindicador pode ser desde um grupo funcional, família ou espécie que reaja de modo característico as modificações ocorridas no ambiente, permitindo identificar o grau das mudanças ocorridas e métodos de recuperação (VAN STRAALLEN, 1992; PAOLETTI, 1999; WINK *et al.*, 2005).

Uma constante ameaça à biodiversidade é a simplificação de hábitat, que consiste na redução ou substituição de uma área natural por uma atividade antrópica (FAHRIG 2003). O tamanho dos habitats remanescentes, bem como a duração do impacto podem influenciar ainda mais no processo de simplificação, interferindo na estrutura da comunidade.

Organismos que compõem a fauna de solo geralmente habitam a serapilheira e são sensíveis às ações antropogênicas, principalmente aquelas que envolvem o manejo do solo. Os invertebrados fazem parte da fauna edáfica ou macrofauna de solo e são uma parte muito

importante da biota do solo, atuando como engenheiros do ecossistema, trituradores de resíduos, conversores de resíduos ou predadores (MELO *et al.* 2009; BARETTA *et al.*, 2011; SOUZA, 2015).

O manejo do solo e redução da quantidade de matéria orgânica geram impactos que levam a alterações na temperatura, umidade do ar e do solo, a densidade da serapilheira e até mesmo pelo tipo de vegetação local (LAVELLE *et al.*, 2006; MOÇO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2010). A fauna edáfica se mostra sensível a essas alterações e devido a essa sensibilidade, além de avaliar as interações biológicas em sistemas solo/planta, o conhecimento da fauna do solo pode auxiliar na avaliação de sistemas naturais sujeitos a efeitos a e servir como bioindicadores, de forma que as alterações na comunidade desse grupo de invertebrado possibilitam monitorar e avaliar as condições de áreas que sofreram impactos ambientais e passam por processos de recuperação e restauração da sua estrutura vegetal (PAOLETTI, 1999; DORAN & ZEISS, 2000; SOUZA, 2015).

Dentre os invertebrados, algumas ordens de insetos destacam-se como bioindicadores, sendo os coleópteros um dos maiores representantes (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; LAWRENCE & BRITTON, 1994). Os *Scarabaeidae*, conhecidos popularmente como rola-bosta, podem ser encontrados em diversos biomas do planeta. Em seu estudo, Vaz-de-Mello (2000) constatou o moderado conhecimento existente sobre a fauna brasileira de *Scarabaeidae*, onde se catalogou 618 espécies, estimando que esse número poderia ultrapassar a 1.200 espécies contando com aquelas que não foram devidamente catalogadas.

Alguns grupos de *Scarabaeidae* tendem a se restringir a certos tipos de habitats, isso os torna mais sensíveis a mudanças na estrutura da vegetação e do solo (SOWIG, 1995; DURÃES *et al.*, 2005; ALMEIDA & LOUZADA, 2009). Essa sensibilidade também é notada em relação a modificações na composição da paisagem, que reflete na comunidade dos besouros rola-bosta

(LOUZADA *et al.*, 2010). Por serem detritívoros, estes indivíduos podem utilizar matéria orgânica em decomposição e fezes de outros animais como fonte de alimento (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; LAWRENCE & BRITTON, 1994;). O porte corporal desses besouros pode ser um fator relevante para compreender como cada espécie utiliza desses recursos, além de também poder indicar o grau de degradação da área onde se encontram, já que o tamanho corporal está positivamente associado à maior disponibilidade de recursos (KOLLER *et al.*, 2007 apud ROCHA, 2016).

Modificações ambientais decorridas do efeito de atividades antrópicas em associação com as alterações sucessionais da própria vegetação podem afetar a diversidade de besouros, importantes organismos da macrofauna de matas ciliares (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999). Portanto, áreas menos estruturadas podem resultar na modificação da macrofauna do solo, incluindo a diminuição da sua riqueza e alteração da estrutura da comunidade (LASSAU *et al.*, 2004). Populações mais frágeis podem ser mais afetadas, ocorrendo sua redução ou extinção local e regional, sendo um bioindicador do nível de simplificação dessas áreas (SANTOS-FILHO *et al.*, 2012; BANKS-LEITE, 2010).

As matas ciliares, em comparação com outros tipos de vegetação, são caracterizadas pela grande variedade de habitats, estando relacionadas à disponibilidade de recursos e mudanças na topografia, solo e estrutura da vegetação. Ambientes com essas características são atrativos para uma significativa parte da comunidade de animais, o que favorece organismos mais exigentes em recursos como alimento e abrigo (BROWN JR., 2001).

Estudos têm mostrado a importância da conservação de matas ciliares, porém, grande parte dessa vegetação vem se extinguindo e sendo substituída por áreas urbanas, reservatórios de hidrelétricas, atividades agropastoris, garimpo e madeireiros, deixando no máximo matas secundárias nas margens dos rios (VASCONCELLOS *et al.*, 2013; DA SILVA *et al.*, 2014). A

vegetação das matas ciliares apresenta funções específicas e únicas, sendo este um dos principais motivos de se implementar ações que buscam fiscalizar e fazer o controle ambiental de forma adequada, o que inclui questões técnicas, jurídicas, econômicas e socioambientais, visando cumprir as normas aplicáveis de proteção desse ecossistema (PUSEY & ARTHINGTON 2003). Portanto, a recuperação ambiental das matas ciliares tornou-se uma tentativa de remediar os danos antrópicos causados nesses ambientes (BIONDI, 2017 apud BULLOCK *et al.*, 2011).

Tendo em vista a grande importância de investigar se os programas de restauração florestal, em matas ciliares, estão funcionando para restaurar a fauna de solo, utilizamos nesse estudo os coleópteros como objeto de análise. Conforme supracitado, espécies desse grupo são excelentes bioindicadores além de desempenharem importantes funções ecológicas, podendo ser utilizados para avaliar a relação entre invertebrados do solo e componentes da vegetação em cinco áreas de mata ciliar restauradas, ao longo de uma cronosequência. Avaliamos variação nos parâmetros das comunidades de besouros da família Scarabaeidae em relação à estrutura da vegetação (idade e largura das áreas, porcentagem de cobertura vegetal, quantidade e composição da serapilheira) e em relação ao tempo de restauração e largura da área restaurada em fragmentos de floresta ciliar as margens do Reservatório de Volta Grande –MG/SP. Para isso, testamos as seguintes previsões: i) Áreas mais bem estruturadas possuem maior abundância, riqueza e biomassa de besouros Scarabaeidae. ii) Áreas mais estruturadas terão besouros maiores. iii) A composição de besouros Scarabaeidae será diferente de acordo com a estrutura da vegetação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

As amostragens foram realizadas no entorno do reservatório da represa de Volta Grande-MG, que compreende o barramento do baixo rio Grande. Volta Grande faz parte do complexo da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, que foi implantada pela Companhia Energética do Estado de Minas Gerais (CEMIG). A represa localiza-se a 40km de Uberaba, abrangendo os municípios de Conceição das Alagoas (19 ° 55' S, 48 ° 23' W) e Miguelópolis (20 ° 12' S, 48 ° 03' W) nos estados de Minas Gerais e São Paulo, respectivamente. A vegetação predominante em sua maior parte se enquadra nas características de Mata Ciliar associada ao Cerrado, fica evidente a alteração causada pela agroindústria no entorno do reservatório (COSTA *et al.*, 1998; BIONDI, 2017).

Segundo a classificação de Koppen (KOTTEK et al. 2006), o clima na região de Volta Grande - MG é classificado como Aw. De acordo com os dados obtidos na Estação Meteorológica da CEMIG do município de Uberaba, a região possui duas estações bem definidas sendo uma chuvosa de outubro a março e uma seca de abril a setembro e os meses que apresentam maior seca são junho e julho, enquanto os meses que apresentam um maior volume de chuva são dezembro e janeiro.

A hidrelétrica entrou em operação em 1974, havendo supressão da vegetação para o alagamento e a construção da barragem. Há cerca de 30 anos, foi iniciado um programa de reflorestamento em faixas lineares no entorno das áreas inundadas, de modo que estas se caracterizam atualmente como fragmentos não contínuos de mata ciliar (MARTINS, 2014, MAFIA, 2015). As áreas reflorestadas possuem hoje idades que variam de 10 a 30 anos de reflorestamento.

A seguir é apresentada a localização das áreas amostradas (Figura 1), com as respectivas descrições na sequência.



Figura 1: Mapa da região do entorno do Reservatório de Volta Grande, com a localização das áreas amostrais (Nativa, Noboro, Santa Bárbara, Figueira e Delta). Coordenadas: - 20.0331804, -48.221977988438056.

Reserva da Estação de Volta Grande, aqui denominada Nativa:

Situada no município de Conceição das Alagoas, Minas Gerais. Há aproximadamente 30 anos esta área vem passando por um processo de restauração natural, é o único fragmento dentre as cinco áreas estudadas que é constituído por vegetação nativa remanescente (Cerrado). Com 400 metros de largura e 500 metros de comprimento, apresenta grande diversidade de estratos verticais, estrato arbóreo e um dossel bem definido com cerca de 25 a 30 metros de altura, com presença de sub-bosque arbustivo (Figura 2A).

Reserva da Estação de Volta Grande, aqui denominada Noboro:

Localizada no município de Água Comprida, Minas Gerais. O fragmento foi revegetado há cerca de 20 anos, tem aproximadamente 30m de largura e 900m de comprimento. Não

apresenta sub-bosque muito significativo, altura do dossel varia entre 20 e 26m, porém, ainda assim alguns arbustos podem ser localizados (Figura 2B).

Reserva da Estação de Volta Grande, aqui denominada Santa Bárbara:

Esta área está localizada no município de Miguelópolis, São Paulo. O fragmento de mata ciliar estudado, foi revegetado há cerca de 10 anos. Mede aproximadamente, 30m de largura e 1.100m de comprimento. Em seu interior há uma quantidade significativa de gramíneas e sub-bosque ausente. Tem estrato arbóreo composto por árvores de médio porte com altura máxima de 18m (Figura 2C).

Reserva da Estação de Volta Grande, aqui denominada Figueira:

Fragmento localizado no município de Igarapava, São Paulo. O fragmento foi revegetado em há cerca de 20 anos, mede aproximadamente 100m de largura e 1.800m de comprimento. O predomínio é de gramíneas e o sub-bosque é descontínuo. Estrato arbóreo formado por árvores de grande porte, com algumas ultrapassando 25m. Ranchos de pesca são encontrados às margens do rio, o que influencia na preservação e manutenção do reflorestamento (Figura 2D).

Reserva da Estação de Volta Grande, aqui denominada Delta:

Fragmento localizado no município de Igarapava, São Paulo. O fragmento foi revegetado há cerca de 10 anos, mede, entorno de 100m de largura e 900m de comprimento. O interior do fragmento é dominado por gramíneas e sub-bosque ausente. O estrato arbóreo é formado por árvores de grande porte com altura máxima atingindo 30m. Devido a existência de residências, ranchos de pesca e uma olaria no entorno do fragmento, apresenta considerável interferência antrópica, o que influencia na preservação e manutenção do reflorestamento. Se distancia apenas cerca de 3Km de Figueira (Figura 2E).

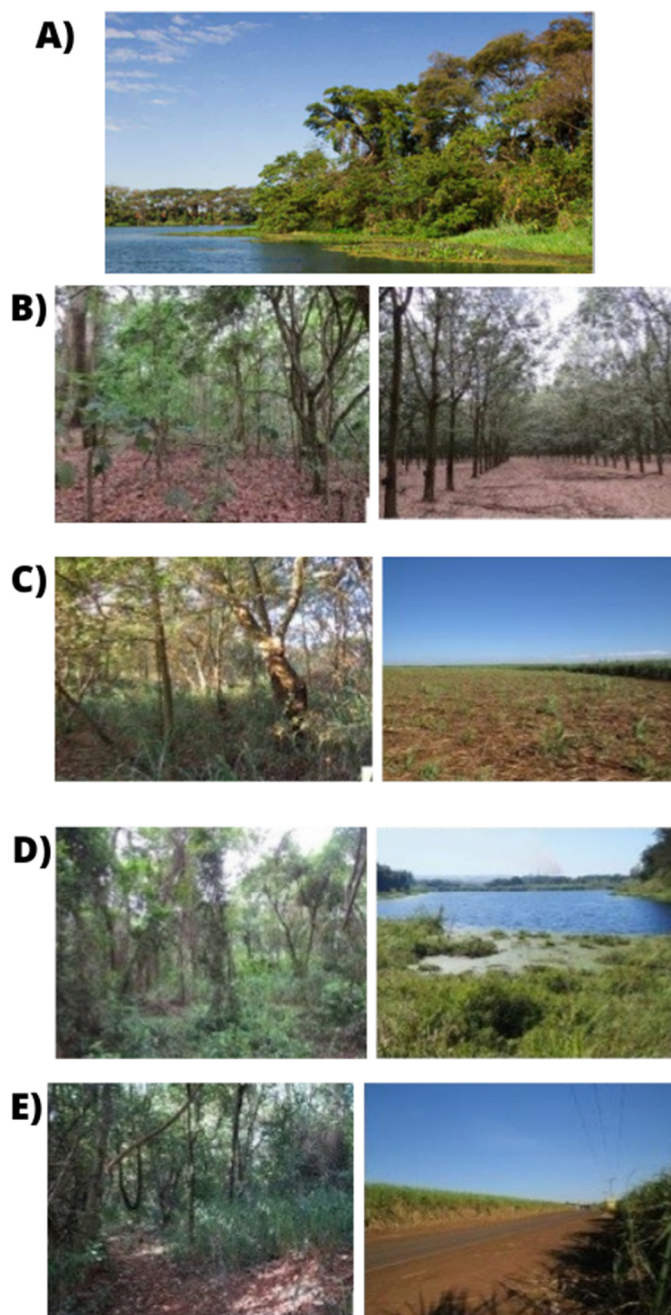


Figura 2. Imagens das áreas de estudo na região da UHE Volta Grande – MG/SP. A: Entornos da área Nativa; B: Entorno da área Noboro; C: Entornos da área Santa Bárbara; D: Entornos da área Figueira; E: Entornos da área Delta. Fonte: Modificado de Mafia 2015.

2.2. PARÂMETROS DA VEGETAÇÃO

Em cada área de estudo foram estabelecidos 12 plots de amostragem e em cada um deles foi estimada a cobertura do dossel (fotografias hemisféricas digitais registradas e analisadas através do Gap Light Analyzer v. 2.0 (FRAZER *et al.*, 1999). Também foi avaliada a estrutura da vegetação medindo todas as árvores com diâmetro à altura do peito- DAP (diameter at breast height- DBH) maior que 10cm e que fossem mais altas que 1,30 m, calculando a densidade absoluta (ind / m²) e a altura das árvores de acordo com Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

Para realização de análise do solo foram coletadas 3 amostras por área. Os procedimentos utilizados foram os descritos por EMBRAPA (1997), onde estas amostras foram secas ao ar, peneiradas e medidos o teor de permutável de K, Ca, Mg e P. A produção de serrapilheira foi analisada por meio de amostras coletadas com auxílio de 5 coletores de 5m×0,5m, suspensos a 1m do solo e distribuídos de forma aleatória em cada área, sendo que o conteúdo foi recolhido mensalmente, seco, separado e pesado. O conteúdo da serrapilheira foi separado e posteriormente categorizado entre folhas e outros (sementes, galhos, animais mortos). A taxa de decomposição da serrapilheira foi calculada de acordo com Olson (1963) e Bockheim *et al.*, (1991).

2.3. AMOSTRAGEM DOS COLEÓPTEROS

Para amostragem dos coleópteros foram instalados três transectos lineares de 50m cada na distantes 50m um do outro, na região central de cada fragmento. Ao longo de cada um dos transectos foram instaladas 10 armadilhas de queda contendo água e detergente (*pitfall*), um total de 30 *pitfalls* para cada fragmento (Figura 3). No total 150 *pitfalls* foram vistoriados mensalmente, entre março de 2013 a janeiro de 2014, com exceção de agosto e setembro.

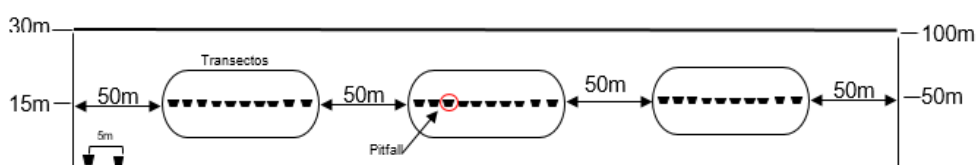


Figura 3: Esquema de como foi realizada a distribuição do desenho amostral. Três transectos dispostos nas regiões centrais das áreas, com 50m de distanciamento um do outro, cada transecto com 10 armadilhas do tipo *pitfall*.

Os Scarabaeidae foram separados e armazenados em álcool 70%, contados, classificados em morfoespécie. Ocorrida a identificação dos Scarabaeidae, estes foram colocados em potes de 5mL e 200mL (de acordo com a quantidade de indivíduos). Os potes foram mantidos destampados por cerca de três dias, para a completa evaporação do álcool em que estavam conservados. Em seguida, foram desidratados em estufa a 40° por 3 dias. O material devidamente seco foi pesado utilizando uma balança analítica. Foram consideradas apenas aquelas morfoespécies com no mínimo cinco exemplares em cada área. A classificação de tamanho dos besouros foi realizada seguindo a seguinte ordem: Pequeno: < 0,01g; Médio: > 0,01g < 0,1g; Grande: >0,1 g. As amostras foram depositadas na coleção de invertebrados do Laboratório de Biodiversidade da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi realizada uma análise exploratória para verificar a relação existente entre os parâmetros dos organismos (abundância, riqueza, biomassa de besouros) e as áreas de amostragem. Essas relações foram apresentadas em gráfico de barras e de dispersão. Também foi feito um teste de correlação no programa R a fim de selecionarmos os parâmetros mais relevantes neste estudo (RSTUDIO, 2016). Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi construída afim de mostrar as tendências existentes entre os parâmetros dos organismos e as áreas amostradas e também para os parâmetros da vegetação e as áreas amostradas.

Para avaliar a relação entre riqueza, abundancia e biomassa de coleópteros, com os parâmetros da vegetação foi utilizado um GLM com distribuição Quasipoisson para abundância e riqueza e Gaussian para Biomassa. Para avaliar a relação entre o tamanho do besouro e a estrutura vegetacional das áreas amostradas, foi utilizado um GLM com distribuição Quasipoisson.

Para avaliar a relação entre riqueza, abundancia e biomassa de coleópteros com idade e largura das áreas amostradas foi utilizado um GLM com distribuição Gaussian.

Para avaliar se a composição da comunidade variou entre as áreas estudadas, utilizou-se uma PERMANOVA e o resultado demonstrado em escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) (RSTUDIO, 2016).

3. RESULTADOS

Foram identificados 2690 indivíduos em um total de 27 morfoespécies. No que se refere aos parâmetros da comunidade de besouros os fragmentos Santa Bárbara e Noboro tendem a ter maior abundância (Figura 4 A), e a riqueza tende a ser maior em Noboro (Figura 4 B). A maior biomassa de besouros tende a ser apresentada em Nativa (Figura 4C). O fragmento Delta tende a apresentar os menores valores para abundância, riqueza e biomassa dentre as cinco áreas. Em relação aos parâmetros da vegetação Noboro apresenta um dossel mais aberto (Figura 5A), Nativa e Figueira apresentam árvores mais altas (Figura 5B) e Nativa e Santa Bárbara apresentam árvores mais altas e um dossel mais fechado (Figuras 5A e 5C).

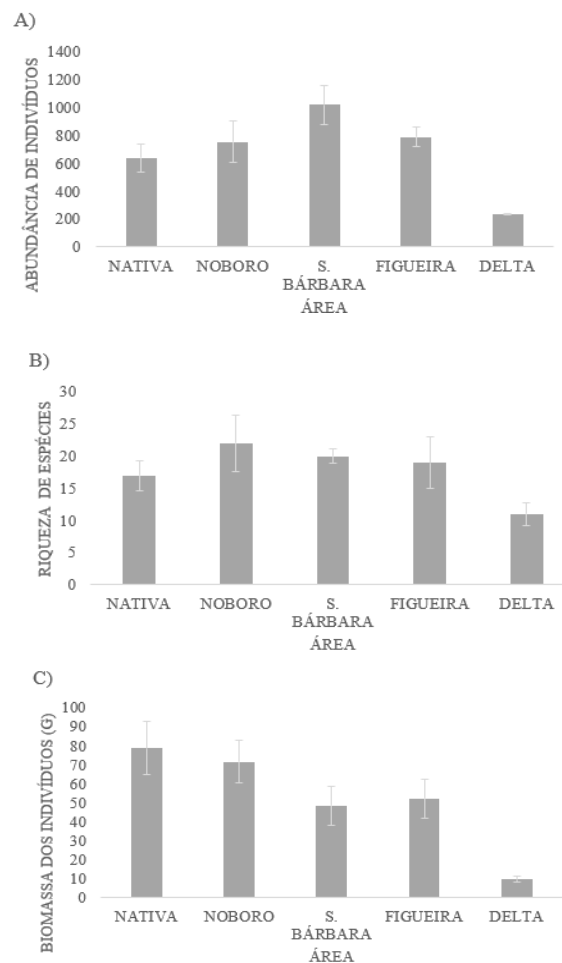


Figura 4. Box plots mostrando a relação entre os parâmetros das comunidades de besouro em cada área amostrada. A) Abundancia de besouros; B) Riqueza de besouros; C) Biomassa de besouros.

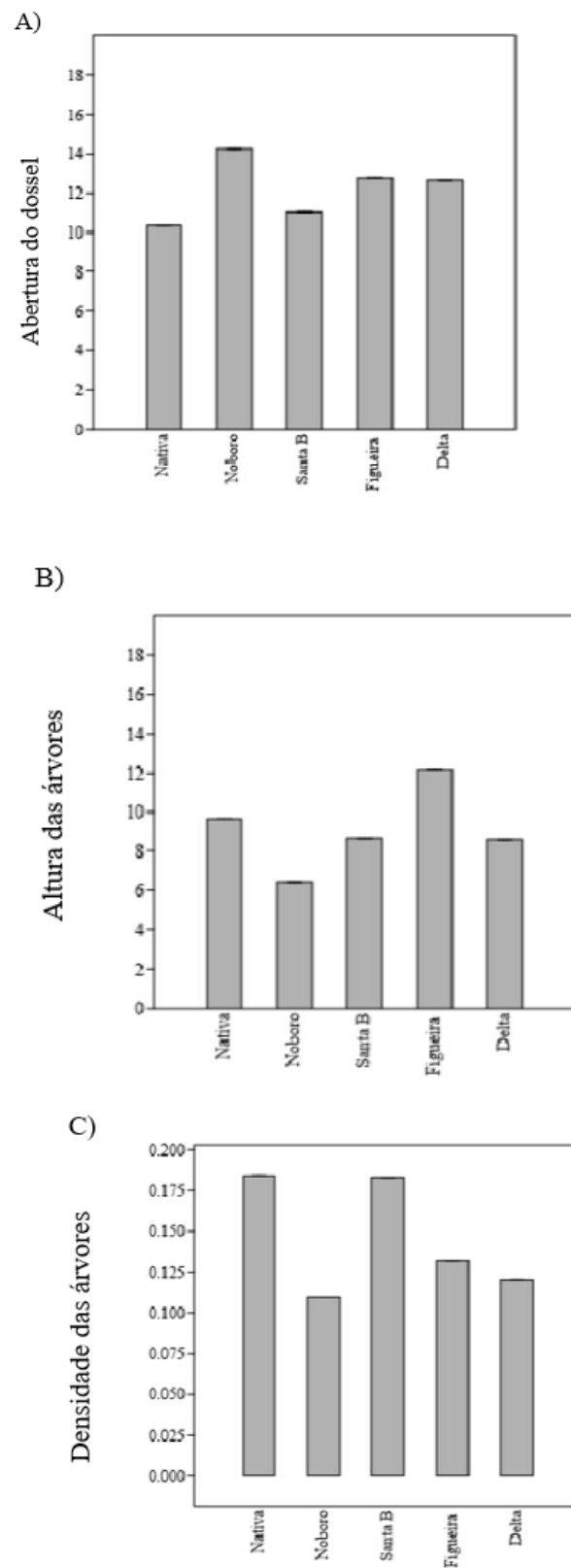


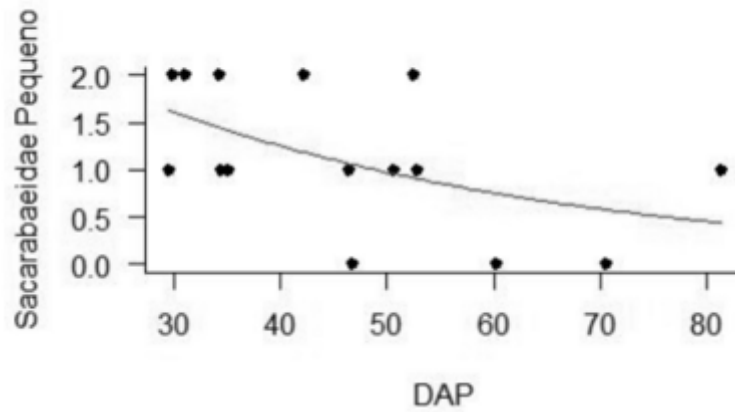
Figura 5. Box plots mostrando a relação entre os parâmetros da vegetação em cada área amostrada. A) Abertura do dossel; B) Altura das árvores; C) Densidade das árvores.

Verificamos uma relação significativa e inversamente proporcional de besouros de porte pequeno ($<0,01g$.) com o DAP ($F= 4.2373$ $Pr(>F) = 0.06017^*$), ou seja, à medida que se tem o aumento do DAP o número de besouros pequenos diminui (Figura 6A). Verificamos ainda uma relação significativa e inversamente proporcional entre besouros de porte médio e outros componentes da serapilheira (sementes, galhos e restos de animais) ($F= 4.8602$ $Pr(>F) = 0.04611^*$) ou seja, quanto maior a quantidade de outros componentes na serapilheira menor a quantidade de besouros de porte médio (Figura 6B).

Tabela 1 - Resultados das análises de Modelos Lineares Generalizados (GLM) e suas respectivas variáveis obtidas através de amostragens em áreas de mata ciliar do reservatório de Volta Grande, SP/MG, Brasil. Todas as análises seguiram a distribuição de erro da família Quasipoisson. Em negrito, os p-valores significativos.

Variável resposta	Variável explicativa	Famvli	DF	Deviance	p-Value
Pequeno	Altura das árvores	Quasipoisson	14	0.011111	0.8864
Pequeno	Diâmetro das árvores	Quasipoisson	14	0.049929	0.7615
Pequeno	DBH	Quasipoisson	14	19.184	0.06017*
Pequeno	Abertura do dossel	Quasipoisson	14	0.0078436	0.9047
Pequeno	Decomp. Serrap.44dias	Quasipoisson	14	0.43315	0.3768
Pequeno	Decomp. Serrap.71dias	Quasipoisson	14	0.24972	0.4988
Pequeno	Decomp. Serrap.228dias	Quasipoisson	14	0.07396	0.7168
Pequeno	Decomp. Serrap.374dias	Quasipoisson	14	0.07197	0.7132
Pequeno	Folhas (g)	Quasipoisson	14	1.278	0.1296
Pequeno	Outros (g)	Quasipoisson	14	0.27859	0.4619
Pequeno	Umidade do solo	Quasipoisson	14	1.145	0.1514
Pequeno	Compactação do solo	Quasipoisson	14	0.00080867	0.9693
Pequeno	Umidade (%rh)	Quasipoisson	14	0.5824	0.2968
Pequeno	Temperatura (°C)	Quasipoisson	14	0.41174	0.3873
Medio	Altura das árvores	Quasipoisson	14	0.00031258	0.9815
Medio	Diâmetro das árvores	Quasipoisson	14	0.26683	0.4957
Medio	DBH	Quasipoisson	14	0.00126	0.9629
Medio	Abertura do dossel	Quasipoisson	14	0.57838	0.308
Medio	Decomp. Serrap.44dias	Quasipoisson	14	0.65519	0.2671
Medio	Decomp. Serrap.71dias	Quasipoisson	14	0.004721	0.9281
Medio	Decomp. Serrap.228dias	Quasipoisson	14	0.70193	0.253
Medio	Decomp. Serrap.374dias	Quasipoisson	14	0.20613	0.5471
Medio	Folhas (g)	Quasipoisson	14	0.64089	0.2888
Medio	Outros (g)	Quasipoisson	14	19.789	0.04611 *
Medio	Umidade do solo	Quasipoisson	14	0.034044	0.808
Medio	Compactação do solo	Quasipoisson	14	0.0063388	0.9167
Medio	Umidade (%rh)	Quasipoisson	14	0.090152	0.6955
Medio	Temperatura (°C)	Quasipoisson	14	0.09182	0.6939
Grande	Altura das árvores	Quasipoisson	14	0.89249	0.4188
Grande	Diâmetro das árvores	Quasipoisson	14	26.882	0.1579
Grande	DBH	Quasipoisson	14	26.058	0.1612
Grande	Abertura do dossel	Quasipoisson	14	0.0074247	0.9417
Grande	Decomp. Serrap.44dias	Quasipoisson	14	0.31185	0.6356
Grande	Decomp. Serrap.71dias	Quasipoisson	14	29.208	0.1368
Grande	Decomp. Serrap.228dias	Quasipoisson	14	15.099	0.2973
Grande	Decomp. Serrap.374dias	Quasipoisson	14	0.11325	0.7733
Grande	Folhas (g)	Quasipoisson	14	0.3671	0.6091
Grande	Outros (g)	Quasipoisson	14	11.322	0.3561
Grande	Umidade do solo	Quasipoisson	14	0.017107	0.9117
Grande	Compactação do solo	Quasipoisson	14	0.0063388	0.9167
Grande	Umidade (%rh)	Quasipoisson	14	15.279	0.297
Grande	Temperatura (°C)	Quasipoisson	14	0.012394	0.9249

A)



B)

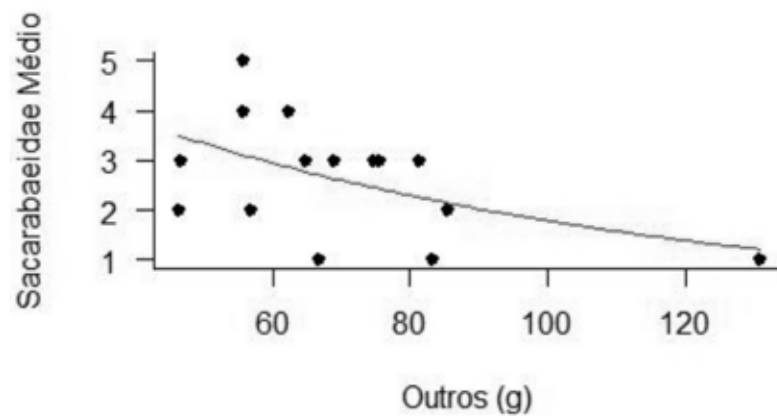


Figura 6: Influência da A) DAP em besouros de porte pequeno; B) DAP em besouros de porte médio. Amostrados em áreas de mata ciliar do reservatório de Volta Grande, SP/MG, Brasil.

Verificamos que nas áreas mais antigas, há maiores abundâncias ($F=8.7270$, $\text{Pr}(>F) = 0,01205^*$), riquezas ($F=4.6939$, $\text{Pr}(>F) = 0,05111$) e biomassas ($F=5.5017$, $\text{Pr}(>F) = 0,03701^*$) de besouros (Tabela 2 e Figura 7C).

Tabela 2 - Resultados das análises de Modelos Lineares Generalizados (GLM) e suas respectivas variáveis obtidas através de amostragens em áreas de mata ciliar do reservatório de Volta Grande, SP/MG, Brasil. Todas as análises seguiram a distribuição de erro da família Gaussian. Em negrito, os p-valores significativos.

Variável resposta	Variável explicativa	Famlyli	DF	Deviance	p-Value
Riqueza de besouros	Largura da área	Gaussian	14	166,22	0,34758
Riqueza de besouros	Idade da área	Gaussian	14	119,48	0,05111
Abundância de besouros	Largura da área	Gaussian	14	219654	0,66299
Abundância de besouros	Idade da área	Gaussian	14	127170	0,01205*
Biomassa de besouros	Largura da área	Gaussian	14	1845,2	0,23470
Biomassa de besouros	Idade da área	Gaussian	14	1265,1	0,03701*

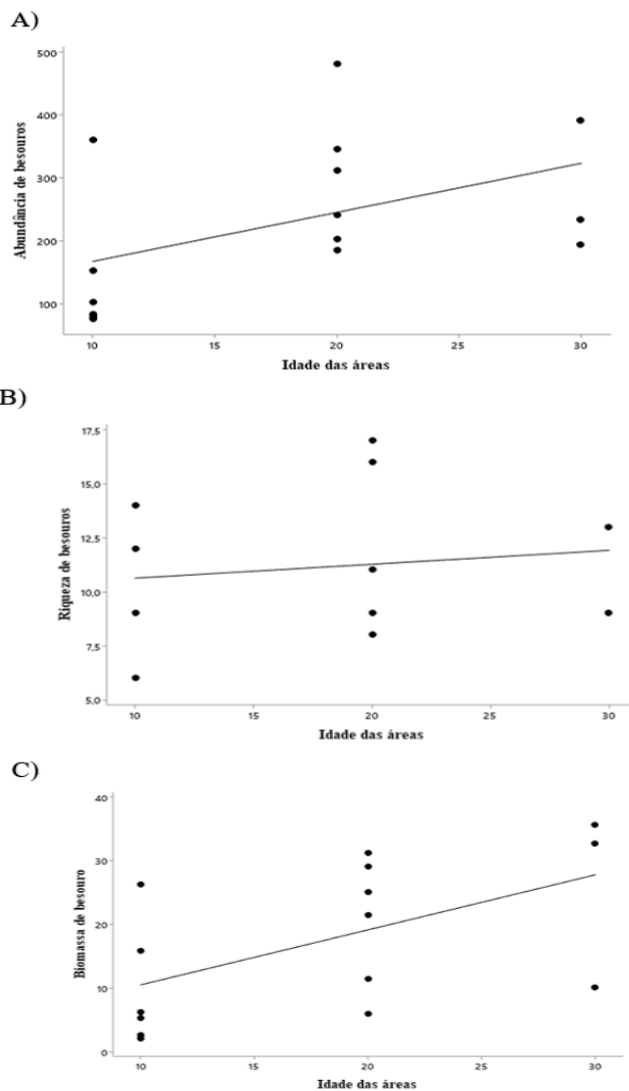


Figura 7: Relação entre idade das áreas e abundância de besouros (A), riqueza de besouros (B) e biomassa de besouros (C).

A composição de espécie variou entre as áreas de acordo com o teste PERMANOVA (F.model= 2.9643, $R^2= 1.00000$, P= 0.003). Na análise de agrupamento (NMDS) observou-se que as áreas Nativa e Noboro apresentam uma composição de espécies mais parecida, formando um grupo. Santa Bárbara, Figueira e Delta não se agruparam, mostrando que a composição dessas é distinta das demais (Figura 8).

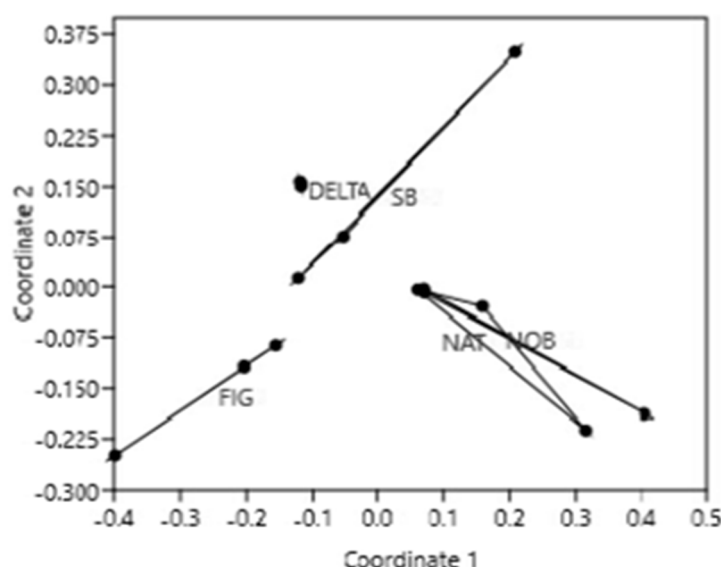


Figura 8: Análise de agrupamento da composição de espécie (Escalonamento multidimensional não-métrico -NMDS), com stress= 0,095. Nativa= NAT, Noboro=NOB, Santa Bárbara= SB, Figueira= FIG, Delta.

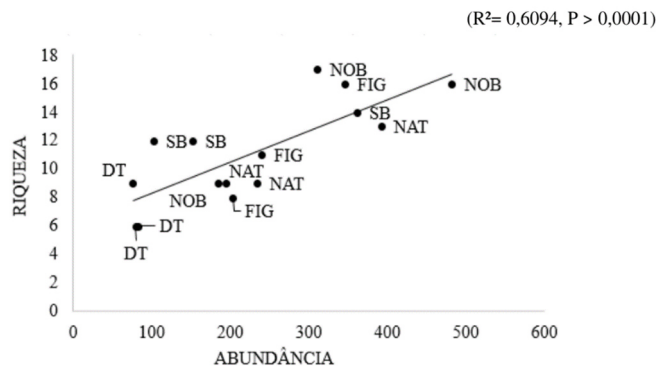
Não foram encontradas correlações significativas entre a maioria das variáveis testadas com os parâmetros das comunidades de besouros (Tabela 3), considerando um nível de aceitação de 70%. Dentre os parâmetros avaliados, pôde-se observar uma correlação positiva existente entre riqueza e abundância, cerca de 78%, ou seja, quanto maior a abundância, maior a riqueza.

Tabela 3: Tabela contendo as variáveis e suas respectivas correlações, em destaque correlações com nível de significância acima de 70%.

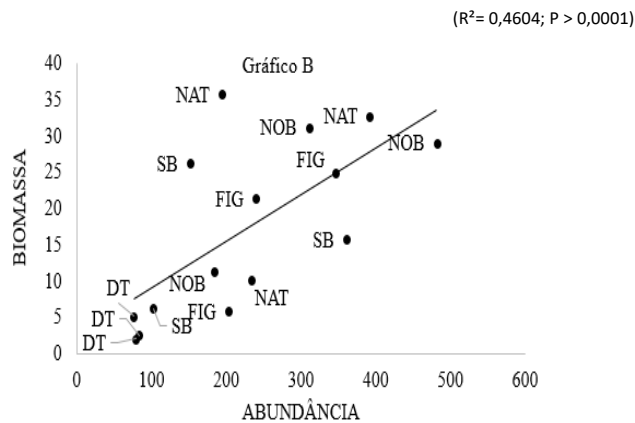
	Abundancia	Riqueza	Biomassa	Altura árvore	Densidade árvore	DAP	decomp.374dias	Umidadesolo	compactaçãosolo	aberturadossel	Umidade	Temperatura	Folhas
Riqueza	0,7806												
Biomassa	0,6770	0,6785											
Altura árvore	-0,0855	-0,1585	-0,1326										
Densidade árvore	0,2781	0,2035	0,3628	0,0421									
DAP	-0,3457	-0,2749	-0,5581	0,3262	-0,3385								
decomp.374dias	0,1519	0,1050	-0,0037	-0,3061	-0,2985	-0,1071							
Umidadesolo	-0,1080	0,2131	-0,0793	0,0450	-0,3506	0,4876	0,0511						
compactaçãosolo	-0,3695	-0,3301	-0,4744	0,1612	-0,0900	0,0220	-0,3713	0,1882					
aberturadossel	0,0580	0,2488	0,1368	-0,1418	-0,5550	0,2787	-0,0941	0,5027	-0,0617				
Umidade	0,0431	-0,0363	0,1345	0,0461	0,3466	-0,3792	0,2348	0,0239	-0,0559	-0,5432			
Temperatura	0,1198	0,1578	-0,1893	0,1295	0,0571	0,2643	-0,3064	-0,1061	0,3526	0,0825	-0,7181		
Folhas	0,0468	-0,2221	0,1518	-0,1116	0,1393	-0,2817	-0,3476	-0,6574	-0,0500	0,1659	-0,4500	0,2238	
Outros	0,1994	0,0951	0,0991	0,3338	-0,0541	0,1783	-0,4558	0,3508	0,2076	0,5752	-0,1210	0,0396	0,2484

A riqueza em espécies foi positivamente relacionada com a abundância ($R^2 = 0,6094$, $P > 0,0001$) (Figura 9A). Assim como a biomassa e a abundância que apresentaram uma relação positiva e significativa ($R^2 = 0,4604$; $P > 0,0001$) (Figura 9B) mas a riqueza não se relacionou com biomassa ($R^2 = 0,4604$, $P = 0,062$) (Figura 9C).

A)



B)



C)

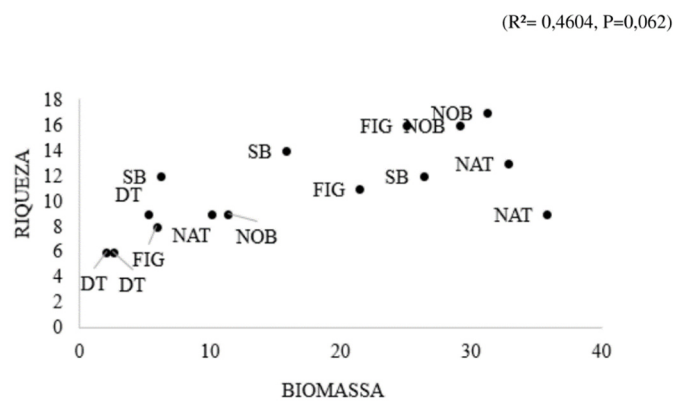


Figura 9: Relação de dispersão entre as áreas Nativa= NAT, Noboro= NOB, Santa Bárbara= SB, Figueira= FIG e Delta= DT. A) Riqueza e Abundância; B) Biomassa e Abundância; C) Riqueza e Biomassa.

A análise da PCA explicou 91% da variação na riqueza, abundância e biomassa de besouros nas cinco áreas de estudo, sendo 80% no eixo 1 e 11% no eixo 2. Formaram-se cinco grupos distintos, o grupo formado pela área Nativa teve uma relação positiva com o descritor biomassa de besouros, os grupos Figueira e Noboro tiveram uma relação positiva com os descritores riqueza e abundância de besouros, enquanto Delta e Santa Bárbara apresentaram uma relação negativa com o descritor biomassa de besouros (Figura 10).

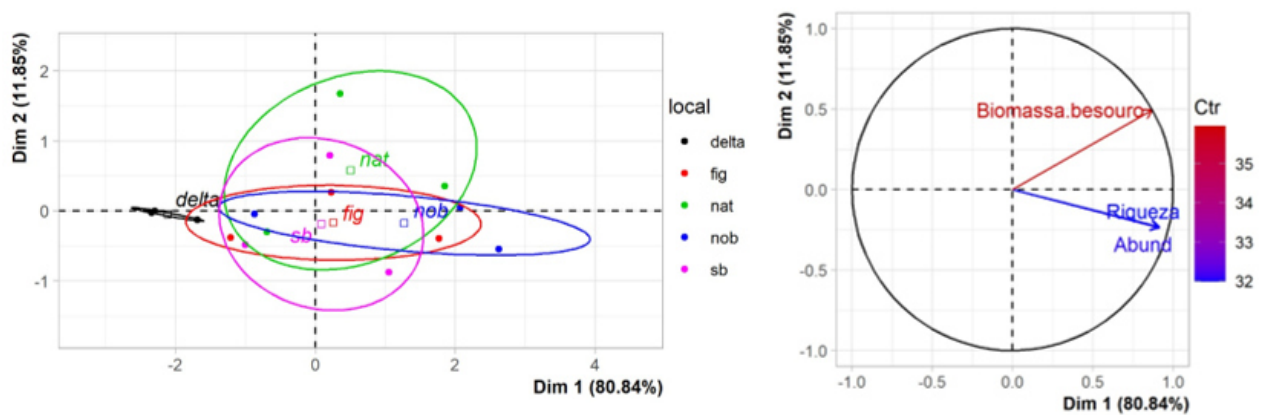


Figura 10: Análise de componente principal (PCA) para as áreas e variáveis dos Scarabaeidae (Abundância, riqueza e biomassa de besouros). Os eixos Dim 1= 80.84% e Dim 2= 11.85% fornecem uma indicação da importância relativa desses eixos na explicação da variação nos dados, um total de 92.69% da variância explicada.

A segunda PCA, explicou 76.3% da variação dos componentes que estruturam a vegetação, nas cinco áreas de estudo, sendo 44.95% explicado no eixo 1 e 31.35% explicado no eixo 2. A área Figueira apresentou uma relação positiva com o descritor altura da árvore e diâmetro e altura do peito (DBH), Noboro apresentou uma relação positiva com o descritor abertura do dossel e negativa com densidade das árvores, enquanto que em Nativa e Santa Bárbara apresentaram relações positivas com densidade das árvores e ambas apresentaram uma relação negativa com o descritor abertura do dossel (Figura 11).

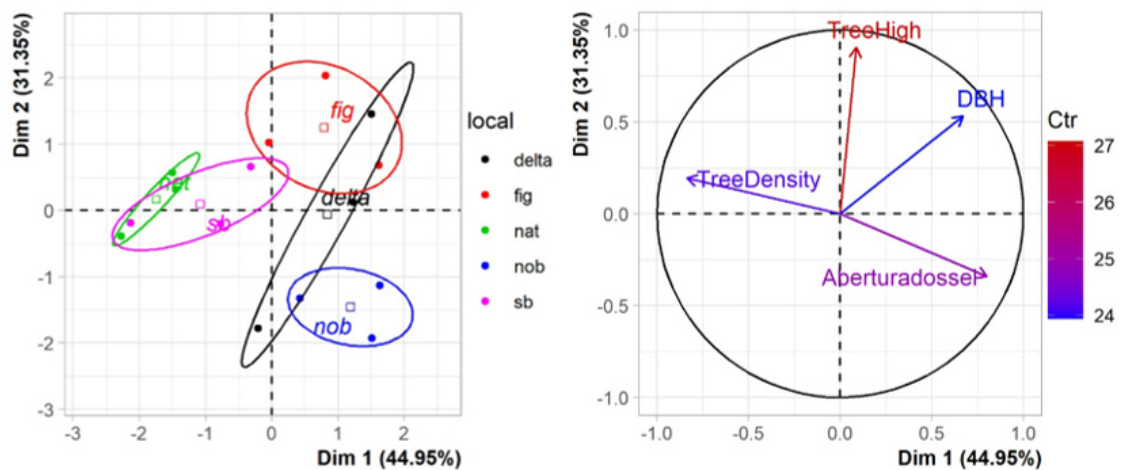


Figura 11: Análise de componente principal (PCA) para as áreas e variáveis dos Scarabaeidae (Abundância, riqueza e biomassa de besouros). Os eixos Dim 1= 44.95% e Dim 2= 31.35% fornecem uma indicação da importância relativa desses eixos na explicação da variação nos dados, um total de 76.3% da variância explicada.

4. DISCUSSÃO

Encontramos uma variação nos parâmetros das comunidades de coleópteros Scarabaeidae entre as áreas de estudo, conforme esperado. A área Noboro apresentou maior riqueza e abundância, Nativa maior biomassa e a área Delta apresentou os menores valores para esses parâmetros. Também verificamos que áreas restauradas há mais tempo apresentaram maiores valores de riqueza, abundância e biomassa de besouros, apresentando também maior similaridade em sua composição de espécies.

Conforme esperado, a predição de que áreas com vegetação mais bem estruturada possuem maior abundância e riqueza de besouros Scarabaeidae, foi corroborada. Isso era esperado pois uma maior estrutura vegetacional fornece uma maior disponibilidade de recursos e habitats para os coleópteros. As áreas Nativa, Figueira e Santa Bárbara apresentam vegetação com árvores mais altas e de maior densidade, sendo que Nativa e Santa Bárbara apresentam ainda um dossel mais fechado. Em um estudo desenvolvido por Viegas (2012) sobre a estrutura da assembleia de besouros scarabaeidae em floresta com diferentes situações de conservação, também encontrou resultado semelhante e segundo o autor a riqueza e abundância de Scarabaeidae foi afetada positivamente pelo acúmulo de serapilheira e foi maior nas áreas onde a cobertura de vegetação foi maior. Esse resultado, também encontrado em trabalhos anteriores, demonstrou uma correlação positiva entre a riqueza de espécies de rola-bostas e a cobertura arbórea em florestas (ANDRESEN, 2003; MARINONI & GANHO, 2006; NAVARRETE & HALFFTER, 2008). No que se refere ao dossel das árvores, Navarret e Halffter (2008), em estudo desenvolvido sobre os efeitos das mudanças antropogênicas na diversidade de escarabeídeos em florestas contínuas, fragmentos florestais e pastagens de gado no México observaram uma relação direta entre a extensão da floresta e a riqueza de rola-bostas, de modo que a cobertura do dossel é considerada uma das variáveis mais importantes na determinação da riqueza da comunidade e composição de espécies.

A diferença encontrada entre a abundância, riqueza e biomassa entre as áreas pode estar relacionada com tempo desde o plantio e a composição de espécies de árvores plantadas em cada área, sendo Noboro e Santa Bárbara as áreas mais antigas (1994 e 1999, cerca de 20) em relação a Delta área mais jovem, (2005 cerca de 10 anos). A maior abundância e riqueza de indivíduos certamente é devido a heterogeneidade estrutural do habitat (ROMERO-ALCARAZ & ÁVILA 2000), isso porque matas ciliares possuem uma maior disponibilidade de alimento, micro-habitat e microclima, o que explicaria uma maior abundância e riqueza de *Scarabaeidae* nas áreas revegetadas a mais tempo que em áreas revegetadas a menos tempo.

Em relação a estrutura vegetacional é esperado que se observe uma maior abertura de dossel em áreas com árvores de maior diâmetro, essa associação de abertura de dossel e diâmetro é um fator determinante na formação da comunidade dos rola-bostas, podendo gerar efeitos negativos (HALFFTER & ARELLANO, 2002; NICHOLS *et al.*, 2013), nesse caso o efeito observado foi a diminuição da biomassa de besouros a medida aumenta o DAP, isso pode ser causado devido a uma redução de recursos ou abrangência de mais predadores por tornar o espaço mais aberto. A compactação do solo também é um importante fator, observando que a biomassa de besouros apresentou alterações relacionadas a compactação do solo, isso pode estar relacionado ao fato de que essa compactação pode dificultar a escavação de túneis para a translocação de recursos e reprodução (SILVA *et al.*, 2015).

Ainda conforme esperado, a predição de que a composição de besouros *Scarabaeidae* seria diferente de acordo com a estrutura da vegetação. , também foi corroborada. Neste estudo, observou-se que a idade e largura dos fragmentos restaurados afetam a composição de espécies, Nativa e Noboro que apresentaram composição de espécie similar são áreas mais antigas e nativa tem maior largura, já Noboro possui área de seringal compondo sua matriz, características que podem ter influenciado na composição de espécies dessas áreas. Áreas mais antigas tendem a ter árvores mais altas, copas mais fechadas e cobertura vegetal mais ampla, e

áreas mais amplas tendem a ter árvores maiores, DAPs maiores e copas mais abertas. Ao remover a vegetação nativa e substituí-la por pastagens, os habitats sofrem mudanças drásticas, levando a mudanças no microclima (KLEIN, 1989). Este fator tem impacto na composição da biodiversidade dos rola-bostas, influenciando na escolha do habitat ideal (SILVA *et al.*, 2010).

Em seu estudo sobre a estrutura e organização de assembleias de escarabeídeos em diferentes fitofisionomias Lima *et.al* (2015) viram que a composição de espécies difere entre regiões de diferentes estruturas vegetais, o que pode ocorrer devido a mudanças na distribuição das espécies ou devido à disponibilidade de recursos alimentares preferenciais. Em estudo com estruturação vegetacional de mata ciliar e sua relação com coleópteros, Rodriguez (2016) observou a formação de dois grandes grupos em composição de escarabeídeos, um formado pelos ambientes mais conservados e outro pelas áreas mais antropizadas, ou menos conservadas, constatando que áreas com estrutura vegetacional mais complexas, com mais de um estrato arbóreo, tendem a ter maior similaridade entre si, o que se deve principalmente ao fato de que ambas áreas compartilham quase todas as espécies.

Neste estudo a ausência de padrão no agrupamento em Figueira e Santa Bárbara na NMDS mostra que essas áreas são distintas, os pontos de Delta se sobrepuseram o que mostra a semelhança entre os pontos, essa área é a mais simplificada tendo passado por diversas intervenções antrópicas. Já os pontos de Nativa e Noboro apresentaram agrupamentos, o que indica que estes pontos são semelhantes, essas áreas são as menos fragmentadas, Noboro está próximo a uma área nativa o que pode explicar a semelhança entre elas.

Ao contrário do esperado, a hipótese de que áreas em melhor estágio de recuperação, mais preservadas apresentariam besouros classificados como grandes, não foi corroborada. Algumas variáveis estruturais da vegetação se relacionaram positivamente e ao mesmo tempo se mostraram inversamente proporcionais com os parâmetros das comunidades. Observamos

por exemplo que quanto maior o DAP menor será o tamanho dos besouros, a relação entre besouros de porte médio também foi significativa e inversamente proporcional com outros componentes encontrados no solo, quanto maior a quantidade de outros componentes no solo (restos, animais, alimentos, galhos, etc.) menor a quantidade de besouros de porte grande ali presentes. A diminuição de Scarabaeideos médios observada quando se tem aumento de outros componentes no solo e serrapilheira pode ser devido à dificuldade que estes encontram ao se locomover nesses locais, facilitando a perda de recursos e fuga de predadores, a estrutura da serrapilheira é um importante fator quando se trata de barreiras de impedimento à translocação dos besouros e seus recursos (NICHOLS *et al.*, 2013).

Apesar de apresentar distintos meios de vida, em geral os besouros da família Scarabaeidae apresentam alta sensibilidade as mudanças estruturais e simplificação dos habitats (HALFFTER & ARELLANO 2002; LOUZADA, 2008) sendo considerados bons indicadores e de grande importância como prestadores de serviços ecossistêmicos (NICHOLS *et al.*, 2008).

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho corrobora o uso de besouros Scarabaeidae para avaliação do grau de recuperação de áreas simplificadas. Os valores de riqueza e abundância encontrados nos fragmentos mais antigos se assemelham ao reportado na literatura para áreas em processo intermediário de sucessão, confirmando que estes indivíduos podem ser utilizados como indicadores do sucesso da restauração ecológica.

Os padrões de riqueza, abundância e biomassa apresentados por Delta revela que as morfoespécies encontradas nessa área se mostraram tolerantes às condições ambientais adversas. Essas tendências puderam ser examinadas ainda que em nível taxonômico de família.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.S.P.; Louzada, J.N.C. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleóptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology**, 38: 32-43, 2009.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**. 26: 87-97, 2003.
- BANKS-LEITE, C.*et al.*, Edgeeffects as the principal causeof areaeffects on birdsin fragmented secondaryforest. **Oikos**, v. 119, p. 918–926, 2010.
- BARETTA, D.; Santos, J. P. C.; Segat, J. C.; Geremia, E. V.; Oliveirafilho, L. C. L.; Alves, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: Klaubergfilho, O.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. **Tópicos em Ciências do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 141-192, 2011.
- BIONDI, Stella Ferreira. Macroinvertebrados de solo amostrados em pitfall: qual a relação com a restauração de matas ciliares? **Dissertação** (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 58 f, 2017.
- BROWN JR., K. S. Insetos Indicadores da História, Composição, Diversidade e Integridade de Matas Ciliares Tropicais. In: Rodrigues, R. R.; Filho, H. F. L. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Edusp, p. 223–232, 2001.
- BULLOCK, J. M. *et al.*, . Restoration of ecosystem service and biodiversity: conflicts and opportunities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, p. 541–549, 2011.

CARVALHO, K. S.; Vasconcelos, H. L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**, Boston, v. 91, p. 151-157, 1999.

CORREIA, M.E.F. & Oliveira, L.C.M. Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. **Seropédica, Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia**, (Documento, 112), 46p, 2000.

COSTA, R. *et al.*, . Biodiversidade em Minas Gerais (um Atlas para sua conservação). **Belo Horizonte**: [s.n.] 1998.

DA SILVA, T. C. *et al.*, . Local representations of change and conservation of the riparian forests along the São Francisco River (Northeast Brazil). **Forest Policy and Economics**, v. 45, p. 1–12, 2014.

DORAN, J. W.; Zeiss, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, p. 3-11, 2000.

DURÃES, R.; Martins, W.P.; Vaz-De-Mello, F.Z. Ecology, behavior and bionomics dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, 34: 1-11, 2005.

EMBRAPA, C. N. De P. De S. Da. Manual de Métodos de Análise de Solo. **Rio de Janeiro**: [s.n.]1997.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 2003, p. 487–515, 2003.

FRAZER, G. W.; Canham, C. D.; Lertzman, K. P. Gap light analyzer (GLA), version 2.0: **imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation**, 1999.

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

HALFFTEN, G. & ARELLANO, L. Response of Beetle Diversity to Uman-Induced in a Tropical Landscape. **Biotropica**. 34: 144-154, 2002.

IBÁÑEZ, E.V. Bioindicadores de calidad de suelo basados en las oblaciones de macrofauna y su relación con características funcionales del suelo. 186p. **Tesis (Doctorado en Ciencias Agropecuarias)** - Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira, 2004.

KLEIN, B. C. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. **Ecology**. 70 (6): 1715-1725, 1989.

KOTTEK, M. *et al.*, . World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

LASSAU, Scott A.; Hochuli, Dieter F. Effects of habitat complexity on ant assemblages. **School of Biological Sciences**, The Univ. of Sydney, Australia, 18 p, 2004.

LAVELLE, P. *et al.*, . Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Biology**, New Jersey, v.42, p. S3-S15, 2006.

LAVELLE, P.; Spain, A. V. Soil Ecology. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2001.

LAWRENCE, J. F.; Britton, E. B. Coleoptera (beetles). In: C.S.I.R.O. Division of Entomology. **The insects of Australia**: a text book for students and research workers. 2. ed. Carlton: Melbourn University Press, p. 543-683, 1994.

LIMA, Jonas Darci Noronha de *et al.*, . Estrutura e organização de assembleias de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) em diferentes fitofisionomias no sul do Brasil. Iheringia. **Série Zoologia**. v. 105, n. 4, pp. 393-402, 2015.

LOUZADA, J. *et al.*, . Community structure of dung beetles in Amazonian savannas: role of fire disturbance, vegetation and landscape structure. **Landscape ecology**, 25: 631-641, 2010.

LOUZADA, J.N.C. Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) detritivos em ecossistemas tropicais: diversidade e serviços ambientais. In: Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. & Brussaard, L. **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p.299-322, 2008.

MAFIA PO. Avifauna em Fragmentos de Mata Ciliar e Áreas Adjacentes no Baixo Rio Grande, Sudeste do Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2015.

MARINONI, R. C. & Ganho, N. G. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia**. 50 (1): 64-71, 2006.

MARTINS JPV. Colonização por Anfíbios Anuros em Áreas Reflorestadas do Entorno da Represa de Volta Grande, no Rio Grande. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia). Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2014.

MELO, F. V. *et al.*, . A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, p. 38-43, jan/abr., 2009.

MOÇO, M. K. S. *et al.*, . Caracterização da Fauna Edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 555-564, 2005.

MUELLER-DOMBOIS; Ellenberg, D. & H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: Wiley, 1974.

NAVARRETE, D. & Halffter, G. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. **Biodiversity and Conservation**. 2008.

NICHOLS, E. *et al.*, . Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**. 2008.

NICHOLS E, Uriarte M, Bunker DE, Favila ME *et al.*, . Trait-dependent response of dung beetle populations to tropical forest conversion at local and regional scales. **Ecology** 94: 180-189, 2013.

OLSON, J. S. Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322–331, 1963.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 1-18, 1999.

PURVIS, A.; HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. **Nature**, London, v.405, p.212-219, 2000.

PUSEY, B. J.; ARTHINGTON, A. H. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. **Mar. Freshwater Res.**, v. 54, n. 1, p. 1–16, 2003.

ROCHA, J.R.M.; ALMEIDA, R.J.; LINS, A.G.; DORVAL, A. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. **Holos environment**, Rio Claro, v. 10, n.2, p. 250-262, 2016.

RODRIGUEZ, C. A. S. Estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade, abundância e similaridade de coleópteros bioindicadores em diferentes sistemas vegetacionais, Piracicaba, SP. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 125f, 2016.

RSTUDIO, T. **RStudio: Integrated Development for R**Boston, **MARStudio**, Inc., 2016.

SANTOS-FILHO, M.; PERES, C.A.; SILVA, D.J.; SANAIOTTI, T.M. Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, 21:1127-1147, 2012.

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. **Environmental Entomology**. 39 (2): 359-367, 2010.

SILVA RJ, Ribeiro HV, Souza MF, Vaz-de-Mello FZ. Influência da 225 granulometria do solo na estrutura de guildas funcionais de besouros rola-bostas 226 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em florestas semidecíduais no estado do Mato 227 Grosso, Brasil. **Bioscience Journal** 31: 601-612, 2015.

SOUZA, Mayk Henrique *et al.*, . Macrofauna do solo. **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.

SOWIG, P. Habitat selection and offspring survival rate in three paracoprid dung beetles: the influence of soil type and soil moisture. **Ecography**, 18: 147-154, 1995.

VAN STRAANLEN, N. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.24, p.1673-1675, 1992.

VASCONCELLOS, R. L. F. *et al.*, . Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. **European Journal of Soil Biology**, v. 58, p. 105–112, 2013.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: **Martín-Piera, F.; Morrone, J. J. & Melic, A. eds. Hacia un Proyecto Cyted para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza, PrIBES-SEA, p. 183-195, 2000.

VIEGAS, Gustavo. Estrutura da assembleia de besouros scarabaeinae (coleoptera: scarabaeidae) em floresta ripária com diferentes situações de conservação na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, no Sul do Brasil; 92 f. **Dissertação** (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Vale do Rio dos Sinos, 2012.

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