

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Pedro Henrique do Nascimento Silveira

**MACROFAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DE QUALIDADE  
DE SOLO COM DIFERENTES TIPOS DE USO, CAMPO MOURÃO,  
PARANÁ.**

CAMPO MOURÃO

2019

Pedro Henrique do Nascimento Silveira

**MACROFAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DE QUALIDADE  
DE SOLO COM DIFERENTES TIPOS DE USO, CAMPO MOURÃO,  
PARANÁ.**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2), do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Raquel de Oliveira Bueno.

CAMPO MOURÃO

2019



---

**TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO INTITULADO**

**MACROUFANA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DE QUALIDADE DE SOLO COM  
DIFERENTES TIPOS DE USO, CAMPO MOURÃO, PARANÁ.**

DO DISCENTE

PEDRO HENRIQUE DO NASCIMENTO SILVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia de 6 de dezembro de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O discente foi arguido pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dra. Debora Cristina de Souza

Avaliador 1

UTFPR

---

Prof. Dr. Paulo Agenor Alves Bueno

Co-Orientador

UTFPR

---

Prof. Dra. Karen Silvério Gois

Avaliador 2

UTFPR

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Raquel de Oliveira Bueno

Orientadora

UTFPR

## RESUMO

A macrofauna edáfica é composta por organismos que vivem total ou parte de suas vidas no solo desempenhando funções importantes, como a modificação da serapilheira e do solo. Além disso, são importantes para a avaliação da qualidade do solo. Este trabalho objetivou caracterizar a macrofauna edáfica de três solos com exposição diferente a fim de verificar a qualidade das três áreas situadas na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) Rural do município de Campo Mourão-PR. O período de estudo abrangeu os meses de agosto, outubro e dezembro, de 2017 e, fevereiro e abril, de 2018. Os dados referentes às variáveis ambientais de temperatura do solo e umidade do solo foram coletados semanalmente nos três pontos dentro de cada área, sempre no período da manhã. O solo para obtenção dos macroinvertebrados foi coletado bimestralmente. A análise laboratorial dos macro e micro nutrientes do solo foi realizada nos meses de outubro de 2017 e abril do ano de 2018, nas três áreas de estudo, a fim de obter os dados de pH, Al, Ca, Mg, K, P, CTC e COT. Hymenoptera foi o grupo de maior destaque nas três áreas de estudo sendo representado em sua totalidade pela família Formicidae, seguido de Isoptera e Annelida. Quase todos os grupos taxonômicos das três áreas de estudo teve a maior abundância de indivíduos no primeiro extrato de solo (0-10 cm), havendo decréscimo conforme aumenta a profundidade das amostras. A maior diversidade foi apresentada pela Floresta ( $H' = 0,68$ ), que também apresentou maior homogeneidade de abundâncias ( $E = 0,61$ ) (Tabela 2), ou seja melhor distribuição dos invertebrados nos grupos taxonômicos coletados, fato esse que pode representar solo de maior qualidade.

Palavras-chave: Macrofauna do solo; Índice de diversidade; Qualidade ambiental.

## ABSTRACT

The edaphic macrofauna is composed of organisms that live all or part of their lives in the soil performing important functions, such as litter and soil modification. In addition, they are important for soil quality assessment. This work aimed to characterize the soil macrofauna of three soils with different exposure in order to verify the quality of the three areas located in the Rural Association of Parents and Friends of the Exceptional (APAE) of Campo Mourão-PR. The study period covered August, October and December, 2017, and February and April, 2018. Data on the environmental variables of soil temperature and soil moisture were collected weekly at the three points within each area. always in the mornings. The soil for obtaining macroinvertebrates was collected bimonthly. The laboratory analysis of soil macro and micro nutrients was carried out in October 2017 and April 2018, in the three study areas, in order to obtain the pH, Al, Ca, Mg, K, P, CTC and COT. Hymenoptera was the most prominent group in the three study areas being represented entirely by the family Formicidae, followed by Isoptera and Annelida. Almost all taxonomic groups in the three study areas had the largest abundance of individuals in the first soil extract (0-10 cm), with decrease as the depth of the samples increased. The highest diversity was presented by the Forest ( $H' = 0.68$ ), which also presented greater abundance homogeneity ( $E = 0.61$ ) (Table 2), ie better distribution of invertebrates in the taxonomic groups collected, a fact that may represent higher quality soil.

Key-words: Soil macrofauna Diversity index, Environmental quality

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>4</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Macrofauna edáfica .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Solo x Recuperação de Área Degradada.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Macroinvertebrados Como Bioindicadores de Qualidade do Solo.....</b>	<b>7</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Levantamento da Macrofauna.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Variáveis ambientais.....</b>	<b>11</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Solo é definido como a superfície que recobre as rochas e mantém a vida da Terra (VIEIRA, 1988) sendo constituído, por materiais minerais e orgânicos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA, 2006). É formado com a participação da chuva, presença de plantas, microrganismos e animais invertebrados, os quais acrescentam matéria orgânica e transformam as rochas de um determinado local (NETO; ZUCHI; MORAES,1995). Além de ser um substrato para o crescimento de plantas, o solo contém milhares de animais e micro-organismos. Esta fauna edáfica inclui espécies com ciclos de vida que variam de alguns dias até mais de 10 anos (BROWN, 2015). Por este motivo, o estudo destes organismos é de extrema importância, uma vez que executam função de manutenção da fertilidade do solo, com reflexos na produtividade das culturas e na sustentabilidade dos agroecossistemas (SILVA, MERCANTE, AQUINO, 2006).

A macrofauna edáfica possui grande diversidade de organismos, caracterizados pelo tamanho superior a 2mm. Os organismos deste grupo apresentam hábitos escavatórios, por possuírem estruturas específicas, permitindo que se movimentem e formem buracos nos quais depositam fezes que auxiliam na fertilidade do solo (BARETTA et al., 2011). De acordo com Nazaro (2015), eles também desempenham importante papel no funcionamento de ecossistemas, pois ocupam diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo. Estes organismos edáficos, considerados os grandes engenheiros de solo, auxiliam na retenção de água e distribuição de matéria orgânica (WOLTERS, 2000). O estudo da macrofauna edáfica é de grande importância para avaliar a qualidade do meio ambiente pois suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do meio. Estes fatores podem ser avaliados devido a diversidade e rápida capacidade de reprodução, permitindo uma análise da presença de organismos específicos ou da comunidade (WINK et al., 2005)

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo verificar quais os macroinvertebrados compõem o solo de três áreas distintas dentro da propriedade da APAE Rural de Campo Mourão, Paraná.

## 1.1 Objetivos

- Verificar a diversidade dos macroinvertebrados de solo em três diferentes áreas da APAE Rural no município de Campo Mourão-PR;
- Descrever o papel funcional dos grupos de macroinvertebrados presentes nas áreas de estudo;
- Verificar o efeito da umidade do solo, temperatura do solo sobre a diversidade de macroinvertebrados nas áreas da APAE Rural do município de Campo Mourão-PR;
- Caracterizar os solos das áreas de estudo quanto às concentrações de nutrientes presentes.

## 1.2 Justificativa

A fauna do solo está intimamente associada aos processos de decomposição e de ciclagem de nutrientes, os quais são de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema. É, ao mesmo tempo, agente transformador e reflexo das características físicas, químicas e biológicas dos solos (CORREIA, 2002).

A abundância e a diversidade destes invertebrados podem ser afetadas por vários fatores edáficos, como tipo de solo, minerais predominantes, temperatura, pH, matéria orgânica, umidade, textura e estrutura; fatores vegetais (tipo de vegetação e cobertura); históricos (especialmente humano, mas também geológico); topográficos (posição fisiográfica, inclinação) e fatores climáticos que envolvem a precipitação, temperatura, vento, e umidade relativa do ar.

Por serem sensíveis e reagir a mudanças induzidas por atividades antrópicas, naturais ao solo e à sua cobertura vegetal, as populações e a diversidade dessa fauna podem ser usadas como bioindicadores do uso do solo ou da sua fertilidade, dando uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por forças internas e externas (bióticas e abióticas), ao longo do tempo (MELO et al., 2009).



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Macrofauna edáfica**

A fauna do solo é composta por organismos que vivem total ou parte de suas vidas na superfície do solo, troncos podres e na superfície das folhas. Dentre os mais de 20 grupos taxonômicos, estão as minhocas, cupins, formigas, caracóis e entre outros animais que podem ser consumidores de solo e de outros organismos vivos (BROWN et. al., 2001). São os organismos do solo, como também os microrganismos, os responsáveis por todo o processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Pelo fato de desempenharem funções-chaves no ecossistema, como modificar a estrutura da serrapilheira e do solo, verifica-se a importância de monitorar estes organismos edáficos na avaliação da qualidade do solo e sistema de produção (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Os organismos da macrofauna são importantes tanto na ciclagem de nutrientes, como também na formação de poros e na agregação do solo e controle do meio biológico do solo (MACHADO et al., 2015). As atividades físicas destes organismos como a desintegração da serrapilheira e acréscimo do material orgânico do solo, podem afetar as propriedades e processos no solo, como também suas características na formação do habitat para outros animais, plantas e microrganismos (BROWN, 2015).

A existência desses organismos influencia de forma direta ou indireta no ambiente, como na disponibilidade da água, produção de alimento, troca de gases entre o solo e atmosfera, controle de erosão e enchentes, tratamento de resíduos e conservação da biodiversidade (BROWN, 2009). Porém, a sobrevivência dos mesmos depende de vários fatores, como o tipo de solo, minerais predominantes, temperatura, pH, material orgânica, umidade do solo, textura e estrutura, assim como também a vegetação existente, precipitação, temperatura, vento, umidade relativa do ar e influência antrópica (MACHADO et al., 2015). Além disso, a disponibilidade de alimento se torna um fator limitante na sobrevivência dos mesmos (BARETTA et al., 2011). A sensibilidade destes organismos edáficos às modificações do ambiente, tanto biológicas, físicas e químicas, como as práticas de

manejo adotadas, influencia diretamente no aumento ou diminuição da sua diversidade (BARETTA et al., 2011).

## **2.2 Solo x Recuperação de Área Degradada**

A floresta proporciona grandes benefícios ao solo, como fertilidade, umidade e produtividade, pelo fato de estar sempre coberta com folhas e madeira, o que atrai organismos que captam nitrogênio do ar, arejando e fertilizando a terra. Além desses benefícios, o solo em condições ideais é rico em matéria orgânica e em nutrientes, dois fatores fundamentais para o desenvolvimento da vegetação (NETO; ZUCHI; MORAES, 1995). Nestes ecossistemas florestais a matéria orgânica no solo e a ciclagem de nutrientes contribuem para a biomassa radicular (MENEZES et al., 2010). Estas alterações são benéficas para a fauna do solo em função do uso da terra (BARETTA et al., 2003). Porém com o tempo, as ações antrópicas prejudicaram a qualidade do meio ambiente e, conseqüentemente, os benefícios gerados pelos serviços ecossistêmicos. Esta importância dada à qualidade do solo se tornou mais forte na década de 1990 com a comunidade científica, onde a mesma começou a colocar em evidencia a preocupação com a degradação dos recursos naturais, a sustentabilidade agrícola e a função do solo nesse contexto (VEZZANI; MIELNICZUK; 2009).

A modificação da natureza que provoca a perda da capacidade produtiva dá origem às áreas degradadas, processo este que está relacionado à degradação dos solos (WADT et al, 2003). Essa degradação é resultado das atividades antrópicas, como desmatamento, expansão urbana, agricultura extensiva, entre outras atividades danosas ao meio ambiente, o que gera prejuízo socioeconômico para as gerações atuais e também para as gerações futuras (BARETTA et al., 2011).

O uso intensivo e inadequado das diversas áreas exploradas tem contribuído para o declínio considerável da fertilidade natural dos solos (CORDEIRO et al., 2004). A agricultura convencional, como a monocultura, e o uso de agrotóxicos, levam a perda da fertilidade do solo de forma mais rápida (GOTSCH, 1996). Além do desequilíbrio químico, a compactação do solo, que impede o desenvolvimento das plantas (PRIMAVESI, 2009). Estes distúrbios provocam uma modificação na distribuição da fauna do solo à medida que alteram a disponibilidade de recurso alimentar, o que modifica as interações ecológicas intra e interespecíficas. Com isso,

as alterações no meio ambiente, causam o desaparecimento de espécies epigênicas (que vivem na serrapilheira) devido ao desmatamento ou com maior perturbação dos solos (MELO et al, 2009). Além disso, a “limpeza” do solo provoca uma perda de nitrogênio devido a remoção da biomassa presente no local, volatilização durante as queimas, desnitrificação e lixiviação (MORAES, 2005).

A fauna edáfica pode contribuir indiretamente também ao estímulo da atividade microbiana (BROWN, 2015). Estes organismos podem ser explorados nos processos de remediação e recuperação do solo, proporcionando um aumento na atividade biológica do mesmo (CORREIA, 2002). As atividades tróficas desses animais incluem, além da fragmentação de material vegetal em decomposição, o consumo de microrganismos (BARROS et al., 2010). Porém, o ambiente do solo tem sido pouco considerado em estudos de fragmentação florestal, mesmo sabendo da importância que tem no processo de decomposição e ciclagem dos nutrientes, como também no desenvolvimento vegetal (MENEZES et al, 2015).

### **2.3 Macroinvertebrados Como Bioindicadores de Qualidade do Solo**

Um indicador biológico é frequentemente definido pela presença ou ausência de espécie que está associada a uma condição ambiental em um determinado local (CORDEIRO et al., 2004). Estes organismos são adaptados a sobreviver, se reproduzir e realizar interações ecológicas em condições ambientais específicas. Atualmente vem crescendo o uso de bioindicadores no monitoramento ambiental, pois eles são sensíveis a pequenas mudanças ambientais, como as características físicas, químicas e estruturais do ambiente em que se encontram (CANDIDO et al., 2012). Estes indicadores ecológicos são utilizados para avaliar as condições do ambiente de forma rápida, mostrando as causas destas alterações (MERLIM, 2005).

Os indicadores de qualidade do solo apresentam uma sensibilidade a qualquer mudança no meio e a vantagem de estudá-los é que apresentam uma resposta mais rápida quando comparados aos indicadores químicos e físicos, e também permitem avaliar os processos pertencentes ao ciclo do C, N, P e entre outros nutrientes (MATSUMOTO e MARQUES, 2015). Baretta et al. (2011) refere-se à sensibilidade da fauna do solo como um indicativo importante em se avaliar a qualidade do solo. O estudo destes organismos é importante para avaliar as

mudanças ambientais e, dentre eles, os insetos têm se mostrado indicadores ideais para esta finalidade (NETO, 1995).

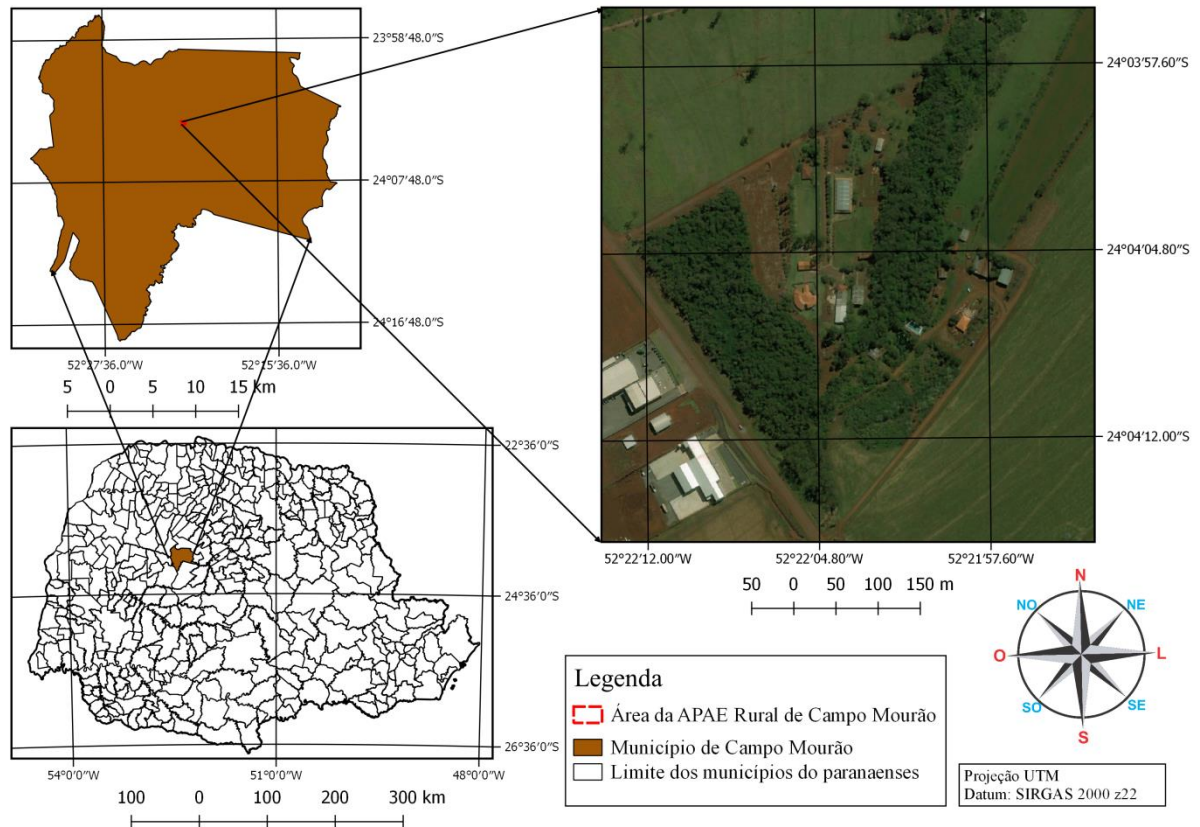
Os indicadores de qualidade do solo podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos, porém, além de realizarem funções essenciais para o funcionamento do solo, organismos apresentam uma mudança mais rápida perante a qualquer alteração na qualidade do solo. A concentração da atividade biológica, que atua nas primeiras camadas do solo, está localizada entre 1 a 30 cm (ARAUJO, MONTEIRO, 2007). Dentre os grupos existentes, as formigas aparecem como a mais dominante, tanto em número de espécies quanto em biomassa, além de serem uma das mais importantes na pirâmide de fluxo de energia por apresentarem funções como a dispersão de sementes, predação, herbivoria, ciclagem de nutrientes, estruturação física e química do solo, proteção de plantas contra a herbivoria e uma grande interação com os demais grupos de organismos (MELO et al., 2009).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais Rural (APAE Rural), localizada no município de Campo Mourão, no estado do Paraná. A propriedade possui uma área total de aproximadamente de 10 hectare (ha), sendo metade composta por reserva legal (Figura 1).

**Figura 1-Localização da APAE Rural no município de Campo Mourão-PR.**



**Fonte – Adaptado de IBGE (2012) e Bing Maps.**

De acordo com Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (2010), o clima predominante do município de Campo Mourão é o Cfb e Cfa. Conforme o Instituto Agrônomo do Paraná (2017), Cfb é um clima temperado propriamente dito, com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, e sem estação seca definida. O Cfa é um clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, podendo haver estiagem e geadas pouco frequentes. A precipitação anual de Campo Mourão está na faixa de 1600 a 1800 mm.

Campo Mourão está inserido na bacia sedimentar do Paraná, dentro do terceiro planalto paranaense, chamado de Planalto de Campo Mourão, que corresponde ao grande derrame mesozoico de rochas eruptivas básicas e também de rochas areníticas do Grupo Bauru. Abrange cerca de 2/3 do território paranaense e apresenta topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base com altitudes variando entre 220 e 840 metros sobre o nível do mar (SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ, 2006), Campo Mourão está situado sobre as bacias do Ivaí e Piquiri e seus principais rios são o Rio Mourão e o Rio do Campo, que pertencem à bacia do

Ivaí, onde a nossa área também se encontra. De acordo com o INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA e GEOLOGIA DO PARANÁ (2008), o município de Campo Mourão é formado, em geral, por quatro grupos de solos, sendo eles: Argissolos, Neossolos, Nitossolos e Latossolos.

### **3.2 Levantamento da Macrofauna**

Este estudo foi realizado em três áreas dentro da APAE Rural: um fragmento de floresta (Área C), um Sistema Agroflorestal em estágio inicial (Área B) e uma área caracterizada por presença de gramíneas (Área A).

Na área B foi implantado o Sistema Agroflorestal no início de 2016 pelo Grupo Agroflorestar-CM, onde todas as espécies inseridas foram cuidadosamente escolhidas para que uma espécie beneficiasse o crescimento da outra. Além disso foram introduzidas espécies perenes de material lenhoso, espécies frutíferas perenes, espécies frutíferas de ciclo de vida curto, culturas temporárias e coberturas verdes para geração de matéria orgânica. Área A é uma área destinada a regeneração natural, tendo predominância de gramíneas.

O solo para obtenção dos macroinvertebrados foi coletado bimestralmente, nos meses de agosto, outubro e dezembro, de 2017 e, fevereiro e abril, de 2018. A coleta da macrofauna do solo foi realizada utilizando-se o método “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF) descrito por Anderson e Ingram (1993). Em cada uma das três áreas, foram demarcados três pontos nos quais o solo foi retirado de parcelas com 25 cm x 25 cm de área, em três profundidades, até 10 cm, até 20 cm e até 30 cm.

Após a retirada do solo foi feita a triagem em laboratório e por meio de visualização à olho nu, todos os macroinvertebrados foram coletados e depositados em frascos contendo álcool 50%. Posteriormente, os macroinvertebrados foram identificados e classificados em grandes grupos taxonômicos e a abundância de cada grupo foi registrada. As larvas encontradas foram identificadas e os ovos não, apenas agrupados e contabilizados como um todo.

### 3.3. Variáveis ambientais

Os dados referentes às variáveis ambientais de temperatura do solo, umidade do solo e umidade do ar, foram coletados semanalmente nos três pontos dentro de cada área, sempre no período da manhã.

Através do aparelho termo-higro-anemômetro com luxímetro, modelo THAL-300, foram medidas as variáveis temperatura (em graus Celsius). Os dados microclimáticos temperatura e umidade do solo foram coletados utilizando o aparelho “Digital Thermometer” e Theta Probe ML2X, respectivamente.

A análise laboratorial dos macro e micro nutrientes do solo foi realizada nos meses de outubro de 2017 e abril do ano de 2018, nas três áreas de estudo, a fim de obter os dados de pH, Al,Ca,Mg,K,P,CTC,COT no início e fim do estudo.

A diversidade de macroinvertebrados em cada área foi estimada utilizando o índice de Shannon-Wiener, com auxílio do *software* Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abundância total da macrofauna edáfica encontrada nas três áreas (Área A, Área B e Área C) foi de 1.403 indivíduos, distribuídos em 16 táxons (Tabela 1).

**Tabela 1 - Riqueza e abundância dos insetos coletados na Área A, Área B e Área C por extratos 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm.**

	Abundância Área A			Abundância Área B			Abundância Área C			Total
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	
<b>Riqueza de táxons</b>										
Annelida	3	2	1	82	59	31	19	13	5	<b>215</b>
Aracnida: Acarina	0	0	0	1	0	0	1	0	0	<b>2</b>
Aracnida: Araneae	2	2	0	3	1	0	2	1	0	<b>11</b>
Blattodea	0	1	0	6	1	3	0	1	0	<b>12</b>
Chilopoda	4	0	2	5	3	2	12	0	1	<b>29</b>
Coleoptera	9	3	1	7	3	0	4	1	2	<b>30</b>
Coleoptera larval	3	6	0	0	2	2	1	4	2	<b>20</b>
Diplopoda	4	1	0	3	1	0	1	3	0	<b>13</b>
Diptera larval	11	12	11	2	2	1	4	3	0	<b>46</b>
Gastropoda	0	0	0	2	0	1	0	0	0	<b>3</b>
Hymenoptera: Formicidae	172	65	131	270	46	33	59	47	22	<b>845</b>

Isoptera	37	12	3	44	25	20	22	0	1	<b>164</b>
Lepidoptera larval	2	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
Orthoptera	2	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
Ovos	0	0		1	4	1	1	1	0	<b>8</b>
Trichoptera	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>104</b>	<b>150</b>	<b>426</b>	<b>147</b>	<b>94</b>	<b>126</b>	<b>74</b>	<b>33</b>	<b>1403</b>

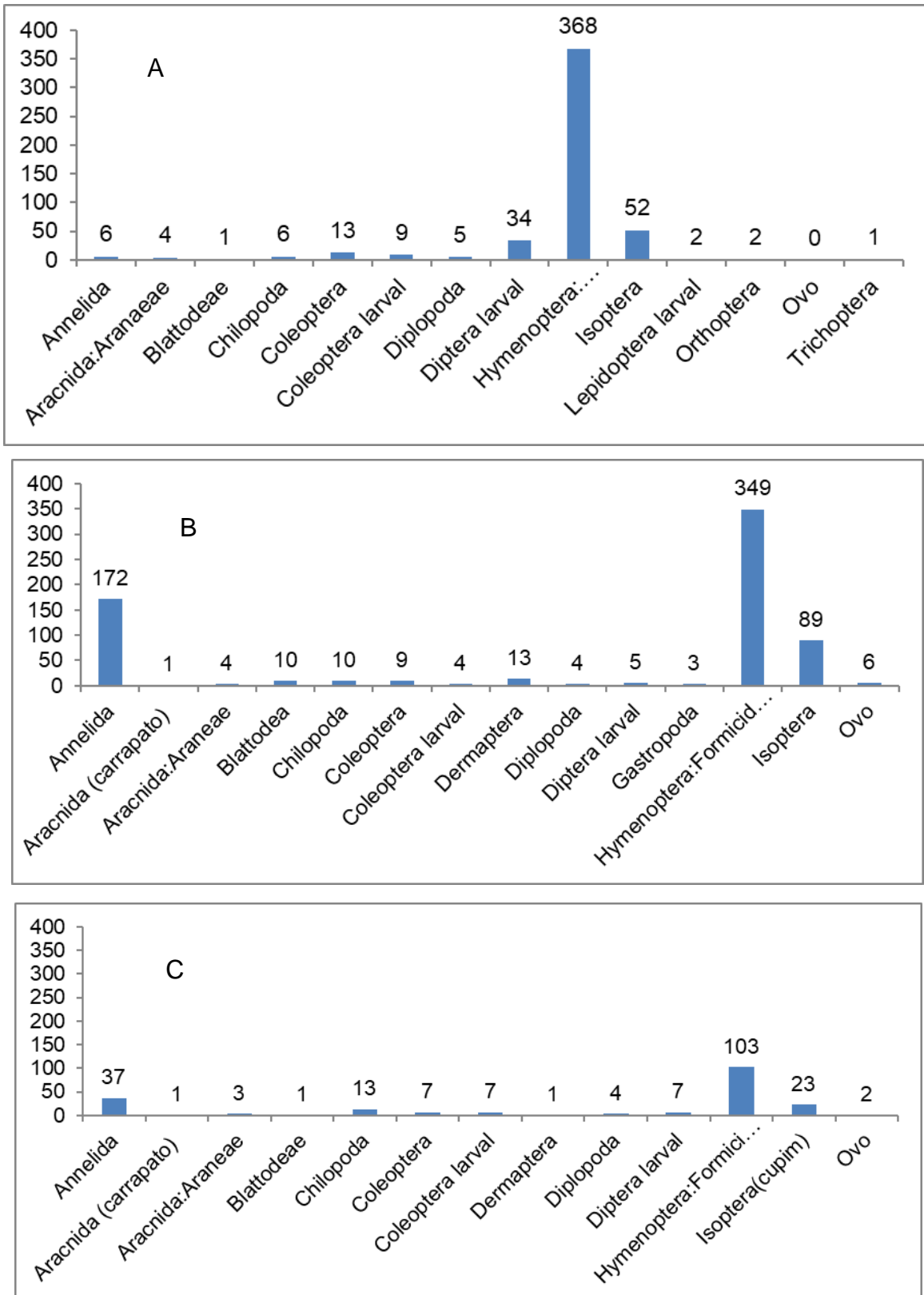
Hymenoptera: Formicidae foi predominante nas três áreas de estudos (Figura 2A, 2B e 2C), seguido pelos indivíduos do grupo Isoptera que foram mais abundantes na Área B (Figura 2B). Área B e Área C tiveram Annelida como segundo grupo taxonômico mais abundante, com 172 indivíduos e 37 indivíduos, respectivamente (Figura 2B e 2C).

Hymenoptera foi o grupo de maior destaque nas três áreas de estudo sendo representado em sua totalidade pela família Formicidae, seguido de Isoptera e Annelida. Os invertebrados do grupo Hymenoptera são considerados insetos sociais, vivem em colônias que podem conter de algumas dezenas até milhões de indivíduos. As formigas possuem diferentes funções ecológicas, como a predação de outros organismos, além de cultivadores de fungos (saúvas), detritívoros e fitófagos. Também são dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres, capazes de colonizar ambientes que ofertam poucos recursos para o desenvolvimento da vida, sendo este fator indicativo de área degradada (MELO et al., 2009) o que pode justificar a grande quantidade encontrada na Área A, Área B e Área C. Na Área A houve a presença de formigas do gênero *Atta* popularmente conhecida como saúva. Indivíduos deste gênero escolhem solos pobres em calcário para fundar suas colônias, pois a acidez favorece o fungo simbiote dessas formigas, em consequência, evita as regiões calcárias (MELO et al., 2009). A sobrevivência inicial das colônias de formigas cortadeiras é maior em solos mais pobres em nutrientes, devido à redução de entomopatógenos e de possíveis antagonistas ao fungo simbiote (MELO et al., 2009).

Em seguida a ordem de maior destaque nas três áreas foi Isoptera, também considerados insetos sociais e vivendo em colônias, possuem indivíduos que se alimentam de material celulósico, acelerando a decomposição e a ciclagem dos nutrientes minerais retidos na matéria vegetal morta. Alguns são coprófagos, outros são necrófagos. Além de uma alimentação diversificada, estes indivíduos podem construir seus ninhos abaixo do solo, acima do solo ou sobre árvores (SOUZA et al.,



2015). Estes fatores permitem que estes invertebrados estejam em diferentes ambientes (Figura 2), por isso área A e área B apresentaram maior abundância de indivíduos que a área C. Muitas vezes, cupins são dominantes em solos áridos ou semiáridos e alguns grupos aparecem com mais frequência em solos com poucos nutrientes (STORK; EGGLETON,1992).



**Figura 2 - Abundância dos grupos taxômicos encontrados em áreas da APAE Rural do município de Campo Mourão-PR.**

Um estudo realizado por Braithwaite et al. (1988) no Parque Nacional de Kakadu, Austrália, mostrou espécies de cupins aumentando conforme diminuía a

qualidade do solo. Área B apresentou quase o dobro de isópteras, se comparado a Área C (Figura 2) provavelmente pelo fato de possuir oferta de alimento a esses invertebrados (BRAITHWAITE; MILLER; WOOD, 1988), tendo em vista que Área A é dominada por gramíneas e tem histórico de aplicações de agrotóxico para o manejo do local, diferentemente da Área A que está em processo de manejo agroecológico. Outra possibilidade é que a presença de cupins também pode indicar a existência de metais no solo (PAOLETTI et al., 1991).

Annelida foi o terceiro grupo de maior expressão nas três áreas. Estes indivíduos alimentam-se principalmente de detritos orgânicos em vários estágios de decomposição, micro-organismos, bactérias, fungos, protozoários, nematoides, rotíferos, fezes próprias ou de outros animais (DIONÍSIO et al., 2016). No decorrer de suas atividades estes indivíduos dispersam micro-organismos na forma de células e/ou esporos, pelo deslocamento na superfície do solo e na construção de galerias, como também pelos excrementos “corpólitos”, que podem ser liberadas dentro ou na superfície do solo (DIONÍSIO et al., 2016). Estes animais são sensíveis e reagem a mudanças induzidas por atividades antrópicas e naturais ao solo, sendo características úteis para avaliação e monitoramento da qualidade ambiental (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

Dentre as áreas de estudo estes indivíduos apareceram de forma expressiva na Área B e Área C (Figura 2), ao contrário da Área A. Esta última área se encontrava em um estágio de degradação mais avançado, contendo poucas espécies de gramíneas em grande quantidade. Além disso, funcionários da entidade APAE faziam uso de agrotóxicos para o controle dessas gramíneas, o que possivelmente acarretava na perda de nutrientes do solo. Além disso, Dionísio et al. (2016) afirmam que a ação antrópica em função de técnicas agrícolas inadequadas causa impactos deletérios na população de minhocas. De acordo com Melo et al., (2009) os indivíduos do filo Annelida aumentam na presença de cobertura verde, matéria orgânica em decomposição e sistema radicular extenso, características estas totalmente opostas à Área A.

Uma observação importante e que fica evidente em quase todos os grupos taxonômicos das três áreas de estudo, é a maior abundância de indivíduos no primeiro extrato de solo (0-10 cm), havendo decréscimo conforme aumenta a profundidade das amostras. De acordo com Baretta et al. (2005), é nesta profundidade de solo onde a atividade biológica é mais concentrada.

Uma situação peculiar foi a maior abundância de Annelida em Área B, ao invés da Floresta que aparentemente sofre menos com perturbações. É comum maior concentração dos organismos nas proximidades da superfície do solo (BARETTA et al., 2004) e pode ser explicado devido a essa camada ter sido mais alterada pelas práticas de manejo adotadas nesta área, como preparo do solo, adubação e deposição de resíduos orgânicos. O manejo agroecológico realizado no período de estudo, onde o material vegetal podado constantemente era disposto cuidadosamente na superfície do solo, pode ter promovido condições adequadas para o incremento da matéria orgânica no solo (STEENBOCK; VEZZANI, 2013). A Área C contém clareiras em seu interior e, a queda de árvores ou galhos não reflete imediatamente no contato entre estes materiais e o solo, levando muito mais tempo para que sejam utilizados pelos organismos edáficos (STEENBOCK; VEZZANI, 2013). De acordo com Melo et al. (2009), áreas com diferentes graus de diversificação de espécies, maior número de árvores consorciadas e junto com uma permanente cobertura da superfície do solo proporciona o ambiente adequado não só para Annelida como também para os outros 13 grupos (Tabela 2) encontrados na área. Outro fator que pode ter influenciado na quantidade expressiva de minhocas na Área B, foi o sistema de compostagem simplificado instalado debaixo das frutíferas do local, com o objetivo de aproveitar os resíduos orgânicos da cozinha da APAE, como as cascas de frutas, casca de ovos e vegetais não cozidos ou temperados, que em seguida, foram dispostos no solo mensalmente de forma controlada para a incorporação dos macro e micro nutrientes gerados na compostagem.

As larvas da ordem Díptera também merecem uma atenção especial devido a grande quantidade encontrada na Área A (Figura 2), diferente das demais áreas de estudo. Isto pode estar relacionado ao estresse do solo (PAOLETTI et al., 1991), maior perturbação dos agregados e menor quantidade de resíduos adicionados na superfície do solo (SILVA et al., 2006).

A área com maior abundância de indivíduos foi Área B (667 indivíduos), seguido de Área A (503 indivíduos) e Floresta (233 indivíduos), com riqueza de táxons muito similar entre as áreas (14, 13 e 13) (Tabela 2). A maior diversidade foi apresentada pela Floresta ( $H' = 0,68$ ), que também apresentou maior homogeneidade de abundâncias ( $E = 0,61$ ) (Tabela 2), ou seja melhor distribuição dos invertebrados nos grupos taxonômicos coletados, fato esse que pode

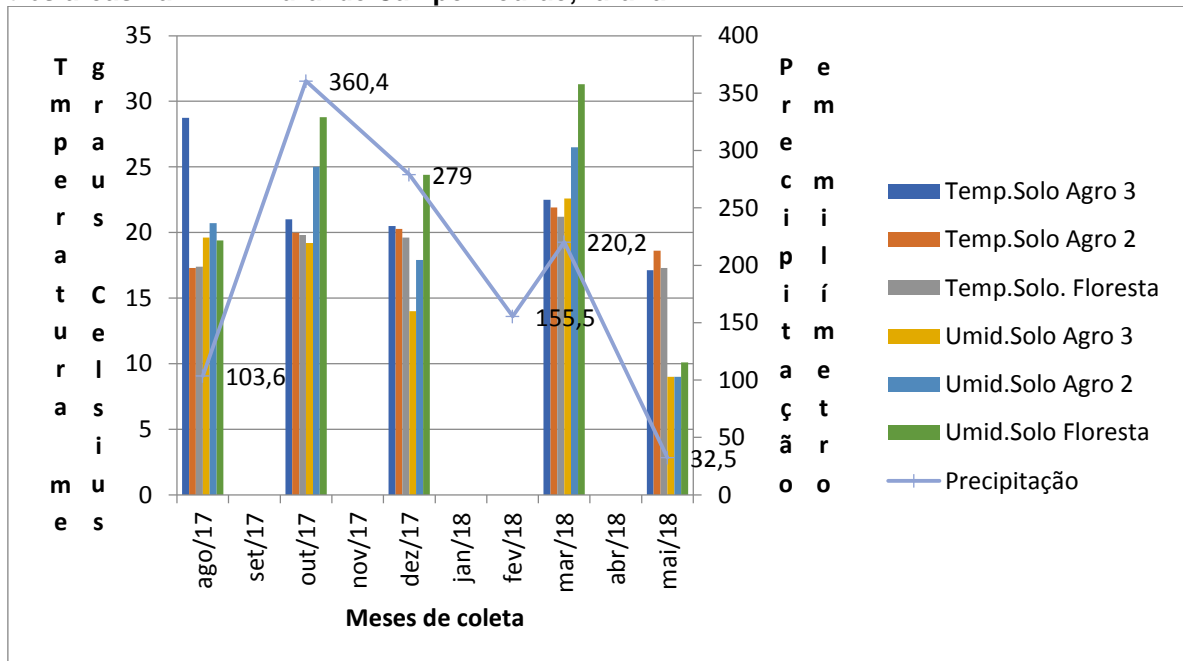
representar solo de maior qualidade. A vegetação nativa é um ambiente que apresenta variedade de micro-habitats e oferta de recursos (Silva et al., 2006) e os fatores edáficos (tipo de solo, minerais predominantes, temperatura, pH, matéria orgânica, umidade, textura e estrutura), tipo de vegetação e cobertura, e umidade relativa do ar, são fatores que influenciam para a qualidade do ambiente (Melo et al., 2009). Além disso, a menor perturbação antrópica neste local proporciona ainda mais a qualidade do ambiente. Esta diversidade presente no local determina o nível de degradação do solo (WINK et al., 2005), justificando a maior qualidade do local.

**Tabela 2 - Índices de diversidade de Shannon-Wiener para três áreas da APAE Rural de Campo Mourão, Paraná.**

	Área A	Área B	Área C
Abundância	493	679	234
Riqueza (S)	13	14	13
Índice Shannon- Wiener(H')	0,45	0,61	0,68
Máxima diversidade (H máx)	1,11	1,15	1,11
Homogeneidade(E)	0,41	0,54	0,61

As temperaturas do solo nas três áreas variaram entre 28,73° C e 17,3 °C. A maior média de temperatura do solo foi na Área A no mês de agosto do ano de 2017, com 28,73°C. A menor média de temperatura do solo observada também foi neste mesmo período, porém na Área B com 17,3°C (Figura 3) e Área C no mês de maio de 2018.

**Figura 3-Precipitação, média da temperatura do solo e média da umidade do solo referente as três áreas na APAE Rural de Campo Mourão,Paraná.**



A temperatura afeta diretamente no comportamento e alimentação dos insetos, sendo um regulador de suas atividades. A média das temperaturas mensais (Figura 3) estão dentro do padrão aceitável pela maioria dos invertebrados, com a faixa de temperatura entre 38 graus (temperatura limiar máxima) e 15 graus (temperatura limiar mínima), sendo a temperatura ótima em torno de 25 graus (GALLO et al., 2002). Porém a inconstância da precipitação em um curto período pode afetar a sobrevivência destes insetos (GALLO et al., 2002). Durante os meses de coleta houve um aumento na precipitação de setembro para o mês de outubro do ano de 2017 (Figura 3). Neste mesmo período houve uma diminuição na abundância e riqueza dos invertebrados nas respectivas áreas (Tabela 3, 4 e 5), justificado pela hipótese do distúrbio intermediário, onde perturbações de alta intensidade causam este efeito na maioria dos indivíduos do local.

O mês de maior destaque foi agosto de 2017 na Área C, com índice de diversidade igual a 0,77 (Tabela 5).

**Tabela 2 - Índice de diversidade (Shannon-Winer) para os meses de coleta na Área A.**

	Agosto	Out	Dez	Fev	Maio
Abundância	110	44	89	91	166
Riqueza	9	8	6	7	9
Índice de Shannon-Wiener	0,50	0,41	0,49	0,23	0,39

Máxima diversidade	0,95	0,90	0,77	0,84	0,95
Homogeneidade	0,52	0,45	0,63	0,27	0,40

**Tabela 3 - Índice de Shannon-Wiener realizado para os meses de coleta na Área B.**

	Agosto	Out	Dez	Fev	Maio
Abundância	135	130	192	102	122
Riqueza	8	7	9	9	12
Índice de Shannon-Wiener	0,36	0,40	0,53	0,55	0,47
Máxima diversidade	0,90	0,84	0,95	0,95	1,08
Homogeneidade	0,40	0,47	0,55	0,58	0,44

**Tabela 4 - Índice de Shannon-Wiener realizado nos meses de coleta para a Área C.**

	Agosto	Out	Dez	Fev	Maio
Abundância	60	26	66	25	32
Riqueza	11	6	8	6	8
Índice de Shannon-Wiener	0,77	0,6386	0,5206	0,6309	0,5622
Máxima diversidade	1,04	0,7782	0,9031	0,7782	0,9031
Homogeneidade	0,74	0,8206	0,5764	0,8107	0,6225

As maiores abundâncias dos invertebrados foram nos meses de dezembro (Tabela 4 e Tabela 5) e maio (Tabela 3), justamente os meses que não sofreram com uma grande mudança climática (Figura 3).

O mês de maio de 2018 foi o período mais seco (Figura 3) e Área B e Área C apresentaram as melhores homogeneidades nos grupos taxonômicos (Tabela 4 e Tabela 5). A presença de cobertura vegetal no solo contribui para o aumento da disponibilidade de energia e promove a criação de novos habitats favoráveis à colonização por organismos invertebrados, o que pode beneficiar a sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção (SILVA et al., 2007).

As análises químicas do solo (Tabelas 6 e 7) foram realizadas no ano de 2017 e 2018 a fim de verificar possíveis alterações no local, visto que uma das áreas recebeu manejo agroecológico.

O pH das três áreas de estudos se manteve na faixa de 4 a 5 (Tabela 6 e Tabela 7) indicando presença de alumínio trocável no solo (SOBRAL et al., 2015), o que caracterizando solo ácido (MILLER, 1965), o que torna o ambiente propício para as formigas do gênero *Atta* fazerem seu ninhos, conforme já citado anteriormente. O

teor mais baixo de potássio (K) apresentado foi em Área A, com 0,05cmolc/dm<sup>3</sup> (Tabela 6), indicando área mais intemperizada conforme Sobral et al. (2015).

**Tabela 5 - Resultado da análise química do solo das três áreas de estudo referente ao mês de outubro do ano de 2017.**

Resultado da análise química do solo			
Caracterização química	Área C	Área B	Área A
pH	4,17	4,96	4,60
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,93	0,05	0,27
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,58	4,23	1,96
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,75	2,16	1,04
K (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,13	0,20	0,05
P (mg/dm <sup>3</sup> )	1,29	1,43	0,75
CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	11,51	12,35	9,03
COT (g/dm <sup>3</sup> )	20,05	23,68	15,32

**Tabela 6 - Resultado da análise química do solo ads três áreas de estudo referente ao mês de maio de 2018.**

Resultado da análise química do solo			
Caracterização química	Área C	Área B	Área A
pH	4,17	4,88	4,83
Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,90	0,00	0,05
Ca (cmol/dm <sup>3</sup> )	3,09	2,83	2,40
Mg (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,85	1,82	1,66
K (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,15	0,13	0,20
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2,50	2,76	2,49
CTC (cmoldm <sup>3</sup> )	13,10	9,74	9,61
COT (g/dm <sup>3</sup> )	25,96	14,17	16,62

De acordo com Sobral et al. (2015) a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) das três áreas é considerada baixo a médio, ou seja, entre 5 e 15 cmolc /dm<sup>3</sup>. O maior valor encontrado foi de 13,10 cmolc /dm<sup>3</sup> para a Área C no ano de 2018. Esta alta capacidade de troca iônica dos solos significa a liberação de vários nutrientes, favorecendo a fertilidade das plantas (RONQUIM, 2010), o que contribui para que esta área tenha o maior índice de diversidade.

Outro índice bastante importante de ser analisado é o Carbono Orgânico Total (COT), onde a área com maior índice foi a Área C com 25,96 g/dm<sup>3</sup> (Tabela 7). O COT da Área C teve pouca alteração, se comparado com os demais ambientes estudados. A Área B, área que recebeu manejo agroecológico teve uma grande mudança, sendo justificada pelo fato de ter recebido um manejo agroecológico intenso no início das atividades no ano de 2017 e, ao final do projeto, não ter sido



tão frequente. Diferente da Área A que apenas recebia roçadas esporadicamente, justificando a pouca alteração.

Diferente das primeiras áreas, a análise mostra que houve melhoras no COT da Área C. O estudo realizado por Wendling et al.(2005) intitulado de “Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos” concluiu que o cultivo do solo reduz a estabilidade de agregados em água, quando comparado aos valores anteriores ao desmatamento. De acordo com Loss et al. (2015) as práticas de revolvimento do solo resultam em alta perturbação causando ruptura dos agregados, com a exposição da matéria orgânica. A substituição da vegetação nativa, por culturas anuais, em decorrência do revolvimento do solo, favorece a oxidação da matéria orgânica (CORAZZA et al.,1999).

## 5 CONCLUSÃO

A abundância total da macrofauna edáfica encontrada nas três áreas (Área A, Área B, e Área C) foram de 1.403 indivíduos, distribuídos em 16 táxons, com Hymenoptera:Formicidae sendo predominante nas três áreas de estudos. Área B e Área C tiveram Annelida como segundo grupo taxonômico mais abundante, com 172 indivíduos e 37 indivíduos, respectivamente. Quase todos os grupos taxonômicos das três áreas de estudo teve a maior abundância de indivíduos no primeiro extrato de solo (0-10 cm), havendo decréscimo conforme aumenta a profundidade das amostras. Annelida foi mais abundante em Área B, ao invés da Área C, devido ao manejo agroecológico adotado nesta área, como preparo do solo, adubação e deposição de resíduos orgânicos.

A maior diversidade foi apresentada pela Área C ( $H' = 0,68$ ), que também apresentou maior homogeneidade de abundâncias ( $E = 0,61$ ) (Tabela 2), ou seja melhor distribuição dos invertebrados nos grupos taxonômicos coletados, fato esse que pode representar solo de maior qualidade.

A média de temperatura do solo durante o estudo se manteve dentro da faixa aceitável para a sobrevivência da maioria dos insetos. Observou-se que os períodos com inconsistência no clima coincidiram com a diminuição dos invertebrados no mesmo período.

As análises químicas do solo apresentaram valores que mostram o pH ácido do solo, o que confirma o aparecimento de formigas do gênero *Atta*. Das três áreas estudadas a Área C foi a que apresentou os melhores índices de CTC e COT, o que justifica pela maior qualidade do ambiente, favorecendo a sobrevivência da maior diversidade de macro-invertebrados no local.

No entanto, apesar de haver número considerável de trabalhos a respeito das funções da fauna do solo, bem como das respostas a interferências antrópicas, tais estudos estão concentrados em determinadas regiões, particularmente nas de clima temperado. O número de trabalhos sobre fauna de solo em regiões tropicais, apesar de crescente, está ainda muito aquém do necessário. No Brasil, o número de trabalhos é irrelevante frente a diversidade de ecossistemas do país e ao desconhecimento da própria biodiversidade do solo. É possível que muitas espécies sejam extintas em antes serem conhecidas (MERLIM, 2005).

## REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYREAS, D. L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT 5.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Ong Mamiraua. Belém, PA. 2007
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. .I. **Tropical soilbiologyandfertility: a handbookofmethods**. Wallingford: CAB International, 2.ed., 1993.
- AQUINO, A. M. **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, p.21, 2001.
- ARAÚJO, A. S. F. ; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.
- BARETTA, D.; SEGAT, J.C.; SANTOS, J.; GEREMIA, E.V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: Tópicos em Ciência do Solo. **Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, 2011.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDER, L. do P.; MIQUELIUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilha e por catação manual afetada pelo manejo do solo na região Oeste Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.2, n.2, p.97-106, 2003.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. S.; 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**, Santa Catarina, v. 2, n. 2, p.97-106, 31 mar. 2004. Disponível em:

<<http://200.19.105.203/index.php/agroveterinaria/article/viewFile/5616/3798>>. Acesso em: 25 out. 2019.

BARETTA, D. SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R. OSMAR, K. F. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no planalto sul catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.715-724, out. 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1802/180214037007.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

BARROS, Y.J.; MELO, V. F.; SAUTTER, K. D.; BUSCHLE, B.; OLIVEIRA, E. B.; AZEVEDO, C. R.; SOUZA, L. C. P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.4, 2010.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, c.; BAROIS, i.; ROJAS, P. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica em los ecosistemas tropicales mexicanos. **Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)**, n. Es1, p. 79-110, 2001.

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. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, 2009.

BROWN, George G.; DOMÍNGUEZ, Jorge. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas-o 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (Elaetao3). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 2010, 2: 1-18.

BROWN, G. G.; NIVA, C. C.; ZAGATTO, M. R. G.; FERREIRA, S. de A.; NADOLNY, H. S.; CARDOSO, G. B. X.; SANTOS, A.; MARTINEZ, G. de A.; PASINI, A.; BARTZ, M. L. C.; SAUTTER, K. D.; THOMAZINI, M. J.; BARETTA, D.; SILVA, E. da; ANTONIOLLI, Z. I.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P. M.; SOUSA, J. P.; CARVALHO, F. **Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais**. Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

BRAITHWAITE, R. W.; MILLER, L.; WOOD, J. T.. The structure of termite communities in the Australian tropics. **Austral Ecology**, [s.l.], v. 13, n. 4, p.375-391, dez. 1988. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.1988.tb00986.x>.

CÂNDIDO, A. K. A. A.; SILVA, N. M. BARBOSA, D. S.; FARIAS, L. N.; SOUZA, W. P. Fauna edáfica como bioindicadores de qualidade ambiental na nascente do rio São Lourenço, Campo Verde—MT, Brasil. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. COMPORTAMENTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO COMO FONTE OU DEPÓSITO DE CARBONO EM RELAÇÃO À VEGETAÇÃO DE CERRADO *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 23, n.2, p. 425-432, 1999.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; 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**, v. 24, p. 29-34, 2004.

CORREIA, M. E. F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2002.

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

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; DE PAULA, A. M.; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **GUIA PRÁTICO DE BIOLOGIA DO SOLO**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 152 p.  
(DIONÍSIO; PIMENTEL; SIGNOR; DE PAULA; MACEDA; MATTANA, 2016)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

GOTSCH, E. O renascer da agricultura. 2.ed. Rio de Janeiro: **AS – PTA**, 1996.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Classificação Climática**. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863> >. Acesso em 12 mai. 2017.

ITCG – Instituto de Terras Cartográficas e Geociências. 2010/2006. Disponível em <<http://www.itcg.pr.gov.br/> >. Acesso em 12 mai. 2017.

KATAGUIRI, V. S. **Restabelecimento da fauna edáfica e a qualidade da serapilheira na Floresta da USP–área de reflorestamento de Floresta Estacional Semidecidual**. USP, Ribeirão Preto. 53p. Dissertação de Mestrado, 2006.

LIMA, Sandra Santana de et al. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p.322-331, mar. 2010.

LOSS, Arcângelo et al. CARBONO ORGÂNICO TOTAL E AGREGAÇÃO DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO AGROECOLÓGICO E CONVENCIONAL DE CEBOLA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 39, n. 4, p.1212-1224, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcS20140718>.

MACHADO, D. L. et al. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul-RJ. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 91-106, 2015.

MATSUMOTO, L. S.; MARQUES, R. D. **BIOINDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO, IV Reunião Paranaense de Ciência do Solo, Cascavel – Paraná, 2015.**

MELO, F. V. et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim informativo da SBCS**. Janeiro –abril, p.39, 2009.

MENEZES, C. E. G. CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; DOS ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, Í. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, 2009.

MENEZES, C.E.G. et.al. Aporte e decomposição de serrapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinhal, RJ. **Ciência Florestal**, v.20, n.3,2010.

MERLIM, A.O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. 2006. Disponível em <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2\\_Geral/Geomorfologia/Atlas\\_Geomorfologico\\_o\\_Parana\\_2006.pdf](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Atlas_Geomorfologico_o_Parana_2006.pdf) >. Acesso em 12 mai. 2017.

MILLER, Raymond J.. Mechanisms for Hydrogen to Aluminum Transformations in Clays1. **Soil Science Society Of America Journal**, [s.l.], v. 29, n. 1, p.36-39, 1965. Soil Science Society of America. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1965.03615995002900010013x>.

MOREAIS,L.F.D. **Indicadores da restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ**. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Seropédica,RJ,2005.

NAZARO, C. M. Macrofauna edáfica bioindicadora de qualidade de solo em sistemas orgânicos de produção de café sombreado e a pleno sol. **ANAIS DO ENIC**, v. 1, n. 2, 2015.

NETO, S. S.; ZUCHI,R.; MORAES,R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia agrícola**, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.

PAOLETTI, M. G.; FRAVETTO, M. R.; STINNER, B. R.; PURRINGTON, F. F.; BATER, J. E. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s.l.], v. 34, n. 1-4, p.341-362, fev. 1991. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809\(91\)90120-m](http://dx.doi.org/10.1016/0167-8809(91)90120-m).

PRIMAVESI, A. Cartilha do solo. **São Paulo: Fundação Mokiti Okada**, p. 177, 2006.

PRIMAVESI,A. O solo tropical – Casos – Perguntando sobre o solo.1.ed.**São Paulo: Fundação Mokiti Okada,2009**.

RONQUIM,C.C.Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.**Embrapa monitoramento por satélite-Documentos(INFOTECA-E)**,2010.

SILVA, R. F.; MERCANTE, F. AQUINO, A. M. "Engenheiros ecológicos" e atributos químicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

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

SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M.. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p.865-871, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v42n6/v42n6a14.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B. C. R.; OLIVEIRA, A. P. G.; AMARAL, A. A. **Macrofauna do solo**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2015. 11 v. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015E/Macrofauna.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2019.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L.; Guia prático para interpretação de Resultados de Análises de Solo. **Embrapa Tabuleiros Costeiros – Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.

VEZZANI, F.M; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, 2009.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do Solo: com Ênfase aos Solos Tropicais**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 464 p, 1988.

WADT, P. G. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. **Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

WENDLING, B.; IVO, J.; MENDONÇA, E. S.; Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p.487-494, maio 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v40n5/24431.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. INSETOS EDÁFICOS COMO INDICADORES DA QUALIDADE AMBIENTAL. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p.60-71, 11 out. 2005

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