



WESLEY XAVIER BARBOSA

**ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS DO SOLO EM ÁREA
DE MATA E CULTIVO DO CAFEEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

**INCONFIDENTES-MG
2016**

WESLEY XAVIER BARBOSA

**ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS DO SOLO EM ÁREA
DE MATA E CULTIVO DO CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, como pré-requisito de conclusão do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. DSc. Jamil de Moraes Pereira

**INCONFIDENTES-MG
2016**

WESLEY XAVIER BARBOSA

**ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS DO SOLO EM ÁREA
DE MATA E CULTIVO DO CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Data de aprovação: _____ de _____ de 2016.

**Orientador: Prof. DSc. Jamil de Moraes Pereira
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Membro 1: Prof. DSc. Luiz Carlos Dias da Rocha
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Membro 2: Prof. DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

*Aos meus pais Paulo (**in memoriam**) e Cleusa,
a minha irmã Michelle e aos meus sobrinhos
Matheus e Isabelle: meus amores. Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que permitiu tudo isso acontecer, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas reconheço que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer, criador da vida, que por sinal é complexa e linda, onde cada Ser carrega uma impressionante perfeição e funcionalidade.

Ao meu orientador Prof. Jamil de Moraes Pereira, minha gratidão, pois além de me apresentar a encantadora microbiologia do solo, me orientou e incentivou durante o processo de realização deste trabalho e, principalmente, pela amizade e compreensão. Sempre serei grato.

Ao MSc. Mateus Tonelli - Esalq-Usp, Piracicaba-SP, pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos professores Lilian Vilela Andrade Pinto e Luiz Carlos Dias da Rocha pela consideração e por terem aceitado o convite para serem membros na banca avaliadora.

Ao IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, por ceder os laboratórios, equipamentos e transporte para realização desse trabalho.

Agradeço a minha mãe Cleusa, pelo apoio nessa etapa de minha vida, que diante de todas as dificuldades esteve ao meu lado e me fortaleceu. Sem ela nada disso seria possível.

Ao meu pai que não está mais conosco em corpo físico, mas que estará sempre presente em minha vida, pois foi um verdadeiro mestre, deixando alguns dos maiores legados que um ser pode carregar consigo durante a vida: caráter, humildade, perseverança, respeito e amor ao próximo.

Agradeço aos professores pelo apoio e aprendizado que contribuíram para minha formação profissional.

A minha irmã Michelle e os sobrinhos Matheus e Isabelle, que nos momentos de minha ausência, sempre me fizeram entender que o futuro é construído a partir da constante dedicação no presente!

Meus agradecimentos aos amigos Adolfo Moraes, Eron Braz, Gabriel Balbi, Guilherme Andrade, Jacqueline Pereira, Josué Ferreira, Julio Lobo, Lucas Prates, Patrick Marques, Raimundo Alves, Rubén Pereira e William Simões pelo apoio e contribuição em minha formação acadêmica e que vão continuar presentes em minha vida.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, obrigado.

Epígrafe

"A primeira vez que interpretei Chapolin Colorado tinha 41 anos, e depois com Chaves tinha 42. Nunca é tarde para começar. E quero dizer isso especialmente para as pessoas que dizem que não têm oportunidades. Oportunidades sempre existem"

Roberto Gómez Bolaños.

RESUMO

O solo dos ecossistemas florestais tropicais é pobre em fertilidade o que destaca a matéria orgânica como principal fonte de nutrientes para as plantas e alimento para os demais organismos que vivem no ambiente solo/serapilheira. Dentre os organismos do solo, os invertebrados pertencem a fauna e prestam importantes serviços ambientais, favorecendo o desenvolvimento de processos tais como a decomposição da matéria orgânica do solo. Por outro lado, os invertebrados têm forte dependência da manutenção da cobertura vegetal natural do solo, como acontece com as áreas de matas conservadas, porque servem como habitat e fonte de alimento para os grupos da fauna. A retirada da cobertura vegetal natural para a introdução de cultivos agrícolas altera tanto o habitat quanto a oferta de alimento, com prejuízo para a maioria dos grupos da fauna do solo. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a abundância de grupos de invertebrados de solo em área de mata natural e cultivo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. O trabalho foi realizado no município de Inconfidentes-MG, região do sul de Minas Gerais. Foram selecionadas uma área de mata nativa (MN) e outra sob cultivo do cafeeiro (CC). A coleta de invertebrados de solo foi realizada pela metodologia recomendada pelo Programa “Tropical Soil Biology And Fertility” (TSBF). Em cada área Foram coletados 10 monólitos de solo (25x25cm) e 20 cm de profundidade, espaçados de 20 metros entre si. Nos mesmos pontos de amostragem da fauna, o solo foi coletado para determinação de seus atributos químicos. Os invertebrados foram triados manualmente e identificados de acordo com suas características morfológicas. A maior densidade de grupos foi encontrada em CC, influenciada pelos grupos Formicidae e Isoptera, embora a maior riqueza esteja em MN. Houve abundância diferenciada de grupos nas áreas de estudo, predominando os grupos Araneae, Chilopoda, Diplopoda e Isopoda na área de mata, indicando forte relação destes com o ambiente mais conservado.

Palavras-chave: Fauna do solo; TSBF; Biologia do solo; qualidade do solo.

ABSTRACT

The soil of tropical forest ecosystems is low in fertility which highlights the organic matter as the main source of plant nutrients and food for other organisms living in the soil environment/litter. Among the soil organisms, invertebrates belong to wildlife and provide important ecosystem services that enable development processes such as the decomposition of soil organic matter. On the other hand, the invertebrates have strong dependence on the maintenance of natural vegetation cover soil, as with areas of preserved forests, because they serve as habitat and food source for wildlife groups. The removal of the natural vegetation cover for the introduction of crops alters both habitat as the food supply, leading to reduced most soil fauna groups. Therefore, this study aimed to evaluate the abundance of soil invertebrate groups in natural forest area and coffee cultivation in the south of Minas Gerais. The work was carried out in the municipality of Inconfidentes-MG, the southern region of Minas Gerais. An area of native forest were selected (NF) and another under coffee crop (CC). The collection of soil invertebrates was conducted by the methodology recommended by the Program "Tropical Soil Biology And Fertility" (TSBF). In each area 10 monoliths were collected soil (25x25cm) and 20 cm deep, spaced 20 meters apart. The same sampling points in the fauna, the soil was collected for determination of its chemical attributes. Invertebrates were sorted manually and identified according to their morphological characteristics. The highest density of the groups was found in CC influenced by the Formicidae and Isoptera groups, although the NF is in richness. There was plenty of different groups in the study areas, predominantly the Araneae groups, Chilopoda, Diplopoda and Isopoda in the forest area, indicating strong relationship with these the best preserved environment.

Keywords: Soil fauna; TSBF; Soil Biology; soil quality.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. FLORESTA ATLÂNTICA	3
2.2. MACROFAUNA DO SOLO	4
2.3. FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE	8
3.2. AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO.....	10
3.3. DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	12
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO	13
4.2. MÉTODO TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY - TSBF.....	14
4.2.1. Densidade Total.....	14
5. CONCLUSÃO.....	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Remanescentes florestais da Mata Atlântica	4
Figura 2 - Classificação da Fauna do solo por tamanho.....	5
Figura 3 - Grupos taxonômicos da macrofauna invertebrada de solo; A - Chilopoda (lacraria); B - Araneae (aranha); C- Larva de Coleoptera; D- Oligochaeta (minhoca); E- Formicidae (formiga); F- Coleoptera (besouro);	6
Figura 4 - Indicação da área de estudo. Fonte: Google Earth (2015).....	8
Figura 5 - Vista parcial da área de Mata nativa (MN), Inconfidentes-MG, Brasil, 2015.....	9
Figura 6 - Vista parcial da área sob cultivo do cafeeiro (CA), Inconfidentes-MG, Brasil.....	10
Figura 7 - Esquema ilustrativo da retirada de monólito de solo pelo método TSBF. A - Marcador de ferro; B - Corte do solo com talhadeira (0-20 cm); C - Trincheira; D - Monólito de solo; E - Saco de polietileno; F – Respirador;	11
Figura 8 - Esquema ilustrativo da triagem manual de monólito e serrapilheira para identificação da fauna do solo pelo método TSBF. A - Materiais utilizados na execução da triagem; B – Realização da triagem manual; C - Indivíduo pertencente a macrofauna do solo preso em uma pinça; D - Chilopoda em álcool 75%; E – Identificação dos frascos com amostra; F – Indivíduos em Placa de Petri para identificação.....	12
Figura 9 - Densidade média de indivíduos (m ²) da fauna edáfica amostradas pela metodologia TSBF, nas áreas de mata nativa (MN) e cultivo do cafeeiro (CC), Inconfidentes-MG, Brasil, Agosto de 2015	14
Figura 10 - Densidade média de invertebrados (indivíduos m ²) de solo, nas áreas de mata (MN) e sob cultivo do cafeeiro (CA), Inconfidentes-MG, Brasil..	16
Figura 11 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com a metodologia TSBF, nas áreas com mata nativa (MN) e cultivo do cafeeiro (CC), (n= 10). Aran= Araneae; Chil= Chilopoda; Coleo= Coleoptera; Diplo= Diplopoda; Form= Formicidae; Isopt= Isoptera; Olig= Oligochaeta	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média das características químicas e umidade do solo, valores médios na profundidade de 0-20 cm, em MN e CC, Inconfidentes-MG, Brasil 13

Tabela 2 - Densidade média de (indivíduos por metro quadrado), \pm erro padrão, dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, na área de mata Nativa (MN) e sob cultivo do cafeeiro (CC). 16

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Casulo de minhoca (Oligochaeta) na área de estudo	22
Anexo 2 – Besouro (coleoptera).....	22
Anexo 3 – Esperança (orthoptera).....	23
Anexo 4 – Gafanhoto (orthoptera).	23
Anexo 5 – Aranha de prata (Araneae).....	24
Anexo 6 – Indivíduos na placa de Petri no ato da identificação	24
Anexo 7 – Lagarta das palmeiras (larva de Lepidoptera)	25
Anexo 8 – Larva arame	26
Anexo 9 – Larvas	26

1. INTRODUÇÃO

Normalmente os solos florestais são pobres em nutrientes, porém, são os mais ricos em diversidade de organismos os quais prestam diferentes serviços ambientais, tais como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Dentre esses organismos se encontram os diferentes grupos de invertebrados de solo que usam o ambiente solo/serapilheira como habitat e fonte de alimento para seu desenvolvimento (BROWN et al., 2009; BARETTA et al., 2011). Nesse sentido, a manutenção da cobertura vegetal natural do solo tem estreita relação com a diversidade de grupos da fauna solo e a substituição da floresta para a introdução de culturas agrícolas, como é o caso do cultivo do cafeeiro, pode influenciar negativamente essa diversidade.

Nos trópicos, os solos florestais são bastante intemperizados o que torna a matéria orgânica uma importante fonte de nutrientes para os organismos edáficos e plantas. A decomposição dos resíduos orgânicos no solo é realizada pela comunidade de micro-organismos influenciados por fatores abióticos e pela diversidade e abundância de grupos de invertebrados do solo. Nesse sentido, os grupos da fauna do solo exercem certa regulação no processo de decomposição da matéria orgânica porque podem estimular a microbiota do solo, especialmente por atuarem de forma detritívora, geófaga, predadora e onívora (LAVELLE & SPAIN, 2001; BARETTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015). A dinâmica dos grupos da fauna no processo de decomposição parece ocorrer em fases e de modo sucessivo, dependendo do ambiente e qualidade do material a ser decomposto (SCHOEREDER et al., 1990).

A macrofauna edáfica é constituída por diferentes grupos de organismos que se diferenciam, especialmente em tamanho, embora também apresentem diferenças em sua capacidade metabólica, atividade e mobilidade (PASINI & BENITO, 2004; MERLIN, 2005). Alguns grupos, tais como: Oligochaeta (minhocas), Hymenoptera: formicidae (formigas),

Isoptera (cupins), Coleoptera (besouros), Chilopoda (centopeias), Diplopoda (piolho de cobra) e outros com diâmetro do corpo entre 2mm e 20mm fazem parte da macrofauna (AQUINO, 2004; PASINI & BENITO, 2004; SILVA et al., 2006).

Os grupos Oligochaeta, Isoptera e Hymenoptera: formicidae são conhecidos como “engenheiros do ecossistema” porque suas atividades no solo e serapilheira alteram drasticamente o ambiente criando estruturas biogênicas tais como câmaras, canais, montículos abaixo e acima da superfície do solo (BROWN et al., 2009). Nesse sentido, o estudo destes organismos torna-se de fundamental importância, pois além de sua relevância ecológica são também sensíveis às mudanças de manejo nos ecossistemas agrícolas e naturais (LAVELLE & SPAIN, 2001; AGUIAR et al., 2006; BARETTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015).

Alterações nos atributos físico-químicos e biológicos do solo provocadas pelo manejo agrícola e/ou mudanças naturais, são acompanhadas por modificações na abundância e diversidade de grupos de invertebrados, os quais podem ser utilizados como indicadores de qualidade do solo (PAOLETTI, 1999; LAVELLE & SPAIN, 2001; PEREIRA et al., 2015). Além disso, os macroinvertebrados do solo são de ampla distribuição nos ecossistemas e apresentam metodologia de coleta bastante simples, o que facilita o seu estudo.

Considerando a estreita relação entre a diversidade de grupos de invertebrados de solo e sua dependência da manutenção de áreas de cobertura vegetal natural das florestas, este trabalho teve como objetivo avaliar a abundância de grupos de invertebrados de solo em área de MN e CC no sul de Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FLORESTA ATLÂNTICA

A floresta tropical no Brasil é composta por diferentes formações florestais, sendo a floresta atlântica a que abriga mais elevada biodiversidade em flora e fauna, considerada uma das mais importantes reservas biológicas do planeta (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2014). Mais conhecida como Mata atlântica, este complexo florestal já se estendeu por uma área de 1.315.460 km², cobrindo parte de 17 estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Alagoas, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí) (HIROTA, 2003) (Figura 1).

A extração irracional da madeira, através de desmatamentos sem controle, iniciada com chegada dos europeus infelizmente tem continuidade, atualmente com a substituição das áreas de florestas para a implantação de atividade agropecuária e colonização urbana (BARBOSA, 2006). Houve forte mudança da paisagem rural do sul de Minas gerais, principalmente com a retirada da floresta para a implantação da lavoura cafeeira, atividade principal nessa região. Essa mudança no uso da terra promoveu forte impacto sobre a diversidade de organismos do solo, os quais buscaram refúgio nos fragmentos florestais remanescentes em algumas regiões (SILVA et al., 2014).

Nesse sentido, a manutenção das áreas de matas naturais e a conservação da diversidade de espécies, nos ecossistemas florestais, podem manter processos importantes, tais como: a decomposição e ciclagem de nutrientes realizada por organismos edáficos, além de manter um ambiente favorável ao desenvolvimento de plantas e demais organismos que vivem no ambiente solo/serapilheira (BARETTA et al., 2007).

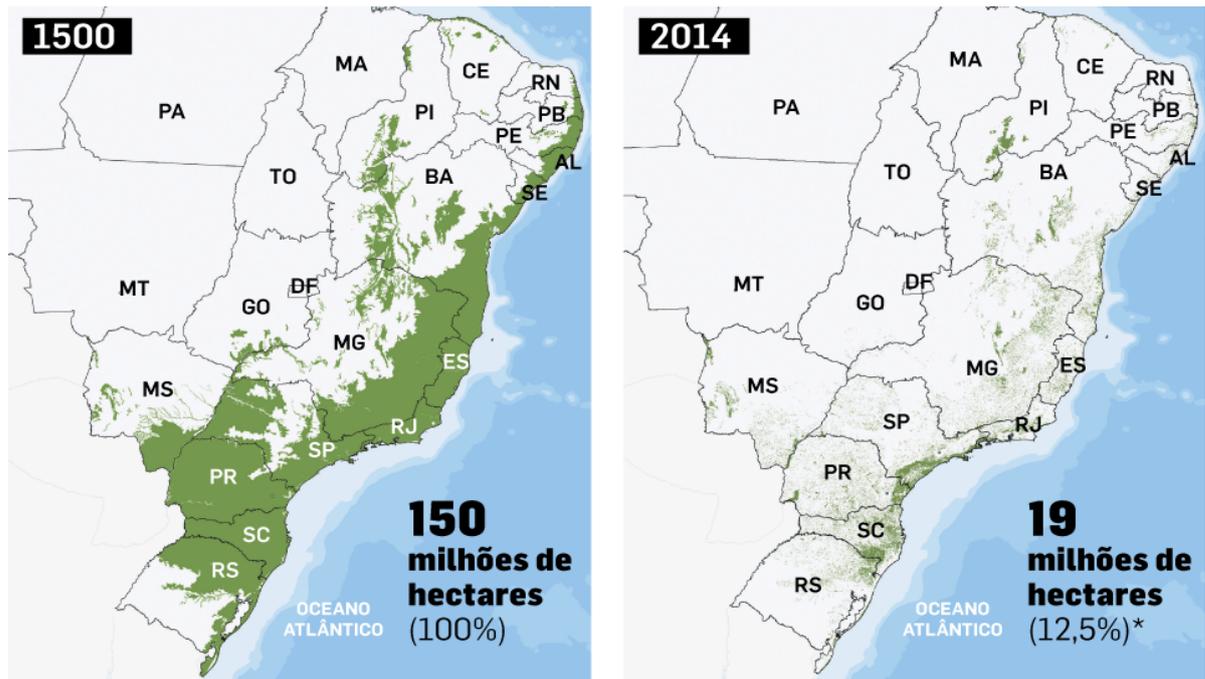


Figura 1 - Remanescentes florestais da Mata Atlântica. *Total cai para 8,5%, se forem considerados somente os remanescentes maiores do que 100 hectares. **Fonte:** SOS Mata Atlântica/INPE (2014) .

2.2. MACROFAUNA DO SOLO

Os organismos da fauna do solo consistem em diferentes grupos de invertebrados normalmente separados por tamanho. Os indivíduos pertencentes à macrofauna têm dimensões acima de 10 mm de comprimento e/ou 2 cm de diâmetro do corpo, os quais permanecem pelo menos uma fase de seu ciclo de vida no solo (LAVELLE; SPAIN, 2001; BROWN et al., 2009; BARETTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015) (Figura 2).

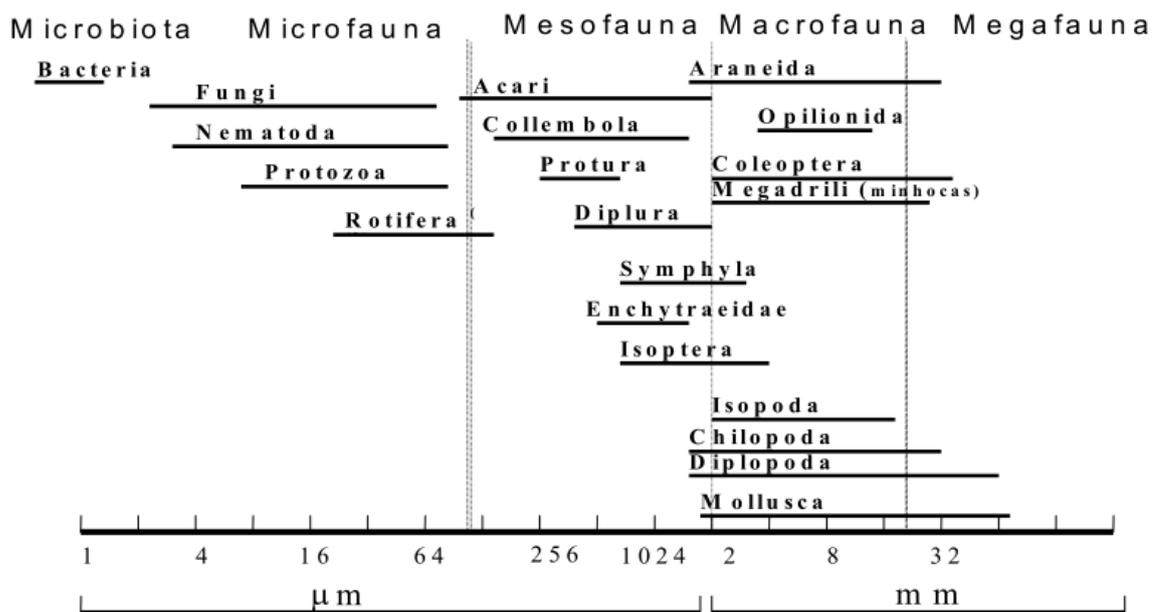


Figura 2 - Classificação da Fauna do solo por tamanho (Swift; Heal e Anderson, 1979; Baretta et al., 2011).

Os macroinvertebrados edáficos encontrados na maioria dos trabalhos pertencem aos grupos taxonômicos: formigas (Hymenoptera: Formicidae), cupins (Isoptera), besouros (Coleoptera), minhocas (Oligochaeta), aranhas (Araneae), piolhos-de-cobra ou milipeias (Diplopoda), centopéias ou lacraias (Chilopoda), grilos (Orthoptera), opiliões (Opiliones), baratas (Blattodea), tatuzinhos (Isopoda), larvas de dípteros (Diptera), percevejos (Hemiptera: Heteroptera), cigarras (Hemiptera: Homoptera), pseudo-escorpiões (Pseudoscorpiones), escorpiões (Scorpiones), caracóis e lesmas (Gastropoda), entre outros (LAVELLE & SPAIN, 2001; BROWN et al., 2010; BARETTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015). Alguns representantes dos grupos da fauna do solo encontrados na área de coleta pode ser visto na (Figura 3).



Figura 3 - Grupos taxonômicos da macrofauna invertebrada de solo; **A** - Chilopoda (lacraria); **B** - Araneae (aranha); **C**- Larva de Coleoptera; **D**- Oligochaeta (minhoca); **E**- Formicidae (formiga); **F**- Coleoptera (besouro); **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).

Os organismos da macrofauna do solo estão envolvidos em processos importantes do solo, tais como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, ajudando na manutenção da fertilidade do solo. Além disso, fazem parte da cadeia trófica do solo e, também, podem alterar os atributos físicos do solo (LAVELLE & SPAIN, 2001; DECÄENS et al., 2003). Alguns organismos da macrofauna, por exemplo, as formigas, as minhocas, as larvas de coleópteros e os térmitas, são considerados os “engenheiros do ecossistema” porque no exercício de suas funções no solo promovem a criação das tais “estruturas biogênicas”, ou seja, canais, galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais, que resultam em alterações nas propriedades físicas do ambiente onde vivem (WOLTERS, 2000; LAVELLE & SPAIN 2001). Essas modificações melhoram a capacidade de aeração do solo, infiltração de água e, em alguns casos, por exemplo, como o das minhocas aumenta a disponibilidade de nutrientes e protegem a matéria orgânica do solo preservando-a de uma degradação mais rápida (LAVELLE & SPAIN, 2001).

Além de sua função ecológica, diversos grupos de organismos da macrofauna são utilizados como indicadores de mudanças ambientais (ANTUNES et al., 2008) tais como aranhas (BARETTA et al., 2007), minhocas (BROWN & DOMINGUEZ, 2010) entre outros.

2.3. FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO

A qualidade do solo envolve os seus atributos físicos, químicos e biológicos, sendo definido como a capacidade do solo funcionar, dentro de seus limites no ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde animal e vegetal (DORAN & PARKIN, 1994).

Nesse sentido, vê-se que é bastante complexo avaliar a qualidade do solo porque esta avaliação implica em determinar seus atributos e processos relacionados ao mesmo, o que demanda muito tempo e custo (BROWN & DOMINGUEZ, 2010). Por isso, costuma-se trabalhar com parâmetros que demandam menor custo e sejam de fácil avaliação, tais como a determinação da abundância de invertebrados do solo, os quais podem ser utilizados como indicadores de qualidade de solo e/ou ambiental.

Os indicadores de qualidade do solo devem obedecer a determinados critérios, tais como: estar relacionado aos processos que ocorrem no ecossistema; integrar propriedades físicas, químicas e biológicas; ser de fácil acesso aos usuários e aplicável às condições de campo; ser sensível às variações no manejo e ao clima e, quando possível, compor bancos de dados (DORAN & PARKIN 1994).

A densidade e a riqueza da comunidade de invertebrados composta por diferentes grupos taxonômicos têm forte relação com os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, sendo bastante responsivos às suas alterações (LAVELLE & SPAIN, 2001). Por serem sensíveis, reagem rapidamente a mudanças induzidas por atividades antrópicas e naturais ao solo e à sua cobertura vegetal, as populações e a diversidade dessa fauna podem ser usadas como bioindicadores do uso do solo ou da sua fertilidade, dando uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por forças internas e externas (bióticas e abióticas), ao longo do tempo (PEREIRA, 2012). Tais distúrbios alteram a distribuição da fauna do solo à medida que alteram a disponibilidade de recurso alimentar, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas (MELO et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

O presente trabalho foi realizado em Inconfidentes, cidade do Sul de Minas Gerais. A localização geográfica é de 22° 19' 00" S de latitude e 46° 19' 42" W de longitude, com altitude média de 855m. Segundo a classificação Köppen, o clima da região é o tropical úmido com duas estações definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março), e precipitação pluviométrica média anual de 1500 mm com temperatura média anual de 18°C. Neste município, foram selecionadas duas áreas de estudo: MN e CC em cronosequência (Figura 4).



Figura 4 - Indicação da área de estudo. **Fonte:** Google Earth (2015).

A MN corresponde por um fragmento de mata Estacional Semidecidual pertencente ao Bioma Mata Atlântica com aproximadamente oitenta (80) anos, ocupa uma área total de 24,2 ha com localização geográfica de 22° 18' 39'' S de latitude e longitude 46° 15' 2'' W. Esta área de mata possui uma característica que a diferencia de outros fragmentos vegetais na região porque possui elevada densidade de Palmito Juçara (*Euterpe edulis*), espécie arbórea pertencente à família Arecaceae, além de outras espécies arbóreas e arbustivas (Figura 5).



Figura 5 - Vista parcial da área de Mata nativa (MN), Inconfidentes-MG, Brasil, 2015. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).

A segunda área de coleta é adjacente a área de mata e se trata de uma área de cultivo do cafeeiro em sistema convencional de produção, ocupando seis hectares e idade aproximada de dez anos. Esta área se localiza nas coordenadas de 22° 18' 48'' S de latitude e 46° 15' 04'' W de longitude. O cultivo do cafeeiro tem espaçamento tradicional de 2,0 x 1,0 m. A espécie do cafeeiro é o *Coffea arabica*, amplamente produzida na região do Sul de Minas Gerais (Figura 6).



Figura 6 - Vista parcial da área sob cultivo do cafeeiro (CA), Inconfidentes-MG, Brasil.
Fonte: Arquivo pessoal (2015).

3.2. AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO

A coleta de solo para avaliação da macrofauna foi realizada no inverno (Agosto de 2015). Em cada área, foram coletados dez (10) monólitos de solo (25 x 25 largura) e na profundidade de 0-20 cm, espaçados de 20 m entre si, com auxílio de um marcador de ferro, seguindo a metodologia recomendada pelo Programa “Tropical Soil Biology And Fertility” (TSBF) (ANDERSON & INGRAM, 1993). Antes da retirada dos monólitos a serrapilheira foi amostrada na mesma área. Amostras compostas de solo (cinco amostras simples), na profundidade de 0-20 cm, foram retiradas nos mesmos pontos de amostragem da fauna, com auxílio de um trado, para caracterização química e determinação da umidade. As amostras de solo e serrapilheira foram colocadas em sacos de polietileno e transportadas para o laboratório de biotecnologia do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes - MG (Figura 7).



Figura 7 - Esquema ilustrativo da retirada de monólito de solo pelo método TSBF. **A** - Marcador de ferro; **B** - Corte do solo com talhadeira (0-20 cm); **C** - Trincheira; **D** - Monólito de solo; **E** - Saco de polietileno; **F** - Respirador. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).

Em seguida, foi realizada a triagem manual dos indivíduos visíveis a olho nu de cada monólito de solo e respectiva serrapilheira de acordo com Correia e Oliveira (2000). Os invertebrados foram armazenados em frascos de vidro contendo uma solução de álcool 75% e, posteriormente contados e identificados a níveis de Ordem, com auxílio de um microscópio estereoscópico e literatura específica na área de estudo (Figura 8). Em cada amostra calculou-se a densidade (indivíduos por m^2) de cada grupo taxonômico, além da frequência relativa de cada grupo nas áreas de estudo (CORREIA & OLIVEIRA, 2000).



Figura 8 - Esquema ilustrativo da triagem manual de monólito e serrapilheira para identificação da fauna do solo pelo método TSBF. **A** - Materiais utilizados na execução da triagem; **B** – Realização da triagem manual; **C** - Indivíduo pertencente a macrofauna do solo preso em uma pinça; **D** - Chilopoda em álcool 75%; **E** – Identificação dos frascos com amostra; **F** – Indivíduos em Placa de Petri para identificação. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).

3.3. DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Nos mesmos pontos de coleta dos monólitos, retirou-se 10 amostras de solo, com auxílio de um trado inox, na profundidade de 0-20 cm. As amostras de solo foram separadas, homogeneizadas e levadas para o laboratório de Fertilidade do Solo do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes–MG. Nestas amostras foram determinados os seguintes atributos químicos do solo: pH, teor de fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), H+Al, Al e matéria orgânica do solo. A metodologia utilizada na determinação dos atributos químicos do solo está descrita em EMBRAPA (1999).

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de densidade de indivíduos por metro quadrado foram comparados entre as áreas estudadas pelo teste de Welch ($P < 0,05$), visto que os dados não atenderam aos critérios de normalidade previamente calculados pelo teste de Shapiro Wilk (SHAPIRO & WILK, 1968). As análises e testes estatísticos foram realizados no ‘software’ R versão 3.0.2 (THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO NAS ÁREAS DE ESTUDO

Os resultados das análises químicas do solo, nas áreas de estudo, mostram que os solos são ácidos, com teores mais elevados de carbono orgânico, fósforo, cálcio, alumínio e H + Al, na área sob cultivo do cafeeiro, justificada pelo uso de corretivos e fertilizantes na lavoura de café (Tabela 1).

Tabela 1 – Média das características químicas e umidade do solo, valores médios na profundidade de 0-20 cm, em MN e CC, Inconfidentes-MG, Brasil. n=10. (*) = diferença significativa comparada aos valores médios obtidos em MN.

Atributos Químicos	Áreas	
	MN	CC
pH	4,8	4,3
Carbono orgânico (g Kg ⁻¹)	12,1	14,5*
Fósforo (mg dm ⁻³)	1,3	3,4*
Potássio (mg dm ⁻³)	68,5	53,2
Cálcio (Cmolcdm ⁻³)	1,8	3,1*
Magnésio (Cmolcdm ⁻³)	0,5	0,3
Alumínio (Cmolcdm ⁻³)	0,1	0,6*
Acidez potencial (Cmolcdm ⁻³)	5,7	10,6*
Umd. do Solo (%)	17,05	20,91

4.2. MÉTODO TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY - TSBF

4.2.1. Densidade Total

A coleta de invertebrados realizada pela retirada de monólitos de solo mostrou que há maior densidade de indivíduos na área sob cultivo do cafeeiro (1854) em relação à MN (1256) (Figura 9). Isso acontece porque alguns grupos tais como Formicidae (formigas) e Isoptera (cupins) podem ser muito abundantes mesmo em áreas com menor cobertura vegetal, como é o caso, nesse estudo, da área sob cultivo do cafeeiro. É provável também que o estágio de desenvolvimento da mata possa influenciar no desenvolvimento do grupo Isoptera, que nesse trabalho é bem conservada e densa. Santos et al. (2014) realizaram avaliação da comunidade de invertebrados em área de mata e pastagem no sul de Minas Gerais e encontraram maior densidade de indivíduos nas áreas de pastagem devido a alta abundância de formigas e cupins. Por outro lado, Silva et al. (2014) encontraram maior densidade de indivíduos da fauna do solo em área de mata conservada, quando comparada a mata impactada e área sob cultivo do cafeeiro.

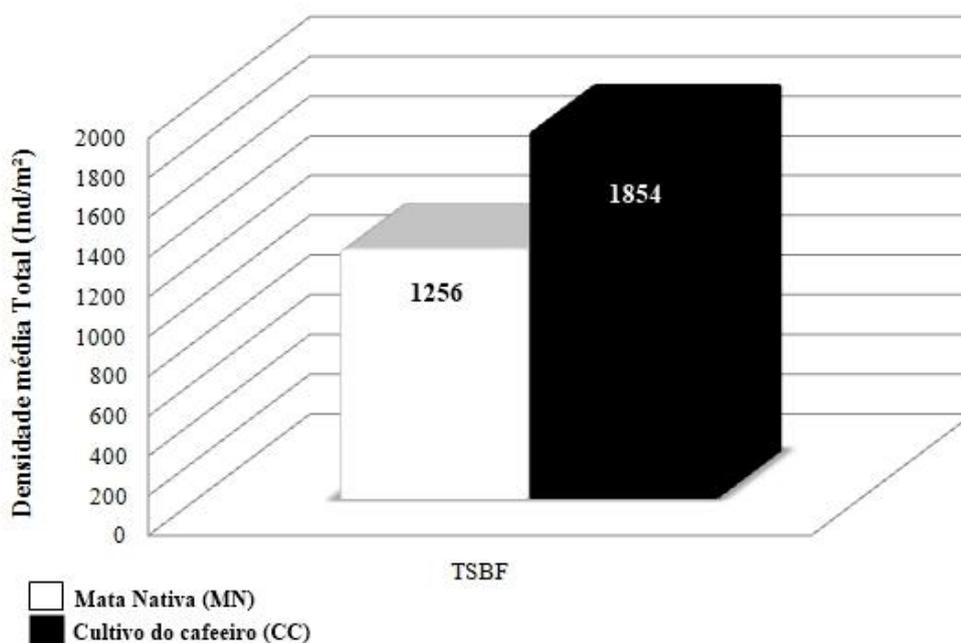


Figura 9 - Densidade média de indivíduos (m²) da fauna edáfica amostradas pela metodologia TSBF, nas áreas de mata nativa (MN) e cultivo do cafeeiro (CC), Inconfidentes-MG, Brasil, Agosto de 2015.

Foi encontrado nas áreas de mata e cultivo do cafeeiro um total de 17 grupos de invertebrados, além de grupos menos frequentes destacados como “Outros”, sendo a riqueza maior na mata (17) em relação à área sob cultivo do cafeeiro (14) (Tabela 2). Este resultado está de acordo com os obtidos por Santos et al. (2014) que encontraram um total de 15 grupos em área de mata nativa e pastagem no sul de Minas Gerais, mas é maior do que os 7 grupos relatados por Silva et al. (2014) obtidos em área de mata conservada, impactada e área sob cultivo do cafeeiro, no sul de Minas Gerais.

Houve diferença significativa para os grupos de invertebrados nas áreas de estudo (Tabela 2 e Figura 10). Observa-se maior abundância de aranhas (Araneae), centopéias (Chilopoda) e piolho-de-cobra (Diplopoda) na área de mata nativa indicando que a maior densidade de cobertura vegetal favorece os grupos de predadores e detritívoros, como é o caso de aranhas, centopéias e piolho-de-cobra, respectivamente. A densidade do habitat também proporciona maior oferta de serrapilheira que favorece a abundância de presas e pode refletir no aumento do grupo de predadores (OLIVEIRA-ALVES et al., 2005; BARETTA et al., 2007; BARTZ et al., 2014; PEREIRA et al., 2015). Os invertebrados detritívoros, tais como piolho-de-cobra (Diplopoda) e tatuzinhos (Isopoda), foram significativamente mais abundantes na mata nativa (Tabela 2 e Figura 10), provavelmente pela maior oferta de serrapilheira nesta área, menor oscilação de umidade e temperatura solo. Os insetos sociais pertencentes às ordens (Formicidae e Isoptera) apresentaram maior abundância na área de cultivo de café, mas não diferiram da área de mata nativa. Outro importante grupo de invertebrados, o de besouros (Coleoptera), apresentou cerca de quatro (4) vezes mais indivíduos na área de mata em relação a área sob cultivo do cafeeiro, mas sem diferença significativa (Tabela 2 e Figura 10). A maior abundância de besouros (Coleoptera) na mata foi caracterizada pela presença de uma espécie de tamanho bastante reduzido e, provavelmente, associada à decomposição das folhas da Palmeira Juçara, presente nesta área em elevada abundância. Alguns trabalhos relatam que o grupo Coleoptera é menos freqüente em florestas preservadas (TEIXEIRA et al., 2009) e mais associado a áreas que passaram por impacto antrópico, podendo inclusive aumentar sua abundância pelo manejo do solo, principalmente por efeito de adubações (VARCHOLA & DUNN, 1999; HUNTER, 2002).

Tabela 2 - Densidade média de (indivíduos por metro quadrado), \pm erro padrão, dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, na área de mata Nativa (MN) e sob cultivo do cafeeiro (CC). n=10

Grupos encontrados	Mata	Café
<i>Araneae</i>	155,2 \pm 26,5	32 \pm 10,4
<i>Oligochaeta</i>	11,2 \pm 4,8	3,2 \pm 2,1
<i>Blattaria</i>	20,8 \pm 8,3	8,0 \pm 4,3
<i>Chilopoda</i>	68,8 \pm 13,1	3,2 \pm 2,1
<i>Coleoptera</i>	185,6 \pm 86,8	44,8 \pm 13,5
<i>Collembola</i>	11,2 \pm 4,8	9,6 \pm 6,8
<i>Diplopoda</i>	81,6 \pm 18,2	4,8 \pm 3,4
<i>Diplura</i>	17,6 \pm 5,6	0
<i>Diptera</i>	8,0 \pm 4,9	0
<i>Embrioptera</i>	57,6 \pm 16,0	27,2 \pm 9,8
<i>Formicidae</i>	405,5 \pm 132,6	513,6 \pm 223,9
<i>Isopoda</i>	9,6 \pm 3,5	0
<i>Isoptera</i>	116,8 \pm 38,9	1172,8 \pm 491,7
<i>Larvas</i>	78,4 \pm 17,7	17,6 \pm 5,6
<i>Opilionidae</i>	9,6 \pm 4,9	0
<i>Orthoptera</i>	0	6,4 \pm 4,3
<i>Symphyla</i>	6,4 \pm 3,5	1,6 \pm 1,6
<i>Outros</i>	12,8 \pm 3,9	9,6 \pm 6,8
<i>Riqueza</i>	17	14

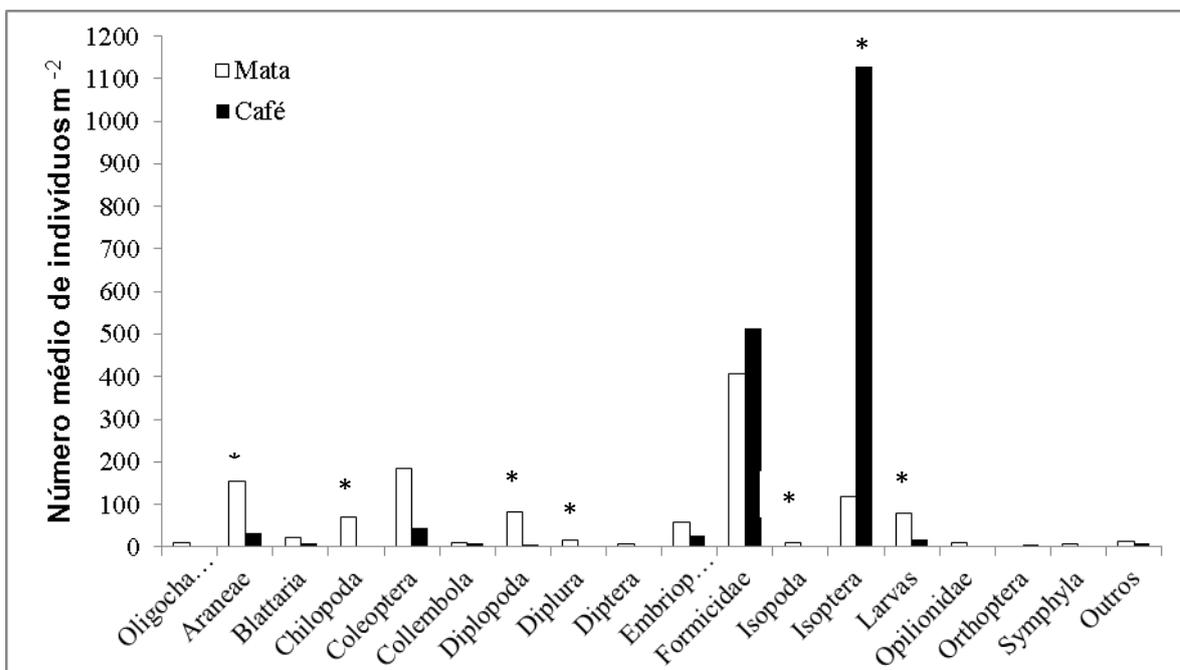


Figura 10 - Densidade média de invertebrados (indivíduos m²) de solo, nas áreas de mata (MN) e sob cultivo do cafeeiro (CA), Inconfidentes-MG, Brasil. (*) = diferença significativa pelo teste de Welch (p < 0,05).

A frequência relativa de grupos de predadores aranhas (Araneae) e centopéias (Chilopoda); e de detritívoros (Diplopoda) foi maior na área de mata em relação à área sob cultivo do cafeeiro, indicando a relação destes grupos com a maior densidade de cobertura vegetal e, conseqüentemente, maior oferta de alimento (presas). Os grupos Coleoptera (besouros), Formicidae (formigas) e Isoptera (cupins) estão bem distribuídos nas duas áreas de estudo (Figura 11).

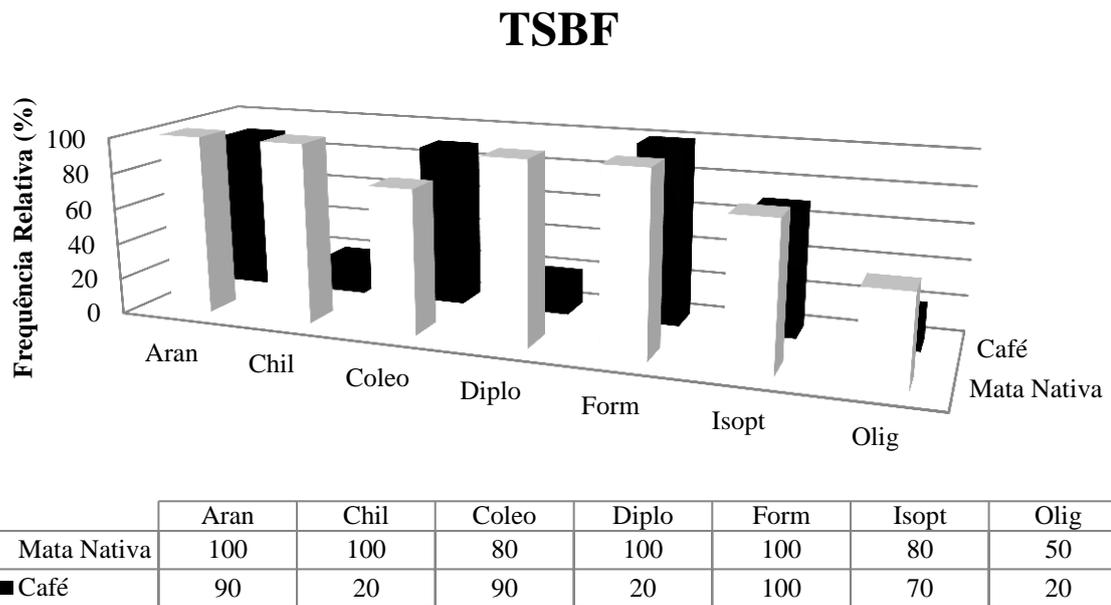


Figura 11 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com a metodologia TSBF, nas áreas com mata nativa (MN) e cultivo do cafeeiro (CC), (n= 10). **Aran**= Araneae; **Chil**= Chilopoda; **Coleo**= Coleoptera; **Diplo**= Diplopoda; **Form**= Formicidae; **Isopt**= Isoptera; **Olig**= Oligochaeta.

5. CONCLUSÃO

A maior riqueza de grupos de invertebrados esteve presente na área de mata nativa (MN) em relação a área sob cultivo do cafeeiro; Abundância diferenciada de grupos de invertebrados nas áreas de estudo, predominando os grupos de predadores (Araneae e Chilopoda), além de detritívoros (Diplopoda e Isopoda) associados a MN; indicando a relação destes grupos com a maior cobertura vegetal nesta área. Destaca-se a presença de uma espécie de Coleoptera (besouro) muito abundante em MN, possivelmente esteja associada à decomposição de folhas da palmeira Juçara.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. I.; OLIVEIRA, T. S.; ARAUJO FILHO, J. A. Fauna edáfica em sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. In: XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. Soil fauna. In: **Tropical soil biological and fertility: A Handbook of methods**. 2. ed. Wallingford: C. A. B. International, p. 44-46, 1993.

ANTUNES, S.C.; PEREIRA, R.; SOUZA, J.P.; SANTOS, M.C.; GONÇALVES, F. Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). **European Journal of Soil Biology**, New Jersey, v. 44, p. 45-56, 2008.

AQUINO, A. M. de. **Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo**. In: FERTBIO, Lages. **Anais...** Lages: SBCS, 2004.

BARBOSA, L.M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 129 p., 2006.

BARETTA, D; BRESCOVIT, A.D; KNYSAK, I; CARDOSO, E.J.B.N. Trap and soil monolith sampled edaphic spiders (Arachnida: Araneae) in *Araucaria angustifolia* forest. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.64, p.384-392. 2007.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; OLIVEIRA-FILHO, L.C.L.; ALVES, M.V. **Fauna edáfica e qualidade do solo**. In: KLAUBERG-FILHO, O.; MAFRA, A.L.; GATIBONI, L C. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. 7, p. 141-192.

BARTZ, M. L. C.; BROWN, G. G.; ORSO, R.; MAFRA, A. L.; BARETTA, D. The influence of land use systems on soil and surface litter fauna in the western region of Santa Catarina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 880-887, 2014.

BROWN, G.G.; DOMINGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – Terceiro encontro latino americano de ecologia e taxonomia de Oligoquetas (ELAETAO 03). **Acta Zoológica Mexicana** n.5. Número especial 2, p.1-18, 2010.

BROWN, G.G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L.C.M. **Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e Mata Atlântica em regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP, e Adrianópolis, PR**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 51 p. (Embrapa Floresta. Documentos, 184).

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Fauna de solo**: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 46 p. (Documentos, 112).

DECÄENS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J.J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J.I.; HOYOS, P.; THOMAS, R.J. **Impacto del uso de La tierra em la macrofauna Del suelo de los Llanos Orientales de Colombia**. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo em las savanas neotropicales de Colombia. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2003. p.21-45. (Publicación CIAT, 336).

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America Special Publication Number 35, 1994. p.1-20.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999. 370p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA / INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Atlas dos remanescentes florestais e ecossistemas associados da Mata Atlântica no período de 2012-2013**. São Paulo: INPE, 2006 Disponível em: http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2012_2013_relatorio_tecnico_2014.pdf Acesso em: 15 de Junho de 2015.

HIROTA, M.M.. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, 2003. p.60-65.

HUNTER, M.D. Landscape Structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. **Agricultural and Forest Entomology**, v.4, n.3, p.159-166, 2002.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2001. 654p.

MELO, F.V.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.C.; LUIZÃO, F.J.; MORAIS, J.W.; ZANETTI, R. **A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadora**. B. Inf. SBCS, 34:38-40, 2009.

MERLIM, A.O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados no Parque Estadual de Campos de Jordão, SP**. 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

OLIVEIRA-ALVES, A, PERES, M. C. L.; DIAS, M. A.; CAZAI-FERREIRA, G. S.; SOUTO, R. L. A. Estudo das comunidades de aranhas (Arachnida: Araneae) em ambiente de Mata Atlântica no Parque Metropolitano de Pituacu – PMP, Salvador, Bahia. **Biota Neotropica**. v.5 . p. 1-8, 2005.

PAOLETTI, M. G. **Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability**. Agriculture Ecosystems & Environment. 74: 1-18, 1999.

PASINI, A.; BENTO, N. P. **Macrofauna do Solo em Agroecossistemas**. In: FERTBIO, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004.

PEREIRA, J. M.. **Atributos biológicos como indicadores de qualidade do solo em Floresta de Araucária nativa e reflorestada no Estado de São Paulo**. 2012. 137 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

PEREIRA, J.M. et al. Fauna edáfica em florestas com Araucária. In: CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F. **Floresta com Araucária – composição florística e biota do solo**. Piracicaba. FEALQ, p. 153-180. agosto de 2015.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, (2013).

SANTOS, D.C.; MORAES, T.A.; PEREIRA, J.M.; BARETTA, D.; TONELLI, M.; SILVA, D.C. **Densidade de grupos da macrofauna em área de mata e pastagem no sul de Minas Gerais**. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. 2014, Disponível em <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpoa/jcpoa>>. Acesso em 14 de outubro de 2015.

SCHOEREDER, J. H.; MEGURO, M.; DELITTI, W. B. C. **Efeito da substituição da cobertura natural na fauna de artrópodos de serrapilheira**. Ciência e Cultura, v.42, n.1, p.76-78. 1990.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, p. 591-611.1968.

SILVA, D.C.; PEREIRA, J.M.; PINTO, L.V.A.; BARETTA, D. **Fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo em fragmentos florestais e área sob cultivo do cafeeiro**. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. 2014. Disponível em <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpoa/jcpoa>>. Acesso em 14 de outubro de 2015.

SILVA, R. F. da; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. **Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.4, p.697-704, 2006.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. 14p.

TEIXEIRA, C. C. L.; HOFFMANN, M.; SILVA-FILHO, G. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 09, n.04, p.91-95, 2009.

VARCHOLA, J.M.; DUNN, J.P. Changes in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in farming systems bordered by complex or simple roadside vegetation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.73, n.1, p.41-49, 1999.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, p.1-19, 2000.

ANEXOS



Anexo 1 – Casulo de minhoca (Oligochaeta) na área de estudo. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 2 – Besouro (coleoptera). **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 3 – Esperança (orthoptera) **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 4 – Gafanhoto (orthoptera). **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 5 – Aranha de prata (Araneae). **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 6 – Indivíduos na placa de Petri no ato da identificação. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 7 – Lagarta das palmeiras (larva de Lepidoptera). **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 8 – Larva arame. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).



Anexo 9 – Larvas. **Fonte:** Arquivo pessoal (2015).