



DANILO CÂNDIDO DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS E ÁREA SOB CULTIVO DO
CAFEIEIRO**

**INCONFIDENTES – MG
2014**

DANILO CÂNDIDO DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS E ÁREA SOB CULTIVO DO
CAFEIEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Jamil de Moraes Pereira

**INCONFIDENTES – MG
2014**

DANILO CÂNDIDO DA SILVA

**FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO
EM FRAGMENTOS FLORESTAIS E ÁREA SOB CULTIVO DO
CAFEIEIRO**

Data de aprovação: 15 de Maio, 2014

**Orientador: Prof. Dr. Jamil de Moraes Pereira
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

**Coorientadora: Prof^a. Dra. Lilian Vilela Andrade Pinto
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

**Convidado: Prof. Dr. Luiz Carlos Dias Rocha
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

Aos meus pais, Maria e Ernane

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus, criador da vida e de uma natureza exuberante e complexa.
- Aos meus pais, Ernane Cândido da Silva e Maria Aparecida Gonçalves da Silva, que sempre me aconselharam e apoiaram nas minhas decisões, e que se não fosse pelo esforço deles não teria chegado até essa etapa.
- A minha irmã, Raquel Gonçalves da Silva, que sempre me apoiou e me deu forças para continuar com os estudos.
- Ao meu Orientador Dr. Jamil de Moraes Pereira, pela orientação, apoio, paciência, amizade, pelos conhecimentos passados e que sempre se mostrou disposto em ajudar no que fosse possível para a conclusão desse trabalho, até mesmo encarar um touro bravo.
- A Dr. Lilian Vilela Andrade Pinto, pela coorientação e que se dispôs em ajudar no que fosse preciso para concluir este trabalho.
- Ao Dr. Luiz Carlos Dias Rocha por ter aceitado o convite de ser membro na banca examinadora.
- Aos proprietários do sítio Oliveira, Zé Carlos, Zé Luis, Geraldo, e toda família que nos receberam com toda boa vontade, ajudando na coleta a campo e a enfrentar Touro Bravo.
- Ao Sr. Deolindo Salvan Neto pela colaboração nas coletas e escolha das áreas de estudo.
- Ao Dr. Dilmar Baretta Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC-CHAPECÓ.
- As pessoas que de alguma forma ajudaram nas etapas deste estudo, Natália Machado, Marina Dantas, Patrícia de Cássia, Marilac Moutinho, Valeria Cristina, Jeberson Henrique, João Marcos, Álvaro Ricardo, Lizandra Martins.
- Aos meus companheiros e amigos de república que estiveram comigo me apoiando nessa caminhada, Lucas Moura (Biga), Kelson Siqueira e Rafael Mota.
- A Professora Verônica, pelo acolhimento em sua casa.
- Ao IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, pela oportunidade de poder realizar este projeto, com apoio em transporte e disponibilidade de laboratórios.

RESUMO

O solo dos ecossistemas florestais é rico em diversidade de espécies de invertebrados os quais atuam na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, fundamentais a manutenção de sua produtividade. A redução dos fragmentos florestais em função do uso da terra para lavouras podem diminuir a diversidade de invertebrados, com prejuízo para o ecossistema. O presente trabalho teve como objetivo verificar o potencial da fauna edáfica como indicadora da qualidade do solo e/ou ambiental em Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual secundária (MC), Floresta Estacional Semidecidual em regeneração (MI) e área sob cultivo do cafeeiro (CA). Os invertebrados foram coletados pela metodologia do TSBF, onde em cada área foram retirados 10 monólitos de solo (25 x 25 cm e 0-20 cm de profundidade), espaçados de 30 m entre si. A serapilheira foi amostrada na mesma área do monólito. Nos mesmos pontos de coleta dos monólitos, foram instaladas 10 armadilhas de queda, para coleta dos invertebrados, as quais permaneceram enterradas no solo por três dias. A avaliação dos atributos químicos (pH, Ca, Mg, K, P, H+Al, Al, C-org, CTC, V) e umidade foi realizada, em amostras de solo, retiradas nos mesmos pontos dos monólitos, com o auxílio de um trado. Em cada área, foi determinada a abundância de indivíduos por m² e por armadilha, além de riqueza, índice de diversidade de Shannon, Pielou e H max. A densidade de indivíduos por m² e por armadilhas foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os resultados de densidade de indivíduos, umidade e atributos químicos do solo foram submetidos à análise de correlação de Pearson. A abundância de indivíduos da família Staphylinidae, na área de cultivo do cafeeiro, foi praticamente o dobro da encontrada nas demais áreas. Os maiores valores de abundância de indivíduos do grupo Araneae (aranhas) foram encontrados no solo sob cobertura vegetal mais densa. A densidade (indivíduos por m²) e frequência relativa do grupo Oligochaeta (Minhocas) foram diferenciadas entre as três áreas. Não ocorreu diferença significativa em relação ao número de indivíduos entre as áreas, coletados pelo método de armadilhas. Colêmbolos e formigas foram mais abundantes e frequentes, nas três áreas, pelo método de armadilha. Houve correlação significativa entre umidade do solo, atributos químicos e abundância de indivíduos nas diferentes áreas estudadas.

Palavras-chave: Invertebrados de solo; Atributos químicos; Mata Atlântica; monólitos de solo; Armadilhas de queda

ABSTRACT

The soil of forest ecosystems is rich in species diversity of invertebrates which act on organic matter decomposition and nutrient cycling, fundamental to maintaining their productivity. The reduction in forest fragments as a function of land use for crops can reduce the diversity of invertebrates, with damage to the ecosystem. The present study aimed to investigate the potential of soil fauna as an indicator of soil quality and / or environmental Fragment of Secondary Forest (MC), semideciduous forest regeneration (MI) and area under cultivation of coffee (CA). The Sampling of soil fauna were carried out in the winter, using the method of excavation and manual sorting of monoliths (TSBF) and the method of pitfall traps. The evaluation of chemical attributes (pH, Ca, Mg, K, P, H + Al, Al, C-org, CTC, V) and humidity was held in soil samples taken at the same points of monoliths. In each area, the abundance of individuals per m² and the trap was determined, beyond wealth, Shannon diversity index, evenness and H max. The density of individuals per m⁻² and traps were subjected to analysis of variance and means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. The density of individuals, moisture and soil chemical properties were analyzed through Pearson correlation. Species abundance of Staphylinidae family, in the coffee growing area, was almost double that found in other areas. The highest values of total abundance of Araneae (spiders) group were found in the soil under dense vegetation cover over. The density (individuals m²) and relative frequency of Oligochaeta (Earthworms) differed among the three areas. There was no significant difference in the number of individuals among the areas listed by the method of traps. Springtails and ants were more abundant and frequent in the three areas, the trap method. There was a significant correlation between soil moisture, chemical attributes and abundance of individuals in the different areas studied.

Keywords: Soil invertebrates; Chemical attributes; Atlantic Forest; soil monoliths; Pitfall traps

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
1.0. INTRODUÇÃO	11
2.0. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. IMPORTÂNCIA DA FAUNA DO SOLO	13
2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE DO SOLO	14
2.3. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO	15
2.4. FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO	16
3.0. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3.2. AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO	19
3.3. DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS	22
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. MÉTODO TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY - TSBF	24
4.1.1. Densidade	24
4.1.2. Riqueza e índices de diversidade	28
4.1.3. Análise de correlação.....	29
4.2. MÉTODO DE ARMADILHAS	30
4.2.1. Número de indivíduos por armadilha	30
4.2.2. Riqueza e índices de diversidade.....	33
4.2.3. Análise de correlação.....	34
5.0. CONCLUSÃO.....	36
6.0. REFERÊNCIAS.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da Fauna do solo por tamanho (Swift; Heal e Anderson, 1979 apud Baretta, 2007).	13
Figura 2 - Vista parcial da área experimental. Cultura do cafeeiro (CA), gramíneas e fragmento de mata. Fonte: Arquivo Pessoal (2013).	18
Figura 3 - Total mensal de precipitação (mm) em Inconfidentes (MG) localizado á 10 km de distancia das áreas amostradas. Período de Janeiro a Dezembro de 2013.	20
Figura 4 - Esquema ilustrativo da amostragem da fauna do solo pelo método TSBF. A- Marcador de ferro; B - Coleta da serapilheira; C - Corte do solo; D - Retirada do monólito de solo; E - Triagem manual; F - Identificação. Fonte: Arquivo pessoal (2013).	21
Figura 5 - A- armadilha de queda (pitfall traps); B- proteção contra a chuva. Fonte: Arquivo pessoal (2013).	22
Figura 6 - Densidade de indivíduos totais (m^{-2}) da fauna edáfica amostradas pela metodologia TSBF, em três áreas: mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA) (Novembro de 2013). Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade.	25
Figura 7 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com a metodologia TSBF, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA), (n= 10).	28
Figura 8 - Riqueza de grupos taxonômicos , índice de diversidade de Shannon (H'), de Pielou (J') e diversidade máxima (H max) da comunidade da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	29
Figura 9 - Número total de indivíduos da fauna do solo por armadilha (PitFall Traps), amostradas em três áreas: mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA) (Novembro de 2013). Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade.	31
Figura 10 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com armadilhas de queda (PitFall Traps), nas áreas com mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA), (n= 10).	33
Figura 11 - Riqueza de grupos taxonômicos índice de diversidade de Shannon (H'), de Pielou (J') diversidade máxima (H max) da comunidade da fauna edáfica amostrados pelo método de armadilhas (PitFall Traps), nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo (Adaptada de Doran e Parkin, 1994)	15
Tabela 2 - Características químicas e físicas do solo, na profundidade 0-20 cm, em mata impactada (MI), mata conservada (MC) e Cultura de Café (CA).	19
Tabela 3 - Densidade (indivíduos por metro quadrado) dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	26
Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os atributos químicos do solo e densidade de indivíduos pelo método TSBF nas áreas mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	30
Tabela 5 – Número total de indivíduos por armadilha dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método “PitFall Traps”, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	32
Tabela 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os atributos químicos e físicos do solo e número indivíduos por armadilha nas áreas mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).	35

1.0. INTRODUÇÃO

O bioma mata atlântica originalmente ocupava uma área de aproximadamente 1.315.460 km², atingindo 17 estados Brasileiros. A exploração indiscriminada dos recursos naturais encontrados na Mata Atlântica, especialmente de espécies florestais, resultaram na redução de sua área a apenas 11% de sua cobertura original. Atualmente ainda são encontrados fragmentos florestais em diferentes estágios de conservação, embora apenas 7,91 % se encontrem conservados e com extensão acima de 100 ha (hectares) (Fundação SOS Mata Atlântica, 2011).

Estima-se que mesmo reduzida, a Mata Atlântica continue como um “Hotspot” da biodiversidade, contabilizando cerca de 20.000 espécies vegetais (aproximadamente 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas, abrigando uma elevada diversidade de fauna, tais como 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes (MMA, 2011). Nesse contexto, percebe-se a necessidade e importância da realização de estudos envolvendo o levantamento da biodiversidade, em áreas de Mata Atlântica, buscando melhor entender sua relação com a redução da cobertura vegetal e atributos físico-químicos do solo, para o desenvolvimento de manejos mais sustentáveis que contribuam na sua conservação.

O solo dos ecossistemas florestais é um ambiente rico em diversidade de organismos da fauna “invisíveis” e visíveis a olho nu, os quais prestam importantes serviços ambientais, relacionados à decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, embora ainda pouco reconhecidos. Por outro lado, a permanência da cobertura vegetal, principalmente em áreas de florestas naturais, garante uma oferta de serapilheira necessária aos organismos da fauna como fonte de alimento e abrigo (Merlin, 2005).

A redução da cobertura de florestas naturais, principalmente pela concorrência com a atividade agropecuária, bem como o seu baixo nível de conservação, pode reduzir a diversidade dos organismos da fauna do solo e, levar a extinção aqueles que são endêmicos

em determinadas áreas. Embora pouco se conheça sobre a complexidade da relação dos organismos da fauna e os processos biológicos, nos ecossistemas florestais e agrícolas, alguns estudos relatam a função ecológica e benefícios dos organismos da fauna do solo para esses ecossistemas e utilizam tais organismos como indicadores de qualidade evidenciando o seu valor para o ambiente.

A avaliação da qualidade do solo é uma tarefa bastante complexa que exige o uso de um conjunto de indicadores, envolvendo as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Diversos estudos, desenvolvidos em solos de ecossistemas florestais, mostram que o uso de indicadores biológicos de qualidade do solo são mais sensíveis, na caracterização das mudanças ambientais e/ou distúrbios antrópicos, comparados aos atributos físico-químicos possivelmente porque refletem uma situação mais real (Tótola & Chaer, 2002; Schloler et al., 2003; Baretta et al., 2008a; Silva et al., 2009; Pereira, 2012).

O uso de indicadores biológicos, tais como grupos de invertebrados de solo, na avaliação da qualidade do solo e/ou ambiental exige a necessidade do conhecimento da taxonomia e função de cada grupo específico de organismo, buscando melhor entender sua relação como o ecossistema estudado. Nesse sentido, admite-se que há poucos especialistas e, portanto uma lacuna, em relação ao estudo da fauna do solo, principalmente relacionando-os a qualidade do solo em diferentes ecossistemas.

O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial da fauna edáfica como indicadora da qualidade do solo e/ou ambiental em fragmentos com diferentes estágios de conservação de Mata Estacional Semidecidual do bioma Mata Atlântica e área sob cultivo do cafeeiro no sul de Minas Gerais.

2.0. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IMPORTÂNCIADA FAUNA DO SOLO

A fauna do solo é composta por diferentes grupos de microrganismos e animais, que habitam o ambiente solo serapilheira, dos quais podem se destacar: fungos, bactérias, arqueobactérias e invertebrados (Aquino & Assis, 2005; Maluche-Baretta, 2007). Os organismos da fauna edáfica podem ser classificados de acordo com sua mobilidade, hábitos alimentares, funções que desempenham no solo e, principalmente, pelo diâmetro de seu corpo e comprimento. Na microfauna são encontrados os nematóides e rotíferos (<0,2 mm); na mesofauna os ácaros e colêmbolos (0,2 – 2,0 mm); e na macrofauna, os invertebrados maiores, tais como aranhas, centopéias, piolhos-de-cobra, minhocas, entre outros, (organismos visíveis a olho nu >2,0 mm), (Figura 1) (Swift; Heal e Anderson; Baretta et al., 2011).

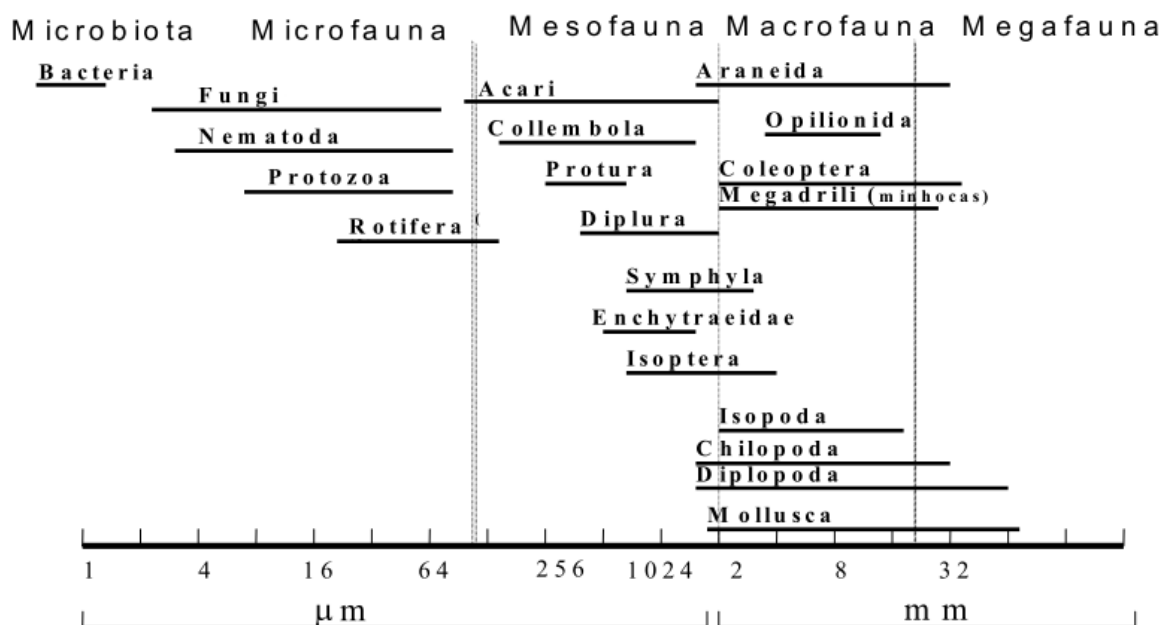


Figura 1 - Classificação da Fauna do solo por tamanho (Swift; Heal e Anderson, 1979; Baretta et al., 2011).

Os organismos pertencentes a macrofauna do solo são os mais conhecidos e estudados, estando diretamente envolvidos em processos de decomposição e ciclagem de nutrientes no solo, em ecossistemas terrestres naturais e agrícolas (Brown et al., 2009). Dentre os grupos de organismos da macrofauna, os mais abundantes nas coletas são: formigas (Hymenoptera), cupins (Isoptera), besouros (Coleoptera), minhocas (Oligochaeta), aranhas (Araneae), piolhos-de-cobra ou milipeias (Diplopoda), centopeias ou lacraias (Chilopoda), grilos (Orthoptera), opiliões (Opiliones), baratas (Blattodea), tatuzinhos (Isopoda), larvas de dípteros (Diptera), percevejos (Hemiptera), cigarras (Homoptera), pseudo-escorpiões (Pseudoscorpiones), escorpiões (Scorpiones), caracóis e lesmas (Gastropoda), entre outros (Baretta, 2007; Brown et al., 2009; Moreira et al., 2010; Baretta et al., 2011; Pereira, 2012).

Os organismos da mesofauna desenvolvem importante função ecológica porque atuam como reguladores das populações da microfauna, alteram a ciclagem de nutrientes, promovem a humificação, fragmentam detritos vegetais, melhor condicionando-os ao ataque dos microrganismos (Baretta et al., 2011). Já os organismos da macrofauna, apresentam capacidade de produzir mudanças físicas no ambiente do solo, conhecidas como estruturas biogênicas, tais como: galerias e túneis, melhorando a porosidade, aeração e infiltração da água no solo; redistribuição de partículas orgânicas e minerais, além de regular e estimular as populações da microfauna.

Além da função ecológica que os diferentes grupos da fauna desempenham no solo dos ecossistemas agrícolas e naturais, eles também são utilizados como indicadores de alterações ambientais, nesses ambientes, porque são muito sensíveis às alterações da cobertura vegetal e atributos físico-químicos do solo promovidas pelo manejo do uso do solo, o que demonstra a importância de seu uso na avaliação da qualidade do solo e/ou ambiental causados pela mudança do uso da terra.

2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE DO SOLO

A qualidade do solo está relacionada com a sua capacidade de desenvolver suas funções, dentro dos limites de cada ecossistema, para sustentar a produtividade biológica e manter ou melhorar a qualidade da água, ar e saúde de plantas, animais e do Homem (Doran e Parkin, 1994; Pereira, 2012). A medida que se exploram os recursos dos ecossistemas de modo pouco racional, há a perda da qualidade ambiental e do favorecimento da biodiversidade. Admite-se que o modelo de implantação da lavoura cafeeira, no Sul de Minas Gerais, avançando sobre as áreas de fragmentos florestais conservados ou em recuperação,

principalmente em locais de terreno mais acidentados, possam impor redução na produtividade biológica do solo, principalmente sobre a abundância de organismos da fauna do solo, dependentes da cobertura vegetal natural como fonte de alimento e abrigo.

A qualidade do solo é um estado funcional complexo envolvendo atributos físicos, químicos e biológicos do solo, não devendo ser avaliado diretamente, mas sim por meio de propriedades indicadoras de sua qualidade, tais como a textura, estrutura, densidade, fertilidade e abundância de organismos do solo (Leonardo, 2003; Baretta et al, 2011).

2.3. INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO

Os indicadores de qualidade do solo são processos ou atividades mensuráveis que permitem caracterizar as mudanças ocorridas nas propriedades do solo após o processo de degradação (Karlen et al, 1997; Doran e Parkin, 1994). Nesse sentido, os indicadores se constituem em ferramentas úteis para medir condições ou processos, em resposta as atividades exercidas, em determinada área, com objetivo de levantar informações sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas, por métodos quantitativos e/ou qualitativos (Doran; Parkin, 1994), como exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo (Adaptada de Doran e Parkin, 1994)

Indicadores	Relação com qualidade do solo
	<i>Físicos</i>
Estrutura do solo	Retenção e transporte de água e nutrientes
Infiltração e densidade	Movimento de água e porosidade do solo
Capacidade de retenção de umidade	Armazenamento e disponibilidade de água
	<i>Químicos</i>
pH	Atividade biológica e disponibilidade de nutrientes
Condutividade Elétrica	Crescimento vegetal e atividade microbiana
Conteúdo de N, P e K	Disponibilidade de nutrientes para as plantas
	<i>Biológicos</i>
Biomassa microbiana	Atividade microbiana e reposição de nutrientes
Mineralização de nutrientes (N, P e S)	Produtividade do solo e potencial de suprimento de nutrientes
Respiração do Solo	Atividade microbiana
Fixação Biológica	Potencial de suprimento de N para as plantas
Atividade enzimática do solo	Atividade microbiana e catalítica no solo

Doran e Parkin (1994) definem um bom indicador quando este apresenta características de fácil avaliação, aplicabilidade em diferentes escalas, medições avaliadas a curto, médio e longo prazo e ser sensível à variação do clima. Nesse sentido, a avaliação das

alterações ocorridas no ambiente, por meio de indicadores, deve ser realizada ao longo do tempo, identificando as informações a respeito das funções-chaves da qualidade do solo (Arshad; Martin, 2002). Assim, avaliar diretamente as propriedades físico-químicas e biológicas do solo resulta numa medida da qualidade do ambiente porque tais medidas refletem o seu estado de conservação e/ou degradação existentes no local monitorado (Karlen et al, 1997).

Segundo Araújo et al (2008) o uso de determinados indicadores na avaliação da funcionalidade do solo pode indicar seu equilíbrio com os ecossistemas, embora a escolha desses indicadores dependa da utilização de cada uso do solo e das características intrínsecas de cada ambiente.

2.4. FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO

Diversos atributos do solo têm potencial para serem utilizados como indicadores da qualidade do solo Baretta (2007). A simples presença ou ausência de certas espécies (animal ou vegetal) numa determinada condição em determinado ambiente pode indicar sua qualidade (Cordeiro et al., 2004).

Diferentes grupos de organismos da fauna do solo são utilizados como bioindicadores de qualidade do solo e/ou ambiental, principalmente porque sua abundância se altera em resposta às mudanças naturais ou antrópicas que ocorrem nos ecossistemas. Dentre estes grupos de organismos, os mais utilizados são Oligochaeta (González et al., 1996); Isoptera (Zilli et al., 2003), Collembola (Badejo & Van Straanlen, 1993; Baretta, 2007), Acarina (Blair et al., 1994), Araneae (Baretta, 2007), entre outros (Baretta et al, 2011).

Há um número reduzido de especialistas para identificação dos diversos grupos de organismos da fauna do solo e para facilitar o estudo é comum quantificar apenas parcelas de uma comunidade de indivíduos, onde se escolhe determinados grupos taxonômicos, associados a frações do habitat ou grupos que tenham função semelhante no ecossistema (Merlim, 2005).

Na realização de estudos em comunidades de espécies, é necessário que se utilize dois parâmetros básicos: a abundância, medida de tamanho por espécie ou grupo presente (biomassa ou quantidade) e variedade de espécies que envolvem ou seja, a riqueza de indivíduos presentes (Merlim, 2005).

3.0. MATERIAIS E METÓDOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no sítio Oliveira, propriedade rural pertencente ao Sr. Lazaro Rangel de Oliveira localizada no bairro Feijoal na zona rural do município de Ouro Fino/MG, nas coordenadas 22° 13' 42,42" S e 46° 19' 2,94" O, com altitude média de 1101 m. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é o tropical úmido com duas estações definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março), com precipitação pluviométrica média anual de 1600 mm e temperatura média anual de 18°C. Nesta localidade, foram selecionadas três áreas próximas entre si, sendo estas consideradas como: mata conservada (MC), mata impactada (MI) e cultivo do cafeeiro (CA). As matas MC e MI são fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual pertencentes ao Bioma Mata Atlântica.

A mata conservada (MC) corresponde a um fragmento de floresta secundária Estacional Semidecidual com idade de aproximadamente 80 anos. Este fragmento tem uma área de 9,68 ha (hectares), e em seu entorno, há presença de pastagem e cultivo de café convencional. As principais espécies vegetais presentes na área são: *Aspidosperma parvifolium* (Guatambú), *Dalbergia nigra* (Jacarandá), *Bromelia balansae* (Caraguatá), *Croton Urucurana* (Sangra d'água), *Euterpe edulis* (Palmito-juçara), *Ocotea catharinensis* (Canela-preta), *Cinnamodendron Axillare* (Canela Branca), *Blepharocalyx salicifolius* (Cambuí), entre outras.

A mata impactada (MI) é um fragmento de mata Estacional Semidecidual em regeneração, com aproximadamente 50 anos, a qual apresenta 14,52 ha de área, sendo explorada para a produção de mel, onde anteriormente já houve entrada de gado no local. O fragmento é circundado por pastagem e outros fragmentos de mata. Na área há presença de, *Cedrela fissilis* (Cedro), *Dalbergia nigra* (Jacarandá), *Croton floribundus* (Capixingui), *Bromelia balansae* (Caraguatá), *Cecropia angustifolia* (Embaúba), *Ocotea catharinensis* (Canela-preta), *Citrus limettioides* (Limeira), entre outros.

A área sob cultivo do cafeeiro (CA) fica adjacente a um fragmento de floresta (Figura 2). O cafeeiro é conduzido no sistema convencional, com espaçamento 2,40 x 0,60 m com dois anos de idade, abrangendo uma área de 3 ha. Nessa área, anteriormente foi realizado o cultivo de batata no sistema convencional. As plantas daninhas presentes no local são: *Brachiaria decumbens* (Braquiária), *Bidens pilosa* (Carrapicho-Picão), *Emilia sonchifolia* (Serralha), *Amaranthus retroflexus* L. (Caruru), *Solanum viarum* Dunal (Joá), *Solanum americanum* Mill. (Maria-pretinha), entre outros

A caracterização físico-química do solo, nos locais de coleta encontra-se na Tabela 2.

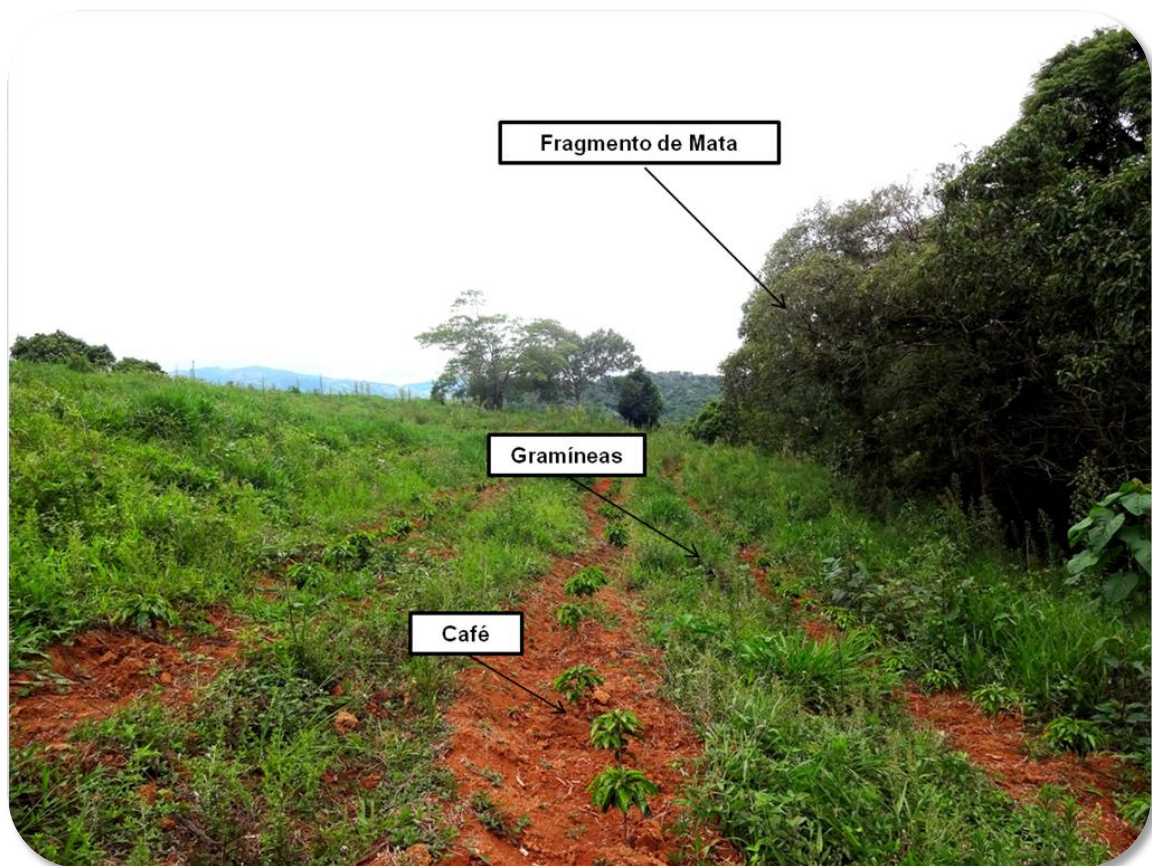


Figura 2 – Vista parcial da área experimental. Cultura do cafeeiro (CA), gramíneas e fragmento de mata. **Fonte:** Arquivo Pessoal (2013).

Tabela 2 - Características químicas e físicas do solo, na profundidade 0-20 cm, em mata impactada (MI), mata conservada (MC) e Cultura de Café (CA). n=10

Variáveis	Unidade	^(a) MI	^(a) MC	^(a) CA
pH (CaCl ₂)		4,59 ± 0,34	4,37 ± 0,17	4,93 ± 0,31
P	mg.dm ⁻³	1,76 ± 0,74	7,04 ± 2,94	8,98 ± 4,34
K	mg.dm ⁻³	20,95 ± 5,19	33,96 ± 12,03	20,92 ± 8,01
Ca	Cmol _c .dm ⁻³	0,73 ± 0,62	0,33 ± 0,28	2,59 ± 0,92
Mg	Cmol _c .dm ⁻³	0,33 ± 0,22	0,18 ± 0,16	0,59 ± 0,23
H+AL	Cmol _c .dm ⁻³	9,32 ± 1,29	7,35 ± 1,28	5,99 ± 1,98
Al	Cmol _c .dm ⁻³	1,41 ± 0,57	0,85 ± 0,21	0,51 ± 0,37
CTC	Cmol _c .dm ⁻³	10,45 ± 0,97	7,94 ± 1,17	9,24 ± 1,18
V	%	10,81 ± 8,03	7,6 ± 6,14	36,26 ± 14,88
C-org	g/Kg	13,42 ± 0,97	14,44 ± 2,01	14,23 ± 1,41
Zn	mg.dm ⁻³	0,25 ± 0,23	0,33 ± 0,25	0,6 ± 0,30
Fe	mg.kg	78,3 ± 37,65	101,58 ± 33,51	58,69 ± 28,61
Mn	mg.dm ⁻³	47,99 ± 26,17	19,78 ± 17,98	28,46 ± 9,24
B	mg.dm ⁻³	0,13 ± 0,07	0,13 ± 0,04	0,11 ± 0,06
^(b) Umid.	%	26,37 ± 3,69	24,78 ± 2,85	31,08 ± 4,12
^(c) MSS	Kg.m ⁻²	0,81 ± 0,23	0,98 ± 0,28	^(d) —

^(a)média e desvio padrão, ^(b)umidade, ^(c)massa seca da serapilheira, ^(d)ausência de serapilheira.

3.2. AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO

Nas três áreas estudadas, mata conservada (MC), mata impactada (MI) e área sob cultivo do cafeeiro (CA), foram coletadas 10 monólitos de solo, ao acaso, para avaliação da macrofauna edáfica, seguindo a metodologia recomendada pelo Programa “Tropical Soil Biology And Fertility” (TSBF) (Anderson; Ingram, 1993). As coletas foram realizadas no mês de novembro de 2013, na época de verão (Figura 3).

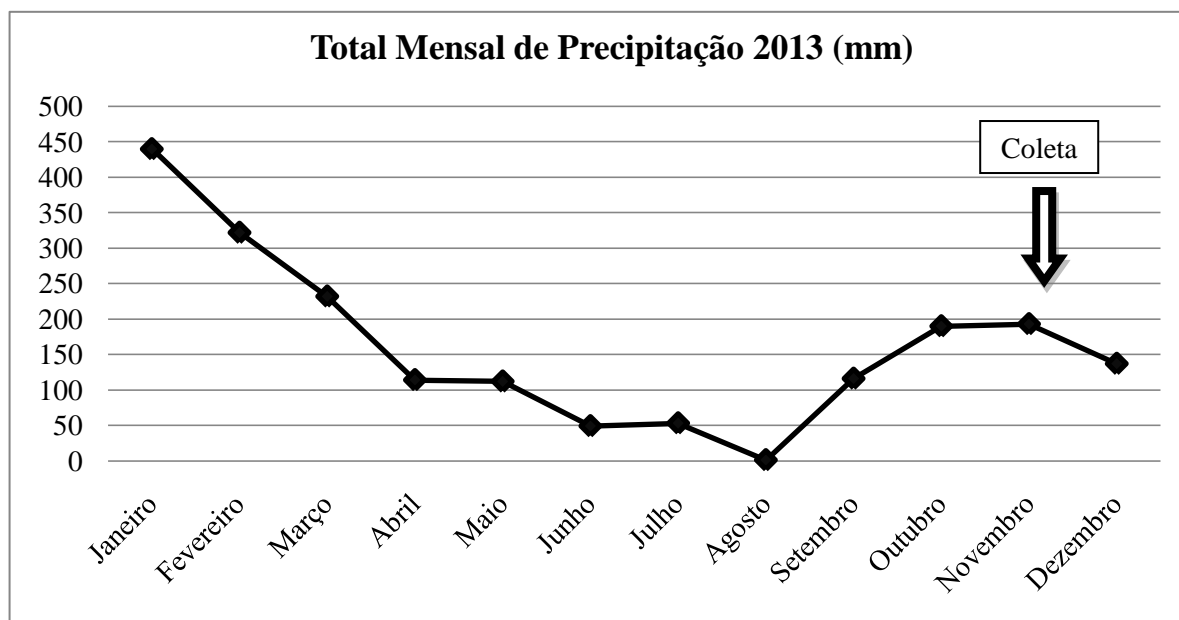


Figura 3 - Total mensal de precipitação (mm) em Inconfidentes (MG) localizado a 10 km de distância das áreas amostradas. Período de Janeiro a Dezembro de 2013.

Os monólitos de solo (25 x 25 cm de lado) foram retirados a uma profundidade de 0-20 cm, a uma distância de 30 metros entre si, com auxílio de um marcador de ferro (Figura 3). Antes da retirada do monólito de solo, a serapilheira foi amostrada na mesma área. As amostras de serapilheira e de monólito de solo, foram acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o laboratório de biotecnologia do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes/MG. Em seguida, foi realizada a triagem manual dos indivíduos visíveis a olho nu, os quais foram armazenados em frascos com solução de álcool 75% até o momento da identificação. Posteriormente, os indivíduos foram identificados em grupos taxonômicos com o auxílio de um microscópio estereoscópico e literatura específica (Figura 4). Após a contagem dos indivíduos, determinou-se o número de indivíduos por m² (abundância), a riqueza (número de grupos taxonômicos), o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de equabilidade de Pielou (J') (Brower & Zar, 1984). O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') foi calculado de acordo com o número de indivíduos de cada grupo taxonômico e o número total de indivíduos amostrados, de acordo com a seguinte equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{ni}{N} * \ln \frac{ni}{N}$$

onde:

H' = Índice de Shannon-Weaver;

$i = 1...n$;

s = número de grupos taxonômicos amostrados;
ni = número de indivíduos por grupo taxonômico i;
N = número total de indivíduos amostrados; e
ln = logaritmo neperiano.

O índice de equabilidade de Pielou (J') foi calculado a partir da seguinte expressão:

$$J' = \frac{H'}{H \max}$$

onde:

H' = índice de Shannon-Weaver;

H max (diversidade máxima) = ln s, sendo s o número de grupos taxonômicos.



Figura 4- Esquema ilustrativo da amostragem da fauna do solo pelo método TSBF. A - Marcador de ferro; B - Coleta da serapilheira; C - Corte do solo; D - Retirada do monólito de solo; E - Triagem manual; F - Identificação. **Fonte:** Arquivo pessoal (2013).

Nos mesmos pontos de coleta dos monólitos de solo, coletados nas três áreas, foram instaladas armadilhas de queda (Pitfall traps) para avaliar a atividade de grupos da fauna do solo. As armadilhas foram constituídas de frascos de vidros de 6 cm de diâmetro por 12 cm de altura, os quais foram enterradas no solo ficando com sua superfície superior aberta e ao nível do solo (Bachelier, 1963 apud Baretta, 2007). Em cada frasco foi adicionado 200 mL de detergente líquido neutro (2,5%). As armadilhas permaneceram em campo por três dias (Baretta et al, 2003) com proteção contra a chuva (Figura 5). Após esse período, os frascos

foram transportados para o laboratório onde, o conteúdo destes, foram passados por peneira de 0,053 mm. Os indivíduos da fauna do solo retidos na peneira foram recolhidos e armazenados em álcool 75%, onde permaneceram até o momento da identificação e contagem. Após identificados, foram realizados os seguintes procedimentos: somatória de indivíduos por armadilha (abundância), cálculos da riqueza de grupos taxonômicos, cálculo do índice de Shannon-Waver (H') e de equabilidade de Pielou (J').



Figura 5 – A- armadilha de queda (pitfall traps); B-proteção contra a chuva. **Fonte:** Arquivo pessoal (2013).

3.3. DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS

Em cada parcela, nos mesmos pontos onde foram amostrados os monólitos de solo, retirou-se 10 amostras de solo, com o auxílio de um trado, na profundidade de 0-20 cm. As amostras de solo foram separadas, homogeneizadas e levadas para o laboratório de Fertilidade do Solo do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes/MG para a determinação do 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).

A porcentagem da umidade do solo foi determinada por meio da pesagem de 10g por amostra de solo em estufa a 105°C por 48 h.

A massa seca da serapilheira foi determinada a partir da secagem em estufa a 55°C por 48h.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de densidade de indivíduos por m^{-2} , obtidos pela metodologia do TSBF e o número de indivíduos por armadilhas (PitFall Traps), das diferentes áreas foram submetidos à análise de variância (ANAVA) segundo o delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com as médias comparadas pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade usando o programa Sisvar (Ferreira, 2008). Ainda, com os resultados de densidade de indivíduos por m^{-2} (TSBF) e do número de indivíduos por armadilhas (Pitfall Traps) utilizou-se o teste de correlação de Pearson com as variáveis físicas: umidade do solo (Umid); massa seca da serapilheira (MSS) e químicas: pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al, CTC, V%, C-org, Zn, Fe, Mn, Cu e B, comparadas pelo teste *t* com 5% de probabilidade.

4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. METÓDO TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY - TSBF

4.1.1. Densidade

Houve diferença significativa para densidade (ind.m⁻²), coletados pela metodologia do TSBF entre as áreas de mata conservada (MC), mata impactada (MI) e cultivo do cafeeiro (CA) (Figura 6). Os maiores valores de densidade de indivíduos foram encontrados na MC (15968), diferindo significativamente das demais áreas estudadas. Entretanto, não foi observada diferença significativa na abundância de grupos taxonômicos entre MI (8848) e CA (5280).

Este resultado corrobora os estudos realizados por Merlin (2005), Baretta et al. (2010) e Pereira (2012), que obtiveram maior densidade de indivíduos em Florestas nativas, comparados a reflorestamento e áreas impactadas. Merlin (2005) ainda relata que em ecossistemas onde há estágios mais avançados de preservação e, conseqüentemente, apresentem maior diversidade de cobertura vegetal, ocorre maior benefício à presença de invertebrados, porque nesses ambientes há maior quantidade e qualidade de fontes de alimento e habitats para esses organismos.

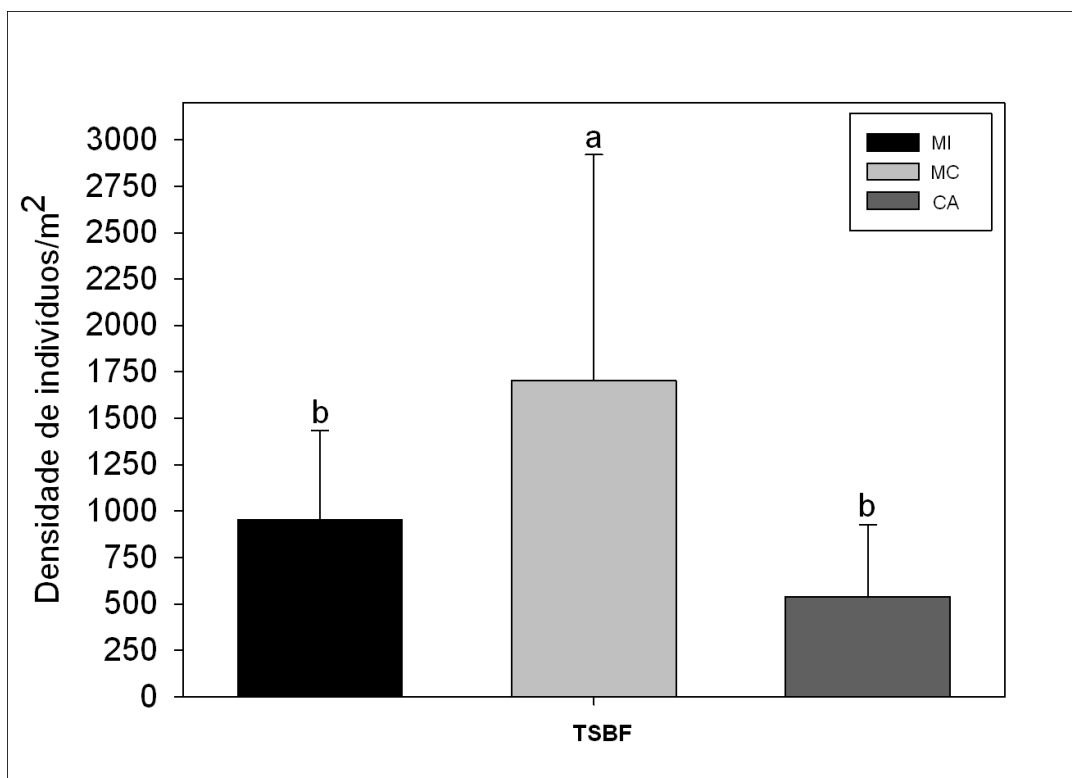


Figura 6 - Densidade de indivíduos total (m²) da fauna edáfica amostradas pela metodologia TSBF, em três áreas: mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA) (Novembro de 2013). Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade.

Dentre os grupos encontrados no solo, os insetos sociais Isoptera (cupins) e Hymenoptera Formicidae (formigas) foram os que apresentaram a maior abundância nas três áreas. Porém, a mata conservada (MC) foi a que apresentou a maior densidade desses indivíduos (Tabela 3). Os insetos sociais também foram os mais abundantes em florestas preservadas de araucária, comparadas ao reflorestamento dessa espécie (Baretta et al., 2010).

A abundância de indivíduos da família Coleoptera Staphylinidae na área de cultivo do cafeeiro foi praticamente o dobro da encontrada nas demais áreas, mata conservada (MC) e mata impactada (MI). Este resultado indica que este grupo está menos presente em áreas de floresta preservada (Teixeira et al., 2009) e fortemente associado a áreas de maior impacto antrópico e pode ter sua densidade aumentada pelo manejo do solo, principalmente por efeito de adubações (Varchola e Dunn, 1999; Hunter, 2002).

Os maiores valores de abundância de indivíduos do grupo Araneae (aranhas) foram encontrados no solo de ambientes com maior densidade de cobertura vegetal MI e MC comparados à área de cultivo do cafeeiro (CA) (Tabela 3), indicando que a estrutura da vegetação e heterogeneidade de habitats, provavelmente sejam fatores que influenciam a

comunidade de aranhas, especialmente pela maior densidade de presas (Oliveira-Alves et al., 2005).

O grupo Chilopoda (centopeias), os quais são predadores apresentaram maior abundância e frequência relativa no ambiente mais conservado MC (90%), comparados às outras duas áreas MI (70%) e CA (20%) (Figura 7). Maior densidade e diversidade de centopeias foram encontradas em solos sob florestas de araucária naturais, comparados a reflorestamentos e áreas impactadas com araucária, indicando uma relação entre ambientes florestais mais conservados e presença de grupos predadores (centopeias) à semelhança do que acontece com o grupo Araneae (aranhas) (Baretta, 2007).

O grupo Diplopoda (piolhos-de-cobra), apresentou maior abundância e frequência relativa (90%) na área de mata conservada (MC) em comparação com a MI (60%) e CA (10%) (Figura 7). Esta diferença indica que nos ambientes mais preservados, a cobertura vegetal propicie maior acúmulo de serapilheira em decomposição aumentando a população de fungos, alimentos para o grupo Diplopoda (Costa Neto, 2007).

Tabela 3 - Densidade (indivíduos por metro quadrado) dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Grupos Taxonômicos	MI	MC	CA
Acarina	0	96 ($\pm 20,24$)	32 ($\pm 5,76$)
Araneae	336 ($\pm 30,59$)	336 ($\pm 21,93$)	128 ($\pm 10,24$)
Blattodea	192 ($\pm 34,40$)	96 ($\pm 11,19$)	16 ($\pm 2,88$)
C.Staphylinidae	352 ($\pm 38,80$)	272 ($\pm 20,03$)	656 ($\pm 43,84$)
Chilopoda	288 ($\pm 24,79$)	400 ($\pm 27,46$)	64 ($\pm 10,24$)
Coleoptera	208 ($\pm 25,07$)	224 ($\pm 25,24$)	432 ($\pm 24,96$)
Collembola	32 ($\pm 6,75$)	192 ($\pm 23,61$)	272 ($\pm 37,12$)
Dermaptera	128 ($\pm 21,06$)	64 ($\pm 11,19$)	0
Diplopoda	320 ($\pm 36,95$)	624 ($\pm 67,23$)	16 ($\pm 2,88$)
Diplura	96 ($\pm 13,49$)	80 ($\pm 15,55$)	0
Formicidae	4256 ($\pm 455,88$)	7136 ($\pm 999,29$)	992 ($\pm 109,44$)
Hemiptera	320 ($\pm 41,31$)	208 ($\pm 18,55$)	192 ($\pm 17,92$)
Isoptera	1200 ($\pm 314,28$)	3008 ($\pm 619,07$)	960 ($\pm 166,4$)
Larva de Coleoptera	240 ($\pm 33,96$)	864 ($\pm 75,12$)	544 ($\pm 49,92$)
Larva de Diptera.	16 ($\pm 5,06$)	208 ($\pm 28,27$)	80 ($\pm 12,8$)
Larva de Lepidoptera	0	80 ($\pm 13,60$)	80 ($\pm 12,8$)
Oligochaeta	192 ($\pm 29,02$)	320 ($\pm 29,21$)	528 ($\pm 30,4$)

Orthoptera	32 ($\pm 6,75$)	32 ($\pm 6,75$)	0
Outros*	640 ($\pm 86,48$)	1728 ($\pm 121,26$)	288 ($\pm 19,84$)

*Outros = somatório de outros grupos.

A densidade (indivíduos por m⁻²) e frequência relativa de Oligochaeta (Minhocas) foram diferenciadas entre as três áreas (Tabela 3, Figura 7). A área sob o cultivo do café (CA) teve uma maior abundância de indivíduos em relação às demais. Entretanto, a área mais conservada (MC) foi a que apresentou uma maior frequência relativa (100%) em comparação com a CA (90%) e MI (60%). Na mata conservada (MC) foi identificadas duas espécies nativas de minhocas, *Urubenus brasiliensis* e *Fimoscolex sp.*, e no cultivo do café (CA) ocorreu predomínio da espécie *Pontoscolex corethrurus* (dados não mostrados). Estes resultados mostram que a espécie *Pontoscolex corethrurus*, considerada muito agressiva e invasora, ainda se encontra restrita à área cultivada, não presente nos fragmentos florestais mais conservados. Isto indica a necessidade do isolamento dos fragmentos de mata, visando a preservação das espécies de minhocas nativas nele existentes. Fernandes et al. (2010) e Steffen (2012) encontraram espécies de minhocas exóticas e a peregrina *Pontoscolex corethrurus* em maior abundância em ambientes mais impactados, enquanto que as nativas nos ecossistemas mais preservados. Nesse sentido, ressalta-se a importância do uso do grupo Oligochaeta (minhocas) como bioindicador de qualidade do solo e mudanças ambientais (Baretta, 2007, Brow et al., 2009, Pereira, 2012).

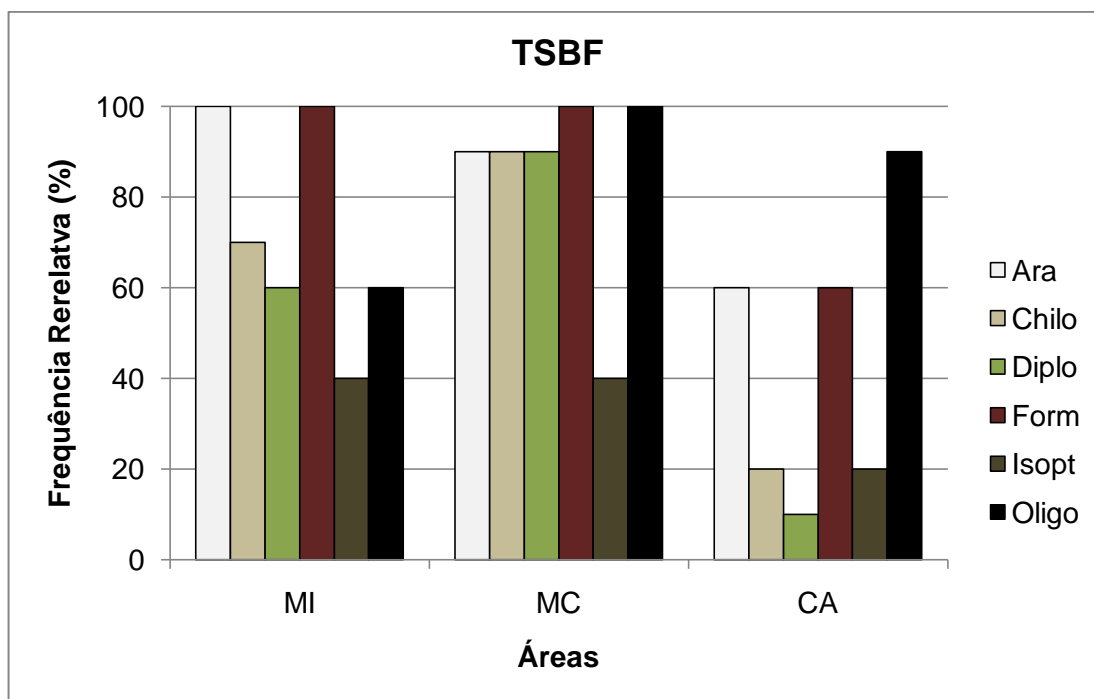


Figura 7 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com a metodologia TSBF, nas áreas com mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA), (n= 10). Ara= Araneae; Chilo= Chilopoda; Diplo= Diplopoda; Form= Formicidae; Isopt= Isoptera; Oligo= Oligochaeta

4.1.2. Riqueza e índices de diversidade

Os valores de riqueza de grupos taxonômicos da fauna edáfica foram maiores na área conservada (MC) seguidos da mata impactada (MI) e cultura de café (CA) (Figura 8). Este resultado indica que há relação entre maior riqueza de grupos da fauna do solo e a preservação do ecossistema. Estudos de Merlin (2005), Baretta et. al. (2010) e Pereira (2012), obtiveram resultados semelhantes, pois ao comparar áreas de florestas nativas com áreas de reflorestamento ou que sofreram algum tipo de intervenção antrópica, encontraram maior riqueza de grupos de invertebrados de solo em áreas mais conservadas.

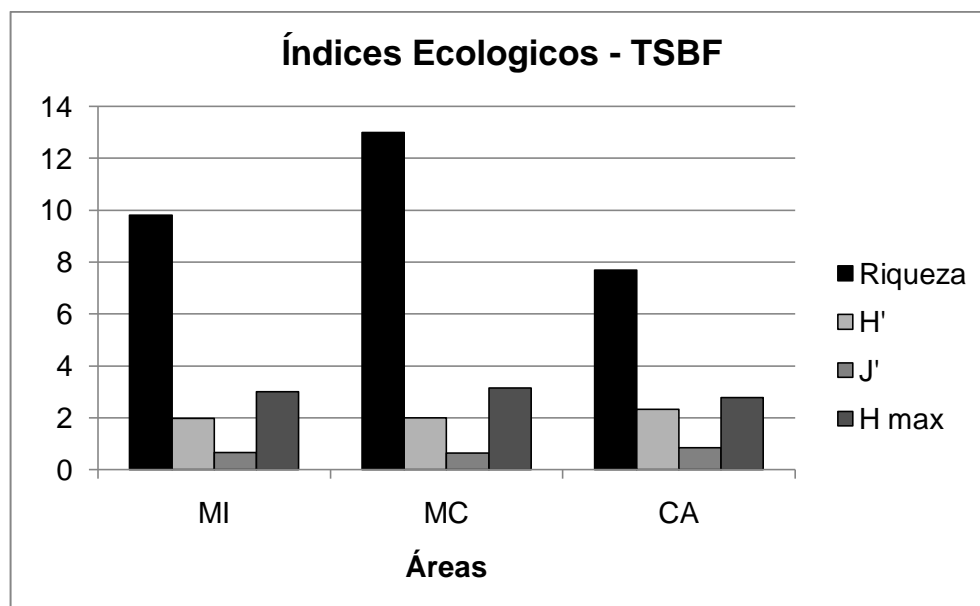


Figura 8 - Riqueza de grupos taxonômicos, índice de diversidade de Shannon (H'), de Pielou (J') diversidade máxima (H max) da comunidade da fauna edáfica amostrados pelo método TSBF, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Os maiores valores do índice de Shannon e de Pielou foram encontrados na área sob cultivo do cafeeiro (CA) (2,32), em relação às demais áreas mais conservadas. Isto, provavelmente seja explicado pela menor densidade de grupos em CA, o que resultou em maior equitabilidade (0,84), aumentando o valor de diversidade (Figura 8). Embora haja maior riqueza de grupos nos fragmentos florestais, em relação ao cultivo do cafeeiro (CA), a maior predominância de alguns grupos pode ter diminuído a equitabilidade entre eles influenciando na diversidade (Silva et al., 2012).

4.1.3. Análise de correlação

Houve correlação significativa entre a densidade de indivíduos e atributos químicos do solo (Tabela 4). A densidade de indivíduos na mata impactada (MI) apresentou valores de correlação negativa: com fósforo (-0,82), onde foram encontrados os menores valores para fósforo no solo (Tabela 2) e alumínio (-0,45), onde a concentração de alumínio apresentou valores mais elevados. Positiva: com os atributos cálcio (0,50), saturação por base (0,49). Na mata conservada (MC) a única correlação significativa foi com carbono orgânico (-0,52), onde os maiores valores foram encontrados em solo sob mata conservada (MC) (Tabela 2). Já na área sob cultivo do cafeeiro (CA), foram encontradas correlações positivas com: magnésio (0,46) e capacidade de troca de cátions (0,47). Esses resultados demonstram que há influência de diferentes atributos químicos do solo sobre a abundância de grupos da fauna nas diferentes áreas. Lourente et. al. (2007), encontraram correlações positivas (Ca, Al e

Carbono orgânico) e negativas (P e K) no solo sob diferentes sistemas de cultivo e grupos de invertebrados do solo.

Tabela 4 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entra os atributos químicos do solo e densidade de indivíduos pelo método TSBF nas áreas mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Correlação	MI	MC	CA
P	-0,82*	-0,17	0,38
Ca	0,50	0,23	0,39
Mg	0,43	0,07	0,46
Al	-0,45	-0,39	-0,16
CTC	0,01	-0,31	0,47
V(%)	0,49	0,19	0,20
C-org (g/kg)	-0,06	-0,52	-0,34

*Valores em negrito apresentaram correlação significativa, pelo teste t com 5% de probabilidade.

4.2. METÓDO DE ARMADILHAS

4.2.1. Número de indivíduos por armadilha

A coleta de invertebrados de solo, por armadilhas de queda, dá uma indicação de quais grupos são mais ativos nas áreas. O número de indivíduos coletados pelo método de armadilhas não apresentou diferença significativa entre as áreas estudadas (Figura 9). Porém, a maior abundância de indivíduos foi encontrado na MI (1024), seguidos da MC (757) e CA (727).

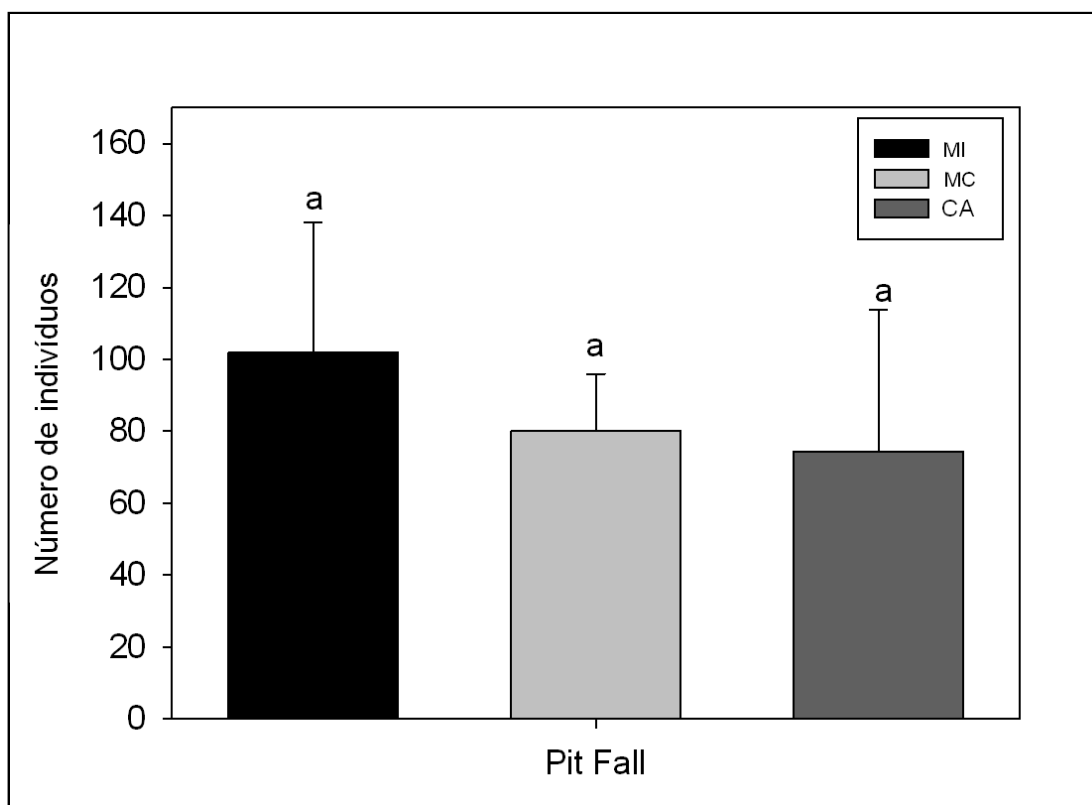


Figura 9 - Número total de indivíduos da fauna do solo por armadilha (PitFall Traps), amostradas em três áreas: mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA) (Novembro de 2013). Letras iguais não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-knott a 5% de probabilidade.

Os grupos taxonômicos Collembola (colêmbolos) e Hymenoptera Formicidae (Formigas) apresentaram maior abundância e frequência relativa de indivíduos nas três áreas estudadas (Tabela 5; Figura 10). Estes grupos também foram os mais abundantes e frequentes em diferentes ambientes (cultivo e mata conservada), nos estudos de Antonioli et. al. (2006), Alves et al. (2006), Baretta et al. (2007) e Brancher & Roza-Gomes (2012). Os maiores valores de abundância de colêmbolos foram encontrados nos fragmentos de mata MI e MC, ocorrendo o contrário para a abundância de Hymenoptera Formicidae, onde CA apresentou valores mais elevados (Tabela 5). Este resultado demonstra que esses grupos são potenciais indicadores de distúrbios ambientais (Baretta et al., 2003; Baretta et. al. 2008b) .

A ordem Araneae apresentou maiores valores de abundância (Tabela 5) e frequência relativa (Figura 10) nos fragmentos de mata MC e MI comparada a CA, reforçando a hipótese que este grupo está relacionado com a estrutura da vegetação, presente em ambientes mais conservados, a semelhança do que ocorreu com os resultados obtidos pela metodologia do TSBF.

A ordem Orthoptera (grilos) apresentou valores de abundância (Tabela 5) e frequência relativa (Figura 10) maiores nas áreas MI (100%) e MC (100%) em comparação com a CA (10%). Rezende et. al. (2007) encontraram maior abundância de grilos, amostrados por armadilhas, após período de chuva e em área de mata com estágio de sucessão ecológica mais avançada, indicando o efeito positivo da umidade na sobrevivência dos grilos.

Tabela 5 – Número total de indivíduos por armadilha dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica amostrados pelo método “PitFall Traps”, nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Grupos Taxonômicos	MI	MC	CA
Acarina	4 ($\pm 0,52$)	5 ($\pm 0,71$)	0
Araneae	33 ($\pm 2,45$)	44 ($\pm 3,66$)	11 ($\pm 1,20$)
Blattodea	5 ($\pm 0,97$)	11 ($\pm 1,60$)	0
C. Staphylinidae	97 ($\pm 10,40$)	36 ($\pm 2,32$)	48 ($\pm 4,13$)
Chilopoda	0	1 ($\pm 0,32$)	0
Coleoptera	51 ($\pm 3,41$)	21 ($\pm 2,18$)	13 ($\pm 1,42$)
Collembola	436 ($\pm 21,09$)	341 ($\pm 16,80$)	261 ($\pm 35,54$)
Diplopoda	3 ($\pm 0,67$)	3 ($\pm 0,95$)	0
Diptera	240 (9,27)	81 ($\pm 4,23$)	39 ($\pm 1,29$)
Formicidae	62 ($\pm 2,49$)	161 ($\pm 7,14$)	240 ($\pm 29,34$)
Grylloblattodea	5 ($\pm 0,71$)	12 ($\pm 1,69$)	31 ($\pm 3,28$)
Hemiptera	7 ($\pm 1,15$)	1 ($\pm 0,32$)	17 ($\pm 1,16$)
Isoptera	2 ($\pm 0,63$)	0	10 ($\pm 1,33$)
Orthoptera	68 ($\pm 3,79$)	35 ($\pm 2,17$)	3 ($\pm 0,95$)
Outros*	10 ($\pm 1,34$)	5 ($\pm 0,32$)	54 ($\pm 12,51$)

*Outros = Somatório de outros grupos

A ordem Grylloblattodea foi mais abundante no solo sob cultivo do cafeeiro (CA) comparado as demais áreas (MI e MC), provavelmente relacionado à maior umidade do solo (Tabela 2). Esta ordem ainda é muito pouco estudada no Brasil, principalmente relacionando-a como bioindicadora de qualidade do solo (Baretta et al 2011).

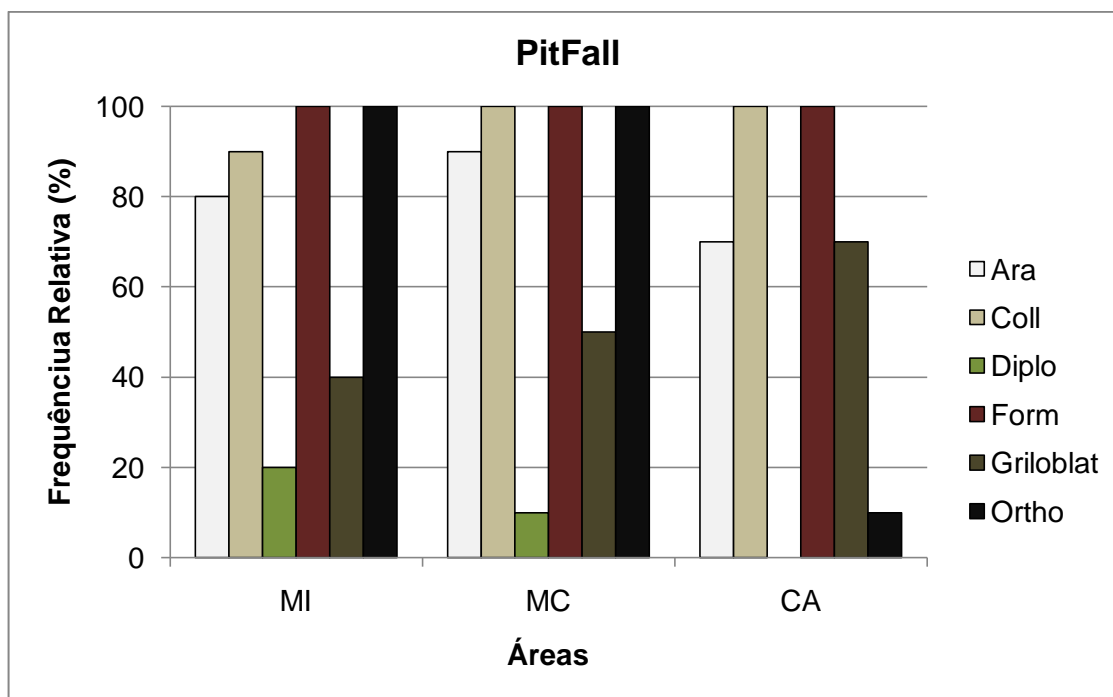


Figura 12 - Frequência relativa dos principais grupos da macrofauna edáfica coletadas com armadilhas de queda (PitFall Traps), nas áreas com mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA), (n= 10). Ara= Araneae; Coll= Collembola; Diplo= Diplopoda; Form= Formicidea; Griloblat= Grylloblattodea; Ortho= Orthoptera; Form= Formicidea, ,

4.2.2. Riqueza e índices de diversidade

Os valores da riqueza de grupos taxonômicos da fauna edáfica foram maiores nas áreas de mata MI e MC comparadas com a do cultivo do cafeeiro (CA) (Figura 11). Este resultado indica que há maior atividade de grupos da fauna edáfica em áreas mais preservadas (maior riqueza), possivelmente pela maior abundância de alimento e abrigo nessas áreas, à semelhança do ocorreu com os resultados obtidos pela metodologia do TSBF (Figura 8).

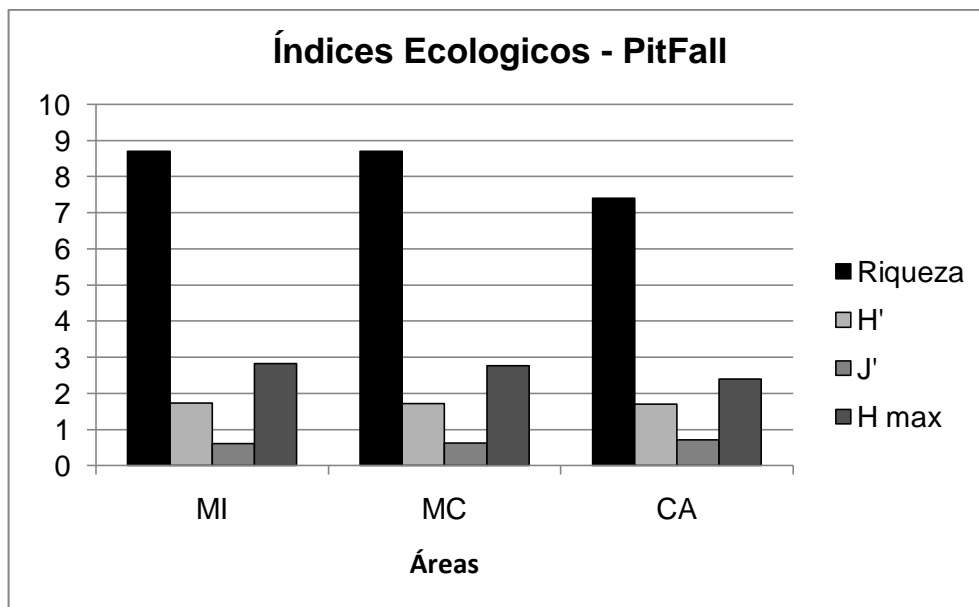


Figura 11 - Riqueza de grupos taxonômicos índice de diversidade de Shannon (H'), de Pielou (J') diversidade máxima (H max) da comunidade da fauna edáfica amostrados pelo método de armadilhas (PitFall Traps), nas áreas de mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Os valores do índice de Shannon foram praticamente idênticos nas três áreas MI (1,73), MC (1,72) e CA (1,7). Entretanto, o maior valor do índice de equitabilidade foi encontrado no cultivo do cafeeiro (CA) (0,71) comparado a MI (0,61) e MC (0,62). Isto, provavelmente seja explicado pelo menor número de grupos de indivíduos encontrados em CA, o que resultou em maior equitabilidade (Figura 11). Esta mesma tendência foi observada nos resultados obtidos pela metodologia do TSBF.

4.2.3. Análise de correlação

Houve correlação significativa entre a o número de indivíduos por armadilha e atributos químicos e físicos do solo (Tabela 6).

Tabela 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) entra os atributos químicos e físicos do solo e número indivíduos por armadilha nas áreas mata impactada (MI), mata conservada (MC) e cultivo do cafeeiro (CA).

Correlação	MI	MC	CA
P (mg/dm ³)	0,12	0,53	0,17
Ca (mg/dm ³)	-0,24	0,55	0,17
V (%)	-0,32	0,47	0,18
C-org (g/Kg)	-0,37	-0,07	0,53
Umd.(%)	0,77¹	-0,31	0,12
M.S.S (kg.m ²)	0,14	0,62	- ²

¹Valores em negrito apresentam correlação significativa, pelo teste de t com 5% de probabilidade, ² Massa da serapilheira nula.

O número de indivíduos por armadilha na mata impactada (MI) apresentou valores de correlação positiva: com umidade do solo (0,77). Na mata conservada (MC) apresentou correlação positiva: com o Fósforo (0,53), saturação por base (0,47) e massa seca da serapilheira (0,62). Já na área sob cultivo do cafeeiro (CA), ocorreu correlação positiva com o carbono orgânico (0,53). Esses resultados demonstram que há relação significativa com a atividade da fauna edáfica com os atributos químicos e físicos do solo.

5.0. CONCLUSÃO

Considerando a metodologia do TSBF, a abundância de indivíduos do grupo Coleoptera Staphylinidae foi influenciada pelo tipo de cobertura vegetal, estando mais presentes na área sob cultivo do cafeeiro (CA). A espécie *Ponthoscolex corethrurus* foi encontrada apenas na sob cultivo do cafeeiro, indicando a associação desta espécie com ambientes antropizados, destacando a ordem Oligochaeta como boa indicadora de qualidade do solo e de distúrbios ambientais.

Considerando a metodologia de armadilhas, os indivíduos do grupo Collembola e Hymenoptera Formicidae, foram influenciados pelo tipo de cobertura vegetal. Os colêmbolos foram mais abundantes em MI e MC, enquanto que as formigas em CA.

Considerando as duas metodologias de coleta (TSBF e PitFall), o grupo Araneae (Aranhas) foi mais abundante e frequente em MC, demonstrando o potencial deste grupo como indicador de áreas conservadas. A maior abundância de indivíduos da fauna e riqueza de grupos taxonômicos foi encontrada nos fragmentos florestais MC e MI, destacando a importância desse ecossistema (fragmento florestal) na preservação de grupos da fauna do solo.

Houve correlação entre umidade, atributos químicos do solo e abundância de indivíduos nas diferentes áreas estudadas.

6.0.REFERÊNCIAS

- 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.
- ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p.33-43, 2006
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, C. P.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, F. R. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 16, n.4, p. 407-417. 2006.
- AQUINO, M. A.; ASSIS, R. L. Processos biológicos no sistema solo-planta: **ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília, EMBRAPA, 2005. 368p.
- ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, B. B.; MONTEIRO, R. T. R. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. *European Journal of Soil Biology*, v. 44, n. 2, p. 225-230, 2008.
- ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.88, n.2, p.153-160, feb. 2002.
- BADEJO, M.A; VAN STRAALLEN, N.M. Seasonal abundance of springtails in two contrasting environments. *Bitropica*, v.25, p. 222-228. 1993
- BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. 2007. 158 p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- BARETTA, D.; BROWN, G .G. & CARDOSO, E. J. M. M. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadoras de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Acta Zoológica Mexicana (n.s.)**, 135-150, 2010.
- BARETTA, D.; MALUCHE-BARETTA, C.R.D.M.; CARDOSO, E.J.B.N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 32, p. 2683-2691, 2008a.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. P.; MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, V.2, P.97-106, 2003.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; FILHO, L. C. L. O.; ALVES, M.V. Fauna edáfica e qualidade do solo. p. 141-192. In: Filho, O.K.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

BARETTA, D.; SANTOS, P. C. J.; BERTOL, I.; ALVES, V. M.; MANFOI, F.; BRETTE, M. D. R. C. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciência Agroveterinarias**, Lages, v.5, n.2, p. 108-117, 2006.

BARETTA, D.; FERREIRA, S. C.; SOUSA, P. J.; CARDOSO, N. B. J. E. Colêmbolos (Hexpoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:2693-2699, número especial, 2008b.

BLAIR, J.M.; PARMELEE, R.W.; WYMAN, R.L. A comparison of the forest floor invertebrate communities of four forest types in the northeastern U.S. **Pedobiologia**, v. 38, p. 146-160, 1994.

BRANCHER, D. & ROZA-GOMES, M.F. Survey of edaphic fauna in forest fragment in the municipality of Anchieta (SC, Brazil). **Biota Neotropica**, v.12 no.3, p-96-98, 2012.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brow, 1984. 226 p.

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).

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. de C.; MERLIM, A. de O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, RJ: EDUR, v. 24, n.2, p. 29-34, jul.-dez. 2004.

COSTA NETO, E. M. The perception of diplopoda (arthropoda, myriapoda) by the inhabitants of the county of pedra branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil. **Acta Biológica. Colombiana**, 12: 123-134, 2007. Disponível em: < <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/27209/27479>>. Acesso em: 01 de mai. de 2014.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.B.; CLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. (Ed). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA. Special Publication, 35).

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

FERNANDES, J. O.; M. Uehara-Prado & G. G. Brown. Minhocas exóticas como indicadoras de perturbação antrópica em áreas de floresta atlântica. **Acta Zoológica Mexicana (n.s.)**, 211-217, 2010.

FERREIRA, D. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **A Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

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

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. **Soil Science Society America Journal**, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

KATO, E. Atributos físicos, químicos e biológicos de um latossolo de cerrado em plantio de espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 613-620, 2009.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio passo cue, região oeste do estado do Paraná**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/hudson.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F.; SILVA, A. D.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, M. F. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 17-22, 2007.

MALUCHE-BARETTA, C. R. D. **Diversidade microbiana em solos sob florestas de *Araucaria angustifolia***. 2007. 184p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

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.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/mapa_mata_atlantica_verso_202.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.

MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. 368 p.

REZENDE, M. Q.; SOARES, L. G. S.; MÓL, A. P.; SPERBER, C. F. Interação entre processos ecológicos e geomorfológicos na diversidade e abundância de grilos

(Orthoptera:Grylloidea) de serrapilheira florestal. **Anais**, VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu. 2007.

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 Pituáçu – PMP, Salvador, Bahia. **Biota Neotropica**. v.5 . p. 1-8, 2005.

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.

SCHLOTTER, M.; DILLY, O.; MUNCH, J.C. Indicators for evaluating soil quality. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 98, p. 255-262, 2003.

SILVA, L. G.; MENDES, I. C.; REIS-JUNIOR, F. B.; FERNANDES, M. F.; MELO, J. T.; SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372p. (Studies in Ecology, 5).

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; MAIA, C.I.; FERES, A.; TAVARES, R. C. Soil faunal in management systems with coffee. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3 n. 2 p. 59-71, 2012.

STEFFEN, G. P. K. **Diversidade de minhocas e sua relação com ecossistemas naturais e alterados no estado do rio grande do sul**. 208 p. 2012. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2, p. 195-276.

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.

ZILLI, J. É. RUMJANEK, N.G.; XAVIER, G.R.; COUTINHO, H.L.C; NEVES, M.C.P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, n.3, p.391-411, dez. 2003.