

**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**SUL DE MINAS GERAIS**  
Campus Inconfidentes

**ADRIANA DE FÁTIMA ZÉTULA**

**ABUNDÂNCIA DE INVERTEBRADOS DE SOLO EM MATA COM  
*Araucaria angustifolia* NATIVA E REFLORESTADA NO SUL DE  
MINAS GERAIS**

**INCONFIDENTES – MG**

**2016**

**ADRIANA DE FÁTIMA ZÉTULA**

**ABUNDÂNCIA DE INVERTEBRADOS DE SOLO EM MATA COM  
*Araucaria angustifolia* NATIVA E REFLORESTADA NO SUL DE  
MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes. Para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jamil de Moraes Pereira.

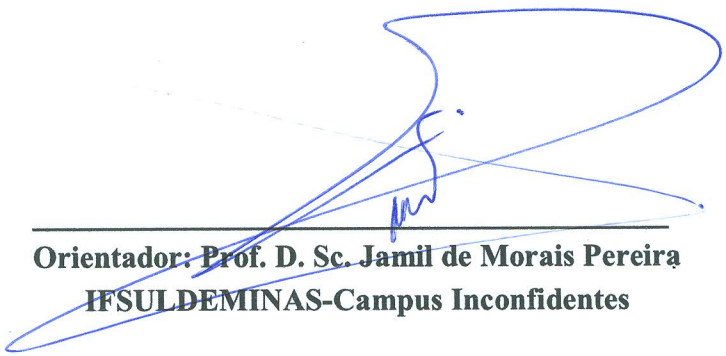
**INCONFIDENTES – MG**

**2016**

**ADRIANA DE FÁTIMA ZÉTULA**


**ABUNDÂNCIA DE INVERTEBRADOS DE SOLO EM MATA COM  
*Araucaria angustifolia* NATIVA E REFLORESTADA NO SUL DE  
MINAS GERAIS**

**Data de Aprovação: 28/10/2016**



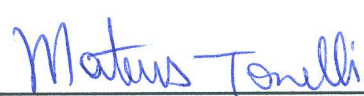
---

**Orientador: Prof. D. Sc. Jamil de Moraes Pereira  
IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes**



---

**Membro 1: Prof. D. Sc. Luiz Carlos Dias Rocha  
IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes**



---

**Membro 2: M.Sc. Mateus Tonelli  
ESALQ/USP**

## **DEDICATÓRIA**

*Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda essa longa caminhada. Aos meus pais João e Lucimara que me deram todo incentivo e apoio incondicional. A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão perto de mim, fazendo essa vida cada vez valer mais a pena.*

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus que me permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nesses anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.*

*Agradeço também, aos meus amados pais João Zétula e Lucimara Zétula, a minha irmã Priscilla Zétula e a minha querida sobrinha Ana Júlia Zétula, onde dedico esse trabalho, bem como todas minhas demais conquistas.*

*Ao meu orientador, professor Jamil de Moraes Pereira, pela paciência, apoio e suporte, tanto nas coletas como me recebendo em sua sala nas horas mais necessitadas.*

*Ao Dr. Luiz Carlos Dias Rocha e ao MSc. Mateus Tonelli por ter aceitado o convite de ser membro na banca examinadora.*

*Aos proprietários das áreas, Sr. Eduardo e ao Sr. Celso que nos receberam com toda boa vontade, e nos ajudaram no transporte.*

*Aos profissionais do IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes, pela atenção e paciência no esclarecimento de dúvidas e fornecimento de alguns dados necessários.*

*Agradeço a todos meus professores por me proporcionarem o conhecimento, não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.*

*Meus agradecimentos aos meus amigos Washington, Phillip, Júlio, Samuel e Fran companheiros de trabalho que me ajudaram a colocar a “mão na massa”, sem vocês esse trabalho não estaria completo.*

*Meus agradecimentos aos amigos de sala, companheiros de trabalho e irmãos na amizade, Rafael, Gustavo, Márcia, Juliana, Ana Maria, Regiane, Amanda, Samuel, Fran, Lucas, Donella, Jacque, Júlio, Michelle, Kall e Lídia os quais fizeram parte da minha formação e permanecerão presentes em minha vida, com toda certeza. A todos, muito obrigada pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas.*

*Agradeço em especial aos profissionais do projeto TAMAR por me proporcionarem a melhor experiência dentro da biologia e por me mostrarem que nós seres humanos podemos fazer total diferença na vida dos animais e graças a essa vivência ganhei um dos meus melhores presentes da vida: Renato Mattar e Nathalia Pradella, amo vocês.*

*#SAVETURTLES <3*

*“Deus não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo só depende de nossa vontade e perseverança.”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista dispõe uma abundância de espécies de invertebrados que compõem a fauna do solo. Estes invertebrados desenvolvem importante papel ecológico porque aceleram a decomposição da serapilheira, permitindo a ciclagem de nutrientes, fundamentais a manutenção da fertilidade dos solos florestais. O objetivo deste trabalho foi estudar a abundância de grupos de invertebrados de solo em fragmentos florestais com *Araucaria angustifolia* naturais e em reflorestamento no sul de Minas Gerais. Foram selecionadas três áreas de mata: 1. Mata com araucária em reflorestamento 1 (50 anos – R1), 2. Mata com araucária em reflorestamento 2 (60 anos – R2) e 3. Mata com araucária nativa (N). Os invertebrados foram coletados pela metodologia do *Tropical Soil Biology And Fertility* (TSBF), onde em cada área, foram retirados 9 monólitos de solo (25 x 25 cm de lado) na profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um marcador de ferro, a uma distância de 20 metros entre si. A serapilheira foi amostrada da mesma área do monólito. No mesmo ponto de amostragem dos monólitos, o solo foi coletado para a avaliação dos atributos químicos (pH, Ca, Mg, K, P, H+Al, Al, C-org, CTC) e físico (umidade), com o auxílio de um trado holandês. Os invertebrados foram identificados ao nível de grupos, de acordo com suas características morfológicas. Um total de quatorze grupos de invertebrados foi identificado na área de estudo em média (2.424 indivíduos). A maior densidade de invertebrados foi encontrada em R2 (47,8%), seguidas de R1 (30,5%) e N (21,5%). Os resultados de densidade entre as áreas foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ). Houve diferença significativa para abundância entre as áreas. O grupo Formicidae foi mais abundante em R2 comparada a N, mas não diferiu de R1. O grupo Collembola foi mais abundante e exclusivo de N em relação as demais áreas. Larvas teve maior distribuição em N, enquanto que Isopora e Formicidae, principalmente nas áreas em reflorestamento.

**Palavras-chave:** Fauna do solo; Floresta ombrófila mista; Ecologia do solo; Monólitos de solo; Atributos químicos do solo.



## ABSTRACT

The Mixed Rain Forest is very abundant in species of invertebrates which compose the soil's fauna. These invertebrates develop an important ecological role in accelerating the decomposition of the organic tree litter, which allows the cycling of the nutrients, essentials to the fertility maintenance on the forest soils. The objective of this article was the study of the abundance of different groups of soil invertebrates in forest fragments with both natural and reforested *Araucaria angustifolia* in the south of Minas Gerais. . We selected three areas of forest: 1. Forest araucaria reforestation 1 (50 years – R1), 2. Forest araucaria reforestation 2 (60 years – R2) and 3. Forest with native araucaria (N). The invertebrates were collected using the methodology of Tropical Soil Biology And (TSBF), on which in each area were removed 9 soil monoliths (25 x 25 cm in the size) and from 0 to 20 cm in the depth, with the use of an iron marker, in a distance of 20 meters between each. The organic tree litter was sampled from the same area of the monolith. In the same sampling point where the monoliths were removed, the soil was collected for the evaluation of its chemical attributes (pH, Ca, Mg, K, P, H+Al, Al, C-org, CTC) and physical (humidity), with the use of an auger. The invertebrates were identified by the level of groups, according to their morphologic characteristics. A total of fourteen groups of invertebrates were identified in the area of the study (2.424 individuals). The highest density of invertebrates was found in R2 (47.8%), followed by R1 (30.5) and N (21.5%). The results of the density among the areas that were compared by the Kruskal-Wallis test ( $P < 0.05$ ). There was a significant difference in the abundance among the areas. The Formicidae group was more abundant in R2 compared to N, but did not differ R1. The Collembola group was more abundant and unique in N compared with other areas. Larvae had greater distribution in N while Isoptera and Formicidae, especially in the reforestation areas.

**Keywords:** Soil Fauna; Mixed Rain Forest; Soil Ecology; Soil Monoliths; Chemical Attributes of the Soil

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRUDUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 <i>A. angustifolia</i> .....	16
2.2 FAUNA DO SOLO.....	17
2.3 IMPORTÂNCIA DA FAUNA DO SOLO.....	17
<b>3. MATERIAS E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO.....	20
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	21
3.3 AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO.....	26
3.4 DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E UMIDADE DO SOLO.....	28
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Classificação da Fauna do solo por tamanho (SWIFT; HEAL e ANDERSON, 1979 *apud* BARETTA, 2007) ..... 18
- Figura 2** – Distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG. **Fonte:** Google Earth ..... 20
- Figura 3** - Variação da precipitação (mm) e temperatura (°C) média mensal dos meses de janeiro a dezembro de 2015 no município de Campos do Jordão (INMET, 2015) ..... 21
- Figura 4** – Área 1: Vista da Mata com Araucária Reflorestada 1 (R1), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth (2015) .....22
- Figura 5** – Área 1: Mata de Araucária Reflorestada 1 (R1), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG. **Fonte:** Arquivo Pessoal (2015) .....22
- Figura 6** – Área 2: Mata com Araucária Reflorestada 2 (R2), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth.....23
- Figura 7** - Área 2: Mata com Araucária Reflorestada 2 (R2), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, 2015. **Fonte:** Arquivo Pessoal.....24
- Figura 8** – Área 3: Vista da Mata com Araucária Nativa (N), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth.....25
- Figura 9** – Diversidade florística encontrada na área 3 (N). A – Bromeliáceas. B - Samambaias. C – Plantas Arbóreas. D – Plantas Arbustivas. Distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2015. **Fonte:** Arquivo Pessoal.....25
- Figura 10** - Esquema ilustrativo da retirada de monólito de solo. A - Marcador de ferro; B - Corte do solo com talhadeira (0-20 cm); C – Retirada do monólito de solo; D – Armazenamento do material em saco de polietileno.....26
- Figura 11** - Esquema ilustrativo da triagem manual de invertebrados de solo e serapilheira. A – Realização da triagem manual. B – Individuo encontrado na serapilheira. C – Identificação dos animais através de microscópio estereoscópio. D – Espécimes encontradas na fauna do solo.....27
- Figura 12** - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em área de reflorestamento com araucária com idade de 50 anos (R1), Senador Amaral-MG, Brasil.....32
- Figura 13** - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em área de reflorestamento com araucária com idade de 60 anos (R2), Senador Amaral-MG, Brasil.....32

**Figura 14 - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em na área de mata com araucária nativa (N), Senador Amaral-MG, Brasil, 2015.....32**

## INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) no Brasil tem como principal representante a *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, com ampla distribuição geográfica, englobando principalmente os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, mas com manchas esparsas, desta floresta, no Estado de São Paulo (HUECH, 1972), sul de Minas Gerais e sudoeste do Rio de Janeiro (REITZ et al., 1988). No entanto, é no estado do Paraná que a araucária possui maior representatividade, sendo inclusive designada por Pinheiro do Paraná.

A alta qualidade da madeira da araucária impulsionou seu extrativismo sendo considerada uma das espécies nativas mais exploradas no Brasil. Por isso, se encontra presente em lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção, classificada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) como em perigo (BRASIL, 1992).

No sul do estado de Minas Gerais a floresta de araucária já foi muito explorada, ocasionando sua fragmentação, sendo encontradas em elevadas altitudes de até 1800 m, na Serra da Mantiqueira. Em alguns municípios, como Bueno Brandão, Estiva e Senador Amaral, entre outros, o que se observa são porções de mata secundária com araucária encurralada por pastagens e plantios de hortaliças, muitas delas sendo extintas por assoreamento, excesso de umidade e impactos causados por presença ocasional de animais.

O funcionamento do ecossistema florestal depende da interação entre plantas, animais e micro-organismos, e destes, com os fatores abióticos, reguladas por relações ecológicas que atingem seu "clímax" ao longo de décadas. No ecossistema florestal, o solo e a serapilheira fornecem a matéria prima para a formação da matéria orgânica do solo, considerada como principal fonte de nutrientes às plantas, animais e micro-organismos responsáveis pela manutenção do funcionamento desse ecossistema (CORREA; OLIVEIRA, 2000; PEREIRA

et al., 2015). Nesse sentido, embora os solos sob florestas tropicais, de maneira geral, sejam bastante intemperizados e de baixa fertilidade natural, servem de habitat e alimento para diversas ordens de invertebrados de solo (CARVALHO et al., 2012; PEREIRA et al., 2015).

Os invertebrados edáficos pertencentes a fauna do solo, estão distribuídos em mais de 20 táxons, tais como: Araneae (aranhas); Chilopoda (centopeia); Blattaria (baratas); Coleoptera (besouros); Diplopoda (piolho de cobra); Hymenoptera: Formicidae (formigas); Oligochaeta (minhocas); Isopoda (tatuzinhos); Isoptera: (cupins); Orthoptera (grilos); Hemiptera (percevejos); Pseudoscorpiones (pseudoscorpões) entre outras (LAVELLE : SPAIN, 2001; BROWN et al., 2009; BARETTA et al., 2011).

Estes invertebrados de solo desenvolvem importante função ecológica nos ecossistemas florestais, tais como: 1. triturar a serapilheira (piolho de cobra, minhocas epigeicas e anécicas); 2. Ingerir porções de solo e resíduos vegetais (cupins e minhocas endogeicas); 3. Desenvolver atividade de predação (aranhas e centopeias) e utilizar-se de variadas formas de alimentos [onívoros (larvas de dípteros, besouros, formigas e grilos)], todos dependentes de uma variada oferta de alimento encontrada no ambiente solo: serapilheira da floresta (LAVELLE;SPAIN, 2001; BROWN et al., 2000; BROWN et al., 2009. MOREIRA et al., 2010).

Além de sua função ecológica, os invertebrados de solo podem ser utilizados como indicadores de qualidade do solo e/ou ambiental porque atuam na regulação de importantes processos biológicos tais como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, são sensíveis aos impactos antrópicos ou naturais que alteram os ecossistemas, além de ampla distribuição e coleta relativamente fácil (BARETTA et al., 2010; PEREIRA et al., 2015).

Estudos sobre abundância de invertebrados em floresta com araucária naturais e em reflorestamento indicam maior abundância e diversidade de aranhas, minhocas e colêmbolos, associada a floresta mais conservada (BARETTA et al., 2007; BARETTA et al., 2007; BARETTA et al., 2008), enfatizando a necessidade da conservação dos fragmentos de florestas naturais e, de outros, em diferentes estádios de reflorestamento usada como refúgio para a sobrevivência dos organismos da fauna do solo. Nesse sentido, mudanças na comunidade de organismos da fauna do solo, em floresta de araucária, podem ser um alerta para intervenções no ecossistema florestal visando a melhoria de sua conservação. Contudo, são muito escassos os trabalhos envolvendo organismos do solo, principalmente invertebrados em fragmentos florestais com araucária no sul de Minas Gerais. Por isso, este trabalho teve

como objetivo estudar a abundancia de grupos de invertebrados de solo em fragmentos florestais com *Araucaria angustifolia* naturais e em reflorestamento no sul de Minas Gerais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *A. angustifolia*

A *A. angustifolia* é uma gimnosperma nativa do Brasil, popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná (VELOSO, 1992). A presença e exuberância desta espécie é uma característica da Floresta Ombrófila Mista (Floresta de araucária), bioma único no mundo em riqueza de espécies, mas ameaçado de extinção (REITZ et al., 1988). Este bioma, pertencente a Mata Atlântica, se estende desde o sul do país, onde o clima é mais favorável, até os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, além de países vizinhos, como Argentina e Paraguai (KLEIN, 1960; VELOSO, 1992).

A exploração da araucária foi muito intensificada durante o século XX, principalmente devido ao valor econômico de sua madeira e consumo de sua semente como alimento (pinhão), reduzindo sua área original de 253.000 Km<sup>2</sup>, para 32.021 Km<sup>2</sup> (RIBEIRO et al., 2009).

No sul de Minas Gerais, em áreas de altitudes elevadas, ainda são encontrados fragmentos esparsos de floresta com araucárias naturais e em reflorestamentos, embora grande parte dessas áreas já foram substituídas e, passando por impactos naturais e antrópicos, principalmente pela atividade agropecuária, tais como plantios de hortaliças, café, milho, eucalipto, banana e pastagens (MELLONI et al., 2008; FERREIRA et al., 2008; GARÓFALO et al., 2008). Nesse sentido, incursões em campo, em municípios do sul de Minas Gerais, tal como Senador Amaral, nesses últimos três anos, mostram que vem ocorrendo forte pressão antrópica sobre as áreas de mata com araucárias naturais e em reflorestamentos, principalmente pela concorrência com pastagens e cultivo de hortaliças, esta última muito

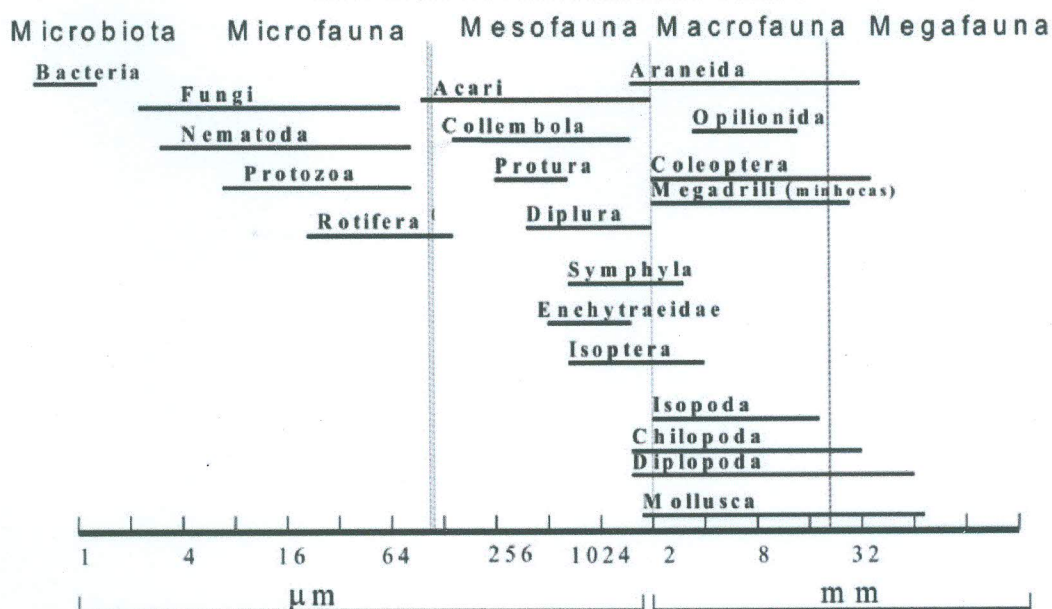


dependente de irrigação artificial, promovendo fortes alterações na paisagem local, com prejuízo para as espécies vegetais arbóreas, inclusive araucária (Observação visual da autora).

A floresta de araucária abriga alta diversidade de organismos edáficos, principalmente invertebrados de solo que ao consumir os restos vegetais, em benefício próprio, como alimento, também ajudam a sua decomposição, promovendo a ciclagem de nutrientes, a fertilidade do solo, nutrição das plantas e, conseqüentemente a conservação desse ecossistema (CARDOSO; VASCONCELLOS, 2015).

## 2.2 FAUNA DO SOLO

A fauna do solo é representada por diferentes táxons de invertebrados que desenvolvem, pelo menos, uma fase de seu ciclo de vida no ambiente solo-serapilheira onde desempenham importante papel ecológico. Estes organismos são separados em grupos por forma e tamanho corporal, classificados em microfauna (diâmetro do corpo menor que 0,2 mm), mesofauna ( $0,1 \leq$  diâmetro do corpo  $\leq 2,0$  mm), macrofauna (diâmetro do corpo maior que 2,0 mm), tais como nematoides, colêmbolos, aranhas entre outros insetos, respectivamente (BARETTA et al., 2011), (Figura 1). Na macrofauna podem ser encontrados os invertebrados visíveis a olho nu e mais ativos no ambiente solo-serapilheira, tais como cupins, minhocas e formigas considerados como “engenheiros do ecossistema” porque constroem ninhos, galerias e canais, conhecidos como estruturas biogênicas, permitindo forte alteração nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (LAVELLE; SPAIN, 2001). Nesse sentido, os invertebrados de solo estão diretamente relacionados à decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em solos florestais porque atuam, em sinergismo com a microbiota do solo, catalisando esses processos que melhoram a fertilidade do solo beneficiando a comunidade biológica local (LAVELLE; SPAIN, 2001; PEREIRA et al., 2015).



**Figura 1** - Classificação da Fauna do solo por tamanho (modificado de SWIFT et al., 1979 por BARETTA et al., 2011)

### 2.3 IMPORTÂNCIA DA FAUNA DO SOLO

Impactos naturais e/ou antrópicos na floresta de araucária que reduzam essa cobertura vegetal e pode alterar na abundância de organismos da comunidade de invertebrados do solo porque afetam seu hábitat e fonte de alimento, interrompendo importantes processos ecológicos com prejuízo para a biodiversidade local. Nesse sentido, a conservação de florestas naturais e outras, em reflorestamento, estão estreitamente ligadas a preservação da diversidade de organismos que vivem acima e abaixo do solo porque favorece a qualidade do solo, tornando essas florestas insubstituíveis na conservação da biodiversidade local (GIBSON et al., 2011).

A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade deste se manter, em bom funcionamento, as suas propriedades físicas, químicas e biológicas, dentro dos limites de cada ecossistema, para sustentar a produtividade biológica (FRIGUETTO; VALARINI, 2000). A qualidade do solo pode ser medida por meio do uso de indicadores, dos quais a medida da abundância, diversidade e biomassa de invertebrados é uma maneira simples e de baixo custo operacional (STORK; EGGLETON 1992; AQUINO, 2004; BARETTA et al., 211). Dentre os táxons de invertebradas mais utilizados como indicador de qualidade do solo estão os Oligochaeta (GONZÁLEZ et al., 1996; BARETTA et al., 2007a); Isoptera: Cupins (ZILLI et al., 2003), Collembola (BADEJO; VAN STRAANLEN, 1993; BARRETA et al., 2008),

Acarina (BLAIR et al., 1994), Araneae (BARRETA et al., 2007b), entre outros (BARRETA et al., 2011).

Estudo realizado, no sul de Minas Gerais, comparando área de mata secundária conservada, mata impactada e área sob cultivo de cafeeiro indicou maior abundância e riqueza de ordens de invertebrados nas áreas de mata, em relação ao cafeeiro (SILVA 2014). Maior riqueza de grupos de invertebrados de solo esteve associada a mata nativa em relação a área sob cultivo do cafeeiro, destacando-se os grupos de predadores (aranhas e centopeias) na mata e abundância diferenciada de insetos sociais (cupins e formigas) na área sob cultivo do cafeeiro (BARBOSA, 2016). Em área de mata com araucária nativa e em reflorestamento (50 e 60 anos de idade), no sul de Minas Gerais, foi encontrado um total de oito grupos taxonômicos (1579 indivíduos), coletados por armadilhas de queda, 34,7% dos invertebrados coletados na área de mata com araucárias nativa, 46% no reflorestamento 60 anos e 19,4% no reflorestamento 50 anos (SILVA, 2016). A maior distribuição de grupos de invertebrados nas áreas com araucária foi de Colêmbolos, seguidos de formigas e moscas. Estudos desenvolvidos em mata com araucária naturais, introduzidas e introduzidas e impactadas por fogo, no Parque estadual de Campos do Jordão-SP, indicou que a riqueza de grupos variou de 11 a 16 e a densidade indivíduos por metro quadrado de solo de (856 e 1317) na mata com araucárias naturais, em período de seca e chuva, respectivamente; de 10 a 15 grupos e densidade de (1133 a 1333) indivíduos por metro quadrado, na área com araucárias introduzidas; e de (8 a 10) grupos e (454 e 789) indivíduos por metro quadrado na área com araucárias introduzidas e impactadas por fogo, respectivamente (MERLIN, 2005). A abundância e a diversidade de invertebrados do solo em área de araucária nativa e em reflorestamento, também foram estudadas por Pereira (2012) em três localidades no estado de São Paulo. Foi constatada maior riqueza de grupos de invertebrados na mata com araucárias nativas em comparação aos reflorestamentos, tanto no inverno quanto no verão. A maior riqueza de grupos foi encontrada no verão independente do estado de conservação da araucária. Outros estudos em área de mata com araucárias nativas e introduzidas, no estado de São Paulo, relatam maior abundância e riqueza de famílias de aranhas e colêmbolos associadas a mata com araucária nativas, provavelmente pela maior oferta de alimento e heterogeneidade de hábitat (BARETTA et al., 2007b; BARETTA et al., 2008).

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

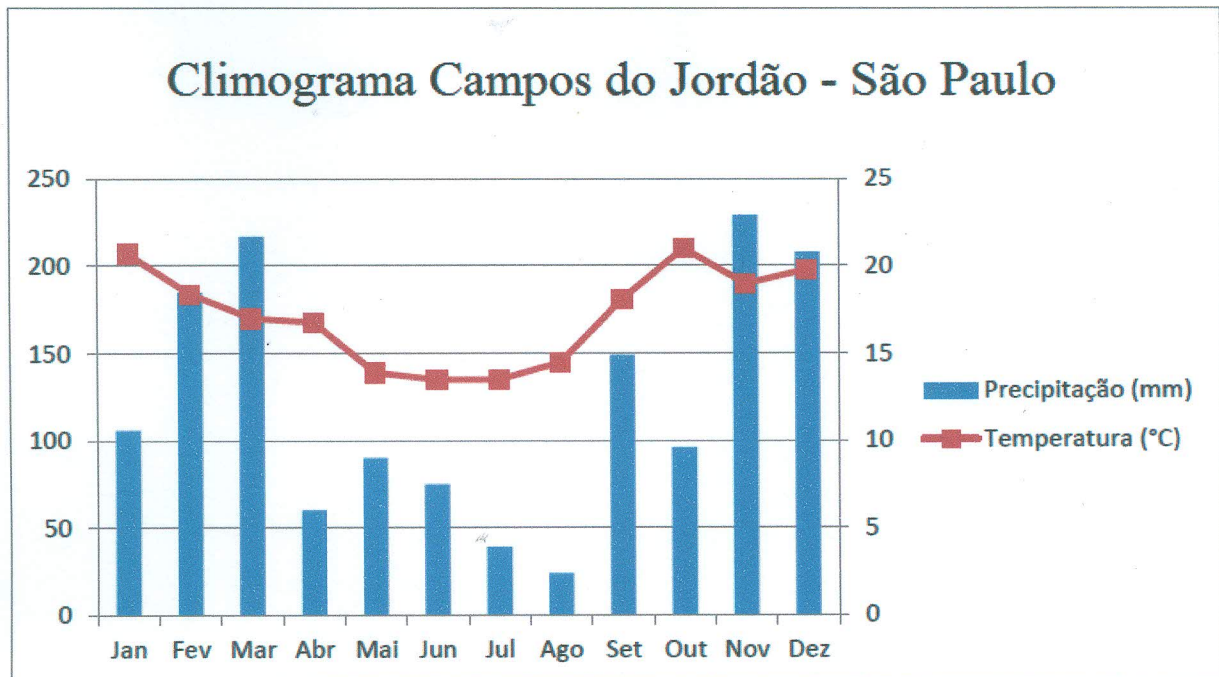
#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado no distrito de Ponte Segura ( $22^{\circ} 32' 01.75''$  S e  $46^{\circ} 14' 09.59''$  W) no município de Senador Amaral no sul do estado de Minas Gerais. Este município é a sede mais alta de Minas Gerais e a segunda mais alta do Brasil, apresenta clima temperado e úmido, com temperaturas máximas e mínimas variando, em média, entre  $22^{\circ}\text{C}$  e  $11^{\circ}\text{C}$  (Figura 3), com altitude média de 1.505 m. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SENADOR AMARAL).

Nessa localidade foram selecionadas três áreas de estudo, para a realização das coletas no mês de Março/2015 (verão/outono).



**Figura 2** – Distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG. **Fonte:** Google Earth



**Figura 3** - Variação da precipitação (mm) e temperatura (°C) média mensal dos meses de janeiro a dezembro de 2015 no município de Campos do Jordão (INMET, 2015).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

**Área 1** (Figura 4 e 5) – Mata de Araucária Reflorestada 1 (R1) 22° 33' 326" S de e 46° 12' 329" W, apresentando altitude mínima de 1.500 m. e máxima de 1.524 m. com idade próxima de 50 anos, e aproximadamente 8 hectares. Apresenta, além de araucárias de porte arbóreo, um sub-bosque com diversas espécies arbustivas, como: uma ampla diversidade de epífitas, desde bromeliáceas, orquídeas, pteridófitas e piperáceas.



**Figura 4** – Área 1: Vista da Mata com Araucária Reflorestada 1 (R1), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth (2015).



**Figura 5** - Área 1: Mata de Araucária Reflorestada 1 (R1), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG. **Fonte:** Arquivo Pessoal (2015).

**Área 2** (Figura 6 e 7) - Mata de Araucária Reflorestada 2 (R2) 22° 53' 514" S e 46° 16' 726" W, com idade aproximada de 60 anos e aproximadamente 7 hectares. Sua característica florística é bem parecida com a área 1. A distância entre a M.A.N. e M.A.R.1 são de 1,59 km, e de M.A.R.1 a M.A.R.2 é de 5,69 km.



Data das imagens: 4/4/2014 lat -22.538514° lon -46.161726° elev 1441 m

**Figura 6** – Área 2: Mata com Araucária Reflorestada 2 (R2), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth.



**Figura 7** - Área 2: Mata com Araucária Reflorestada 2 (R2), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, 2015. Fonte: Arquivo Pessoal.

**Área 3** – (Figura 8) - Mata de Araucária Nativa (N), onde sua localização geográfica é de 22° 33' 827" S de latitude e 46° 12' 931" W de longitude, apresentando altitude mínima de 1.470 m. e máxima de 1.518 m. a área mostra variação de umidade, sendo que, em sua parte mais baixa há uma diferença significativa em relação a mais alta, com idade acima de 100 anos, e em média 3,5 hectares, sua flora apresenta uma grande diversidade de espécies (Figura 9) como: algumas epífitas, pteridófitas, orquídeas, piperáceas e bromeliáceas apesar de ser uma mata mais antiga e com árvores de porte arbóreo, apresenta vestígio e impacto antrópico (entrada de animais) e sub-bosque menos denso.





**Figura 8** – Área 3: Vista da Mata com Araucária Nativa (N), distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2014. **Fonte:** Google Earth



**Figura 9** – Diversidade florística encontrada na área 3 (N). A – Bromeliáceas. B - Samambaias. C – Plantas Arbóreas. D – Plantas Arbustivas. Distrito de Ponte Segura, município de Senador Amaral – MG, Brasil, 2015. **Fonte:** Arquivo Pessoal.

### 3.3 AVALIAÇÃO DA FAUNA DO SOLO

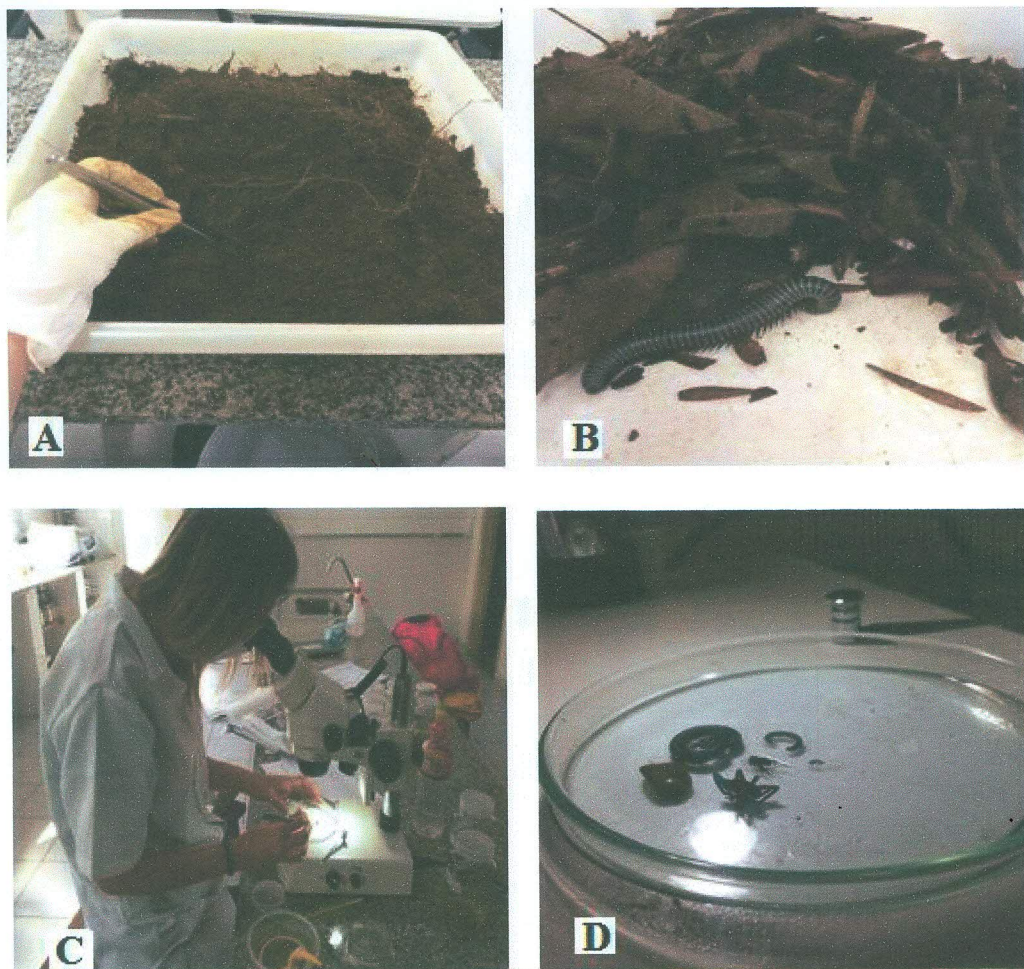
Nas três áreas estudadas, foram coletados 9 monólitos de solo, ao acaso, espaçadas de aproximadamente 20 metros entre si, (figura 10) para avaliação da macrofauna edáfica, seguindo a metodologia recomendada pelo Programa “*Tropical Soil Biology And Fertility*” (TSBF) (ANDERSON; INGRAN, 1993).

Os monólitos de solo (25 x 25 cm de lado) foram retirados a uma profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um marcador de ferro. Antes da retirada do monólito de solo, a serapilheira 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 serapilheira e de monólito de solo, foram acondicionados em sacos de polietileno, devidamente identificadas e transportados para o laboratório de biotecnologia do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes/MG.



**Figura 10** - Esquema ilustrativo da retirada de monólito de solo. **A** - Marcador de ferro; **B** - Corte do solo com talhadeira (0-20 cm); **C** - Retirada do monólito de solo; **D** - Armazenamento do material em saco de polietileno;

No momento da identificação, foi realizada a triagem manual dos indivíduos visíveis a olho nu, de cada monólito de solo e respectiva serapilheira de acordo com (CORREIA e OLIVEIRA, 2000). Os invertebrados foram armazenados em frascos de vidros com solução de álcool 75% até o momento da identificação. Posteriormente, os indivíduos foram identificados em grupos taxonômicos em nível de táxons, com o auxílio de um microscópio estereoscópico e literatura específica (figura 11). Em cada amostra, calculou-se a densidade (indivíduos por m<sup>2</sup>) de cada grupo taxonômico. (CORREIA e OLIVEIRA, 2000).



**Figura 11** - Esquema ilustrativo da triagem manual de invertebrados de solo e serapilheira. **A** – Realização da triagem manual. **B** – Indivíduo encontrado na serapilheira. **C** – Identificação dos animais através de microscópio estereoscópico. **D** – Espécimes encontradas na fauna do solo.

### 3.4 DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E UMIDADE DO SOLO

Nos mesmos pontos de coleta dos monólitos, retirou-se 9 amostras de solo, com auxílio de um trado inox do modelo holandês, 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: 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). Para a determinação da umidade uma amostra de 10g de solo foi colocada em estufa a 105°C por 48 horas.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de densidade média de indivíduos de cada grupo taxonômico foram comparadas entre as áreas estudadas pelo teste de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ), visto que os dados não atenderam aos critérios de normalidade previamente calculados pelo teste de Shapiro Wilk (SHAPIRO; WILK, 1968). Todas 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

Os resultados da análise química do solo, nas áreas estudadas, indicam baixos valores médios de pH,  $Al^{+++}$ , de bases trocáveis (Ca e Mg) e elevado teor de carbono orgânico, este último importante fonte de alimento para os organismos do solo (Tabela 1), característicos de solos ácidos, como já observados em solos florestais, inclusive com araucárias (CARVALHO et al., 2012; PEREIRA et al., 2013). A presença de samambaias na área é um indicador biológico de acidez no solo.

**Tabela 1** - Atributos químicos do solo em Mata com Araucária Reflorestada 1 (R1), Mata com Araucária Reflorestada 2 (R2) e Mata com Araucária Nativa (N), Senador Amaral-MG, Brasil, 2015. n=9.

Característica	M.A.N	M.A.R1	M.A.R2
pH	4,1	4,0	4,2
P mg/dm <sup>3</sup>	30,1	11,4	21,6
K mg/dm <sup>3</sup>	38,1	30,9	40,8
Ca Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,6	0,1	0,2
Mg Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,2	0,1	0,1
Al Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	5,4	3,9	4,4
H+Al Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	14,2	8,7	10,3
C. org (g/Kg)*	65,4	42,8	51,6
Umid. (%)	52,3	27,6	33,6

\* C. org= Carbono orgânico

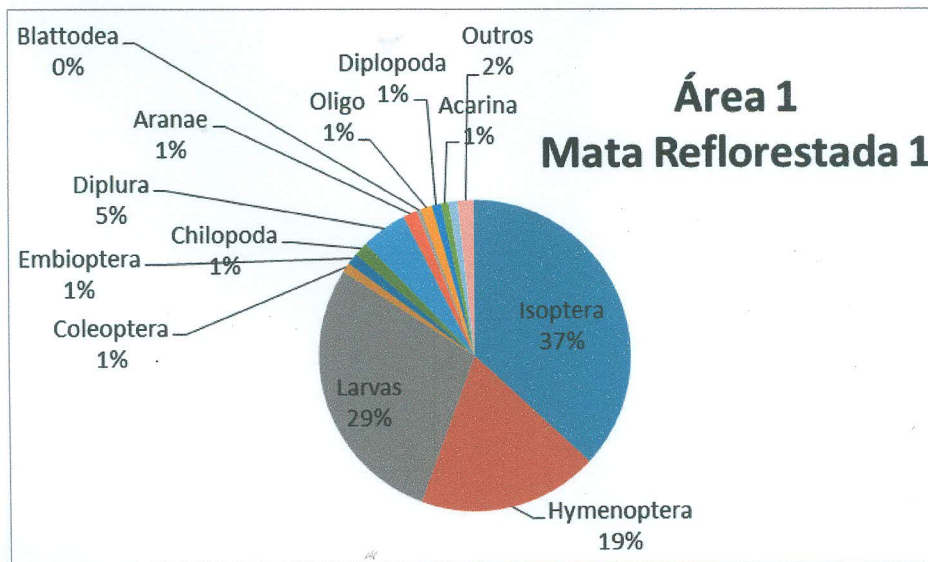
Foram encontrados um total de 14 grupos de invertebrados nas áreas de estudo, somando em média 2.424,3 indivíduos, considerando o grupo Outros e Larvas (Tabela 2). Maior percentagem de indivíduos da comunidade da fauna do solo foi encontrado na área de mata com araucária em reflorestamento 2 (R2, com 47,8%), seguida de R1 (30,5%) e N (21,5%). Estes resultados indicam que o impacto antrópico, provocados pelo assoreamento, excesso de umidade e entrada de animais (gado de corte), respectivamente na N está reduzindo a abundância de invertebrados nessa área, com prejuízo da biodiversidade local. Houve diferença significativa para densidade de indivíduos dos grupos de invertebrados entre as áreas de estudo (Tabela 2.). Maior abundância de Hymenoptera (formigas) foi encontrada na R2, comparada a N, não diferindo da R1 (Tabela 2). As formigas, junto com cupins, fazem parte do grupo de insetos sociais que são bastante abundantes em área sob cobertura de floresta (MOÇO et al., 2005), inclusive de araucária (BARETTA, 2007; PEREIRA 2012), principalmente porque ecologicamente as formigas são saprófagas e predadoras sendo estimuladas pela maior presença de serapilheira e presas nas áreas de floresta. A maior abundância do grupo Collembola (colêmbolos) foi encontrado em N comparado as demais áreas estudadas (Tabela 2). Este grupo tem sido utilizado como indicadores de qualidade do solo em florestas de araucária, devido a sua diferença na abundância e diversidade em solo sob diferentes estádios de conservação. Nesse sentido, maior diversidade de famílias de colêmbolos foi encontrada em floresta de araucária em estágio mais conservado, quando comparada a área de reflorestamento e áreas impactadas por fogo (BARETTA et al., 2008). Os grupos Araneae (aranhas) e Chilopoda (centopeias) foram cerca de 2,5 vezes mais abundantes em N, comparado com as áreas de araucária em reflorestamento (R1 e R2). Esse aspecto é ecologicamente importante por que esses dois grupos são predadores, estando mais presentes em ambientes mais conservados e com variada oferta de serapilheira, atraindo outros invertebrados (presas). Esses grupos têm sido associados com áreas de mata mais conservadas, principalmente pela maior heterogeneidade de Hábital e oferta de alimento, visto que são genuinamente predadores (MERLIN, 2005; BARETTA et al., 2011; PEREIRA et al., 2015).

**Tabela 2** – Densidade média (indivíduos por metro quadrado) dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica nas áreas de mata de araucária nativa (N.), mata de araucária reflorestada 1 (R1) e mata de araucária reflorestada 2 (R2), Senador Amaral-MG, Brasil, 2015. n= 9.

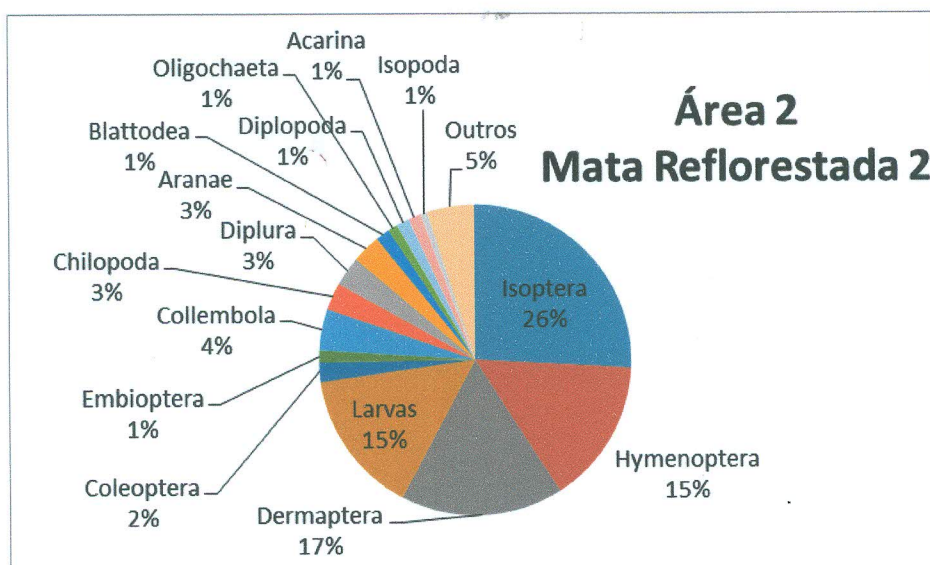
Grupo Taxonômico	N	R1	R2
	indivíduos / m <sup>2</sup>		
Acarina	1,7 ± 1a	3,5 ± 3a	12,4± 8a
Araneae	30,2± 6a	10,6± 3a	12,4± 5a
Blattaria	12,4± 5a	3,5± 3a	12,4± 8a
Chilopoda	26,6± 8a	10,6± 4a	7,1± 5a
Coleoptera	17,7 ± 6a	7,1 ± 2a	10,6 ± 5a
Collembola	21,3 ± 6a	0 ± 0b	0 ± 0b
Dermaptera	10,6 ± 5a	0 ± 0 b	1,7 ± 1ab
Diplopoda	10,6± 7a	7,1± 4a	88,8± 40a
Diplura	37,3± 17a	35,5± 15a	19,5± 10a
Embioptera	5,3 ± 5a	8,8 ± 5a	1,7 ± 1a
Hymenoptera	58,6± 23a	138,6±57ab	346,6±142b
Isopoda	1,7,± 1a	7,1 ± 3a	0 ± 0
Isoptera	65,7 ± 26a	273,7 ± 104a	561,7± 203a
Larvas	188,4± 40a	211,5± 56a	62,2± 17a
Oligochaeta	7,1± 4a	8,8± 7a	10,6± 6a
Total	527,2	738,8	1158,3

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo Teste de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ). \* Somatório dos grupos menos frequentes.

As Figuras 12, 13 e 14 ilustram a distribuição percentual dos grupos de invertebrados nas áreas de mata com araucária reflorestada 1 (R1), mata com araucária reflorestada 2 (R2) e mata com araucária nativas (N), respectivamente. O grupo Larvas foi predominante na N e foi o segundo e terceiro grupo mais predominante em R1 e R2, respectivamente. Maior abundância de larvas pode estar associada a condições adversas de solo, não permitindo que ocorra a finalização do ciclo de vida de invertebrados com desenvolvimento completo. Este grupo desenvolve uma função muito importante no solo porque são onívoros e atuam na decomposição da matéria orgânica do solo (LAVELLE; SPAIN, 2001).

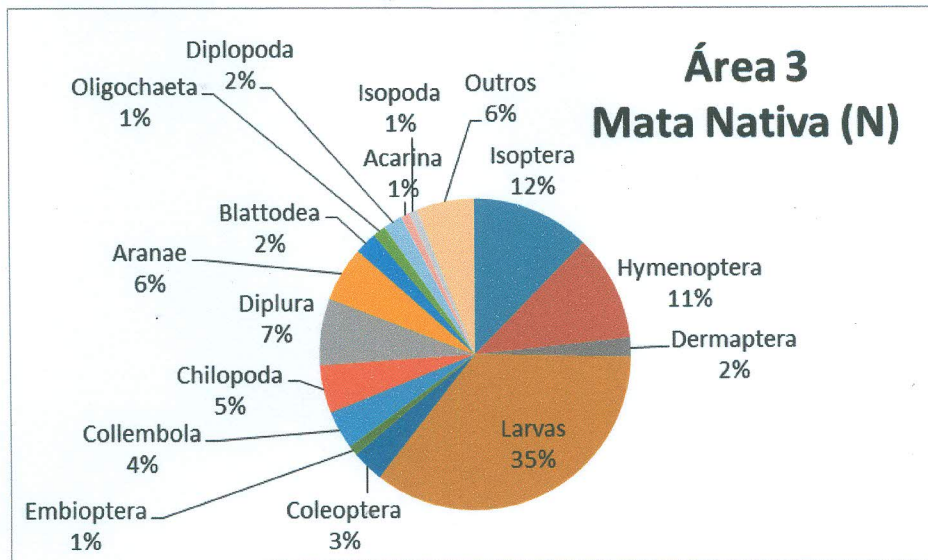


**Figura 12** - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em área de reflorestamento com araucária com idade de 50 anos (R1), Senador Amaral-MG, Brasil.



**Figura 13** - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em área de reflorestamento com araucária com idade de 60 anos (R2), Senador Amaral-MG, Brasil.





**Figura 14** - Distribuição dos principais grupos de invertebrados (ind/m<sup>2</sup>) da fauna edáfica em na área de mata com araucária nativa (N), Senador Amaral-MG, Brasil, 2015.

O grupo Isoptera (cupins) foi o grupo de maior distribuição em N, R1 e R2, seguidos de Hymenoptera em N e R1, ficando abaixo do Grupo Dermaptera (tesourinhas) em R2 (Figuras 1, 2 e 3). Hymenoptera: Formicidae (formigas) também predominaram em área de mata, eucalipto e cana-de-açúcar (MOÇO et al., 2005; MARTINS, 2015). Em floresta de araucária nativa e reflorestada houve maior frequência relativa de Formigas e cupins em relação aos demais grupos, com aumentos na época de verão (PEREIRA et al., 2012). Insetos sociais, tais como cupins e formigas são muito frequentes e colonizam muito bem solos sob diferentes coberturas vegetais e de manejo agrícola (SILVA et al., 2014; BARTZ et al., 2014; SANTOS et al., 2014). O grupo Diplopoda (piolho-de-cobra) foi cerca de 8 vezes mais abundante em R2 em relação as demais áreas estudadas, indicando maior adaptação desses indivíduos as condições locais de solo e serapilheira, visto que são estritamente detritívoros e muito importante na decomposição da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres (LAVELLE; SPAIN, 2001). Os grupos Coleoptera (besouros) e Oligochaeta (minhocas) tiveram distribuição equilibrada entre as áreas de estudo e de acordo com BRONW et al. 2009, os primeiros são os mais diversos nos ecossistemas terrestres e os últimos um dos mais importante para a aeração e fertilidade do solo.

A maior abundância de invertebrados encontrada nas áreas de mata com araucária em reflorestamento (50 e 60 anos de idade) indicam que já houve recuperação das condições ecológicas que favorecem o desenvolvimento da comunidade de invertebrados de solo, justificando-se a necessidade de manter essas áreas sob preservação permanente, com intuito de conservar a biodiversidade do solo local.

Os demais grupos tiveram menor distribuição, mas não menos importantes, como é o caso dos Embiopteras, Dipluras, Orthopteras, Blattarias, Acarinas e Isopodas presentes em quase todas as áreas estudadas.

## 5. CONCLUSÕES

Foram encontrados um total de 14 grupos de invertebrados nas áreas de estudo, além de Larvas e do grupo Outros. Maior densidade de invertebrados foi encontrada na mata com araucária reflorestada com idade de 60 anos - M.A.R2 (47,8%), seguidas da mata com araucária reflorestada com idade de 50 anos - M.A.R1 (30,5%) e mata com araucária nativa com idade de 100 anos - M.A.N (21,5%). Esses resultados sugerem que as áreas em reflorestamento já apresentam condições ecológicas que privilegiam o desenvolvimento da comunidade de invertebrados do solo, enquanto que a M.A.N está perdendo essas condições por impacto antrópico.

Os grupos Isoptera e H. Formicidae foram bem distribuídos nas três áreas de estudo demonstrando a alta capacidade desses grupos em colonizar diferentes ambientes. O mesmo aconteceu com o grupo Larvas, indicando boas condições de solo para o seu desenvolvimento. Araneae e Chilopoda foram mais abundante em M.A.N indicando que esse ambiente embora com sinais de perturbação ainda reúne condições para abrigar grupos de predadores.

A variação na abundancia e distribuição dos grupos de invertebrados nas áreas de mata com araucária nativa e reflorestada (50 e 60 anos) indicam que estes são úteis como alerta para conservação dessas áreas como refúgio para preservação da biodiversidade local.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

BADEJO, M.A; VAN STRAALLEN, N.M. **Seasonal abundance of springtails in two contrasting environments**. *Bitropica*, v.25, p. 222-228. 1993

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da Macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Acta Zoológica Mexicana*, Mexico, v. 2, p. 135-150, 2010.

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; JAMES, S. W. & CARDOSO, E.J.B.N. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.64, p.384-392, 2007a.

BARETTA, D.; BRESCOVIT, A.D.; KNYSAK, I.; CARDOSO, E.J.B.N. Trap and soil monolith sampled edaphic spiders (Aracnida:Araneae) in *Araucaria angustifolia* forest. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.64, n.4, p.384-392, 2007b.

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 em Solos e Nutrição de Plantas)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BARETTA, D., FERREIRA, C.S.; SOUSA, J.P.; CARDOSO, E.J.B.N. **Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como indicadores de qualidade do solo em área com *Araucaria angustifolia***. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 32: 2693-2699, 2008.

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

BARBOSA, W.X. **Abundância de macroinvertebrados do solo em área de mata e cultivo do cafeeiro no sul de minas gerais**. Trabalho de conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Ciências e tecnologia do sul de minas Campus Inconfidentes, Inconfidentes, 2016

BROWN, G.G.; BAROIS, I.; LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. **European Journal of Soil Biology**, v. 36, 177-198. 2000.

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).

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.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 6, de 23 de janeiro de 1992. In IBAMA. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. p. 870-872.

CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.de F. **Floresta com araucária: composição florística e biota do solo**. FEALQ, 2015. 269p.

CARVALHO, F.; MOREIRA, F.M.S.; CARDOSO, E.J.B.N. **Chemical and biochemical properties of *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze. Forest soils in the state of São Paulo**. R. Bras. Ci. Solo, 36:1189-1201, 2012

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

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

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

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. (Cord.). **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico**. Jaguariúna: EMA, 2000. 198 p. (Documentos, 21).

GARÓFALO, D.F.T.; FERREIRA, M.F.M. **Caracterização dos fragmentos florestais do sul de Minas Gerais a partir da elaboração de cartas temáticas utilizando-se o DIVA GIS**. I Semana de Geotecnologias da UNESP, Rio Claro-SP, 2008.

GATIBONI, L.C. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. V.7. p.141-192.

GIBSON, L.; LEE, T.M.; KOH, L.P.; BROOK, B.W.; GARDENER, T.A.; BARLOW, J.; PERES, C.A.; BRADSHAW, C.J.A.; LAURENCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; SODHI, N.S.

Primary forestys are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**. London, v. 478, p. 378-383, 2011.

HUECK, K. As florestas da América do Sul. São Paulo, Polígono, 1972. 466p.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**, Senador Amaral, 2015. Acesso em 15 março, 2015. Online. Disponível em: <

[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>.

Acesso em 22 de setembro de 2016.

KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44. 1960.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. **Soil Ecology**. Kluwer Academic Publishers (Ed.), Dordrecht, 2001, 654 p.

MARTINS, L.F; PEREIRA, J.M; TONELLI, M; BARETTA, D. **Impacto Da Mudança Do Uso Da Terra (Cana-De-Açúcar E Eucalipto) Na Densidade De Invertebrados Do Solo**. In: 7ª Jornada Científica e Tecnológica e 4º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. 2015, Disponível em

<<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpcs/jcpcs/paper/view/1379>> Acesso em 23 de setembro de 2016.

MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P.; ALVARENGA, M.I.N.; VIEIRA, F.B.M. Avaliação da qualidade do solo sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32, 2461- 2470, 2008.

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

MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 555-564, 2005.

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.

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.

PREFEIRURA MUNICIPAL DE SENADOR AMARAL. SENADOR AMARAL.

Disponível em: <<http://www.senadoramaral.mg.gov.br/>> acesso em: 22/04/2015 às 10:40.

REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 527p.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F.; HIROTA, M.; Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed Implications for conservation. **Biological and Conservation**. Oxford, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

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 22 de setembro de 2016.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, p. 591-611, 1965.

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 22 de setembro de 2016.

SILVA, W.L. **Fauna edáfica em mata de araucária do município de Senador Amaral no Sul de Minas Gerais**. Trabalho de conclusão de Curso (graduação)- Instituto Federal de Ciências e tecnologia do sul de minas Campus Inconfidentes, Inconfidentes, 2016

STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, p. 2-6, 1992.

**THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING**, Vienna, Austria 2013 disponível em: <<https://www.r-project.org/foundation/>> acesso em: <22/09/2016>

VELOSO, H.P. Sistema fitogeográfico. In: **Manual técnico da vegetação brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ. 1992. p. 9-38.

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.