



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**JULIA DA SILVA MACHADO**

**SISBIOTA/SC:**

**BIODIVERSIDADE DE ORGANISMOS EDÁFICOS COMO INDICADORES DA  
QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE SANTA  
CATARINA**

Tubarão

2012

**JULIA DA SILVA MACHADO**

**SISBIOTA/SC:**

**BIODIVERSIDADE DE ORGANISMOS EDÁFICOS COMO INDICADORES DA  
QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE SANTA  
CATARINA**

Relatório de estágio apresentado ao Curso de graduação em Agronomia, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Rossana Faraco Bianchini, Msc

Coorientador: Mauricio Vicente Alves, Dr.

Tubarão

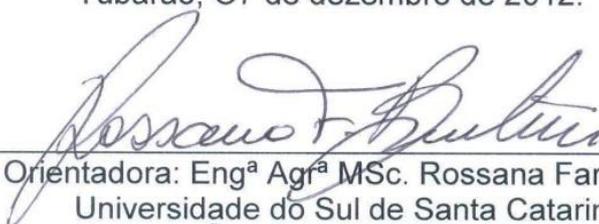
2012

UNISUL – CURSO DE AGRONOMIA  
JULIA DA SILVA MACHADO

SISBIOTAISC: BIODIVERSIDADE DE ORGANISMOS EDÁFICOS  
COMO INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO EM  
SISTEMAS DE MANEJO NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Este Relatório de Estágio foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua forma final pelo Curso de Agronomia, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 07 de dezembro de 2012.



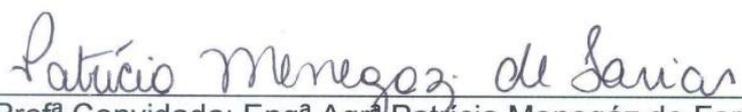
---

Profª Orientadora: Engª Agrª MSc. Rossana Faraco Bianchini  
Universidade do Sul de Santa Catarina



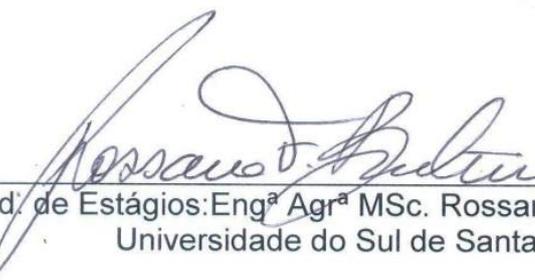
---

Prof. Co-orientador: Engº Agrº Dr. Maurício Vicente Alves  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



---

Profª Convidada: Engª Agrª Patrícia Menegáz de Farias  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Coord. de Estágios: Engª Agrª MSc. Rossana Faraco Bianchini  
Universidade do Sul de Santa Catarina

“Dedico este relatório aos meus pais, a minha irmã, a minha mentora e toda a sua equipe, pessoas que eu amo acima de qualquer coisa.”

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de tudo, por ter me mantido firme e forte no caminho até aqui.

Aos meus pais, por serem a base forte da minha vida, por me apoiarem e me amarem acima de qualquer coisa, por estarem sempre presentes quando as coisas desandam. Foram muitas as vezes que tudo parecia ruir, e a única certeza que sempre tive é que estariam lá para amparar-me se tudo desse errado. Sou eternamente grata a eles, deram muito mais que bens materiais e ensinaram-me muito mais do que qualquer livro, fazem da nossa casa um lar, para onde sei que sempre posso voltar; sem eles eu nada seria.

A minha irmã que sempre foi minha inspiração, que me mostrou que a vida nem sempre é como gostaríamos, mas que de algum jeito, sempre se torna melhor do que o planejado.

Um agradecimento mais do que especial a minha mentora, minha amiga, parte integrante da família que eu escolhi por amor, Maria de Lourdes, uma pessoa incrível, com um coração sem tamanho, humor inabalável e lições de vida que a tornam nobre, não perante os homens, mas perante a força maior que rege o universo. A ela que se doa de maneira excepcional para ajudar quem quer seja. Estendo esse agradecimento a toda a sua equipe, que está sempre presente na minha vida, que sustenta-me, apoia, protege e ajuda desde que entendo-me por gente.

Ao meu amigo Jhon, por ser meu companheiro de todas as horas, meu conselheiro, meu confidente, meu apoio dentro e fora do curso, por ter me proporcionado a experiência de uma amizade como só se lê em livros.

Não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Mauricio Vicente Alves, que viu em mim um potencial que não sabia que tinha e deu muitas oportunidades de crescimento na universidade, confiando e apostando em mim, ajudando-me não uma, mas inúmeras vezes e acabou se tornando um grande amigo.

À todos os professores do curso de Agronomia, da Universidade do Sul de Santa Catarina, que fizeram parte dessa trajetória, dividindo seus conhecimentos, suas experiências e suas lições de vida.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, por ter concedido o estágio, principalmente ao professor Dr. Dilmar Baretta, por concordar na orientação e ter permitido que acompanhasse seu trabalho no Laboratório de Solos e Sustentabilidade do Centro de Educação Superior do Oeste (CEO). Estendo esse agradecimento a todos que trabalham no laboratório, especialmente os mais assíduos, como a Marie, Elaine, Edpool, Evandro, Patrícia, Manuela, Talyta, Renato, Roney, Rogério, e Iara, que acolheram-me, ajudaram e ensinaram a apreciar uma cultura diferente, que fizeram parte da minha vida nesses três meses, e dos quais vou sentir muita falta, mais do que imaginei que seria possível.

“O papel dos infinitamente pequenos é infinitamente grande”.

(Louis Pasteur)

## RESUMO

A fauna edáfica apresenta papel fundamental em processos de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e na relação solo-planta. É considerada eficiente indicador da qualidade do solo, pois as comunidades são alteradas pela simples modificação de práticas de manejo. O estágio foi realizado em Chapecó, no Centro de Educação Superior do Oeste (UDESC) e teve como objetivo acompanhar as atividades do Laboratório de Solos e Sustentabilidade do curso de Zootecnia, sob orientação do professor Dr. Dilmar Baretta. Durante o estágio foram acompanhadas atividades relacionadas ao projeto Sisbiota (Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade), com ênfase no uso da biodiversidade de organismos edáficos como indicadores da qualidade do solo em diferentes tipos de manejo em todo o estado. Foram realizadas atividades como: triagem manual do método *TSBF*; limpeza, contagem e identificação de organismos do método *Pitfall Trap*; bem como montagem e realização da análise de respiração do solo. Todos os processos acompanhados durante o período foram fundamentais para por em prática o conhecimento teórico adquirido durante o curso de Agronomia; além da oportunidade de trabalhar com análises até então desconhecidas.

Palavras-chave: Bioindicadores. Fauna do solo. Análises.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação da fauna do solo por tamanho. ....	25
Figura 2 - Método <i>TSBF</i> : instalação da grade (A), detalhe da grade de amostragem (B) e amostra armazenada pronta para transporte (C).....	41
Figura 3 - Triagem manual (A) e (B), e acondicionamento da macrofauna em recipientes com álcool comercial (C).....	41
Figura 4 - Exemplo de instalação do método <i>Pitfall</i> . ....	42
Figura 5 – Triagem do material. Limpeza (A) e acondicionamento (B) dos organismos.....	43
Figura 6 - Parte inicial do processo de respirometria. ....	45
Figura 7 - Abertura dos vidros (A) e paralização da atividade respiratória (B). ....	45
Figura 8 - Adição de NaOH, vedação dos vidros (A) e prontos para voltarem a DBO (B). ....	46
Figura 9 - Titulador com ácido clorídrico (A) e detalhe do ponto de viragem (B1, B2 e B3).....	46
Figura 10 - Aula prática, em detalhe o Hidrofarm (A) e o Solo Track (B). ....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de diversidade: Índice de Simpson, Índice de Shannon-Wiener e Índice de Pielou.....	20
Tabela 2 - Classificação da macrofauna edáfica de invertebrados, proposta por Lavelle <i>et al.</i> (1994) e baseada no tamanho e na mobilidade dos organismos. ....	24
Tabela 3 - Classificação proposta por Bachelier (1978) e Berthelin <i>et al.</i> (1994), baseada no tamanho dos organismos definido em uma escala logarítmica. ....	24
Tabela 4 - Classificação da fauna do solo, com base na sua ocorrência no ambiente do solo.....	26
Tabela 5 - Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo. ....	34
Tabela 6 - Invertebrados da fauna edáfica como bioindicadores e sua relação com a qualidade do solo, independentemente da metodologia de coleta.....	37
Tabela 7 - Regiões catarinenses e seus respectivos municípios amostrados.....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO</b> .....	14
2.1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO.....	14
2.2. IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO CONCEDENTE .....	14
2.3. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC).....	14
<b>2.3.1. Curso de Zootecnia – CEO, Chapecó</b> .....	15
2.3.1.1. Laboratório de Solos e Sustentabilidade – Departamento de zootecnia .....	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
3.1. BIODIVERSIDADE DO SOLO.....	18
3.2. FAUNA EDÁFICA.....	20
<b>3.2.1. Classificações dos organismos do solo</b> .....	21
<b>3.2.2. Principais grupos taxonômicos</b> .....	26
3.3. QUALIDADE DOS SOLOS E SEUS INDICADORES.....	31
<b>3.3.1. Bioindicadores de qualidade do solo</b> .....	35
<b>3.3.2. Fauna edáfica como bioindicadora</b> .....	36
<b>4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO</b> .....	39
4.1. PARTICIPAÇÃO NO PROJETO SISBIOTA/SC .....	39
<b>4.1.1. Avaliação da fauna do solo</b> .....	40
4.1.1.1. Triagem da macrofauna – método <i>TSBF</i> .....	40
4.1.1.2. Método <i>Pitfall</i> - limpeza, contagem e identificação dos invertebrados .....	42
<b>4.1.2. Respiração do solo - análise da atividade microbiana do solo</b> .....	44
4.2. OUTRAS ATIVIDADES .....	47
4.2.1. Participação no projeto Repensa/SC.....	47
4.2.2. Participação em aula prática .....	47
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	49
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial mais acentuado há uma utilização cada vez maior dos recursos naturais, em busca de sanar todas as necessidades humanas ocasionando assim grande pressão sob o meio ambiente. A expansão das áreas pela agropecuária se tornou uma atividade comum na tentativa de comportar todo o crescimento populacional, bem como a crise de falta de alimentos. Porém, esta exploração não significa de modo algum um avanço, na maioria das vezes, quando feita de forma indiscriminada significa retrocesso em termos ambientais, que causam inúmeras modificações ao ambiente, principalmente através da monocultura, do uso intensivo de pesticidas e fertilizantes.

No século passado, aproximadamente 8,7 bilhões de hectares de terra no mundo eram utilizados para práticas agrícolas e florestais, e destes cerca de 2 bilhões de hectares se encontravam em processo de degradação (ARSHAD & MARTIN, 2002). Esta é alarmante quando se pensa no tempo necessário para que estas áreas possam ser minimamente recuperadas, além dos gastos que isso envolve, e no quanto de riqueza em fauna e flora foram perdidas, algumas sem chance de recuperação. O solo é um recurso natural não renovável e imprescindível para o funcionamento do ecossistema terrestre. A utilização destas práticas de exploração tem ocasionado perda de matéria orgânica, erosão e contaminação do solo e das águas subterrâneas, além de prejuízos a microbiota e seus processos bioquímicos (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

Uma alta diversidade de organismos atua diretamente no solo. A fauna edáfica apresenta ligação direta com a ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhoria de atributos físicos como agregação, porosidade, infiltração de água, e no funcionamento biológico do solo como um todo (SANGINGA *et al.*, 1992). Estes organismos são sensíveis as modificações do ambiente, sejam elas físicas, químicas ou biológicas, e dependendo do tipo e intensidade do impacto, pode aumentar, diminuir ou simplesmente não influenciar na diversidade de organismos edáficos (BARETTA *et al.*, 2011). Essa sensibilidade é importante na avaliação das atividades promovidas pelo homem, sendo uma propriedade indicativa para o monitoramento da qualidade biológica do solo.

A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade em funcionar dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DORAN & PARKIN, 1994). Existem muitas outras definições para qualidade do solo, mas em síntese todas descrevem algumas funções comuns para o solo - sustentação da produtividade e a promoção da saúde vegetal e ambiental, ou seja, um solo equilibrado proporciona à planta um desenvolvimento vigoroso e oferece condições para expressar todo seu potencial genético de produção (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

Essa tendência em utilizar cada vez mais os organismos edáficos como bioindicadores a fim de avaliar a qualidade do solo relaciona-se com a facilidade de sua estimativa e eficiência na representação do ambiente que estes promovem (BROWN Jr., 1997; ESPÍRITO-SANTO FILHO, 2005). Os organismos possuem a capacidade de dar repostas rápidas a qualquer mudança que ocorra no solo, o que não acontece com os indicadores químicos ou físicos, desta forma torna-se um método que tem se escolhido mundialmente.

O conhecimento da biologia do solo e da sua aplicabilidade torna importante, trabalhos de pesquisa que visem saber como determinado manejo afeta o sistema solo-planta. É de suma importância que fique claro que algumas praticas podem causar mais alteração do que deveriam, e que em longo prazo, isso resultará em prejuízo. Neste contexto o projeto Sisbiota apresenta um caráter importante, principalmente por se tratar de um levantamento que engloba todo o estado de Santa Catarina e vários tipos de indicadores de qualidade do solo.

O estágio teve por objetivo geral o acompanhamento das atividades do laboratório de solos e sustentabilidade do departamento de zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina, com enfoque nos trabalhos do projeto Sisbiota. Sabendo-se disso, serão abordados neste relatório temas como fauna edáfica, sua importância para o solo e sua utilização como bioindicadora da qualidade do mesmo, além da descrição de alguns métodos utilizados durante o projeto Sisbiota que permitem quantificar de forma generalista o impacto sofrido no solo pelos diferentes tipos de manejo. Há a descrição dos procedimentos em laboratório, como triagem manual, classificação de organismos, preparação de amostras para análises como a respiração do solo, entre outras atividades vistas durante o estágio.

## 2. IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

### 2.1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL

Endereço: Av. José Acácio Moreira, 787, Bairro Dehon, Tubarão, SC

CNPJ: 86.445.293/0001 - 36

Representante: Ailton Nazareno Soares

Orientadora: Rossana Faraco Bianchini

Contato: rossana.bianchini@unisul.br

### 2.2. IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO CONCEDENTE

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina

CEO - Centro de Educação Superior do Oeste

Endereço: R. Beloni Trombeta Zanin, 680-E, Santo Antônio, Chapecó, SC

Supervisor de estágio: Dr. Dilmar Baretta

Contato: dilmarbaretta@gmail.com / (49) 9909 6666

### 2.3. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC)

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) foi criada em 1965, tem sua sede em Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina. A instituição pública destaca-se como uma das melhores universidades estaduais do país. Sua missão é produzir, sistematizar, socializar e aplicar o conhecimento nos diversos campos do saber, através do ensino, da pesquisa e da extensão, indissociavelmente articulados, de modo a contribuir para uma sociedade mais justa e democrática em prol da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável do estado de Santa Catarina e do País.

A UDESC divide-se em onze centros (ensino presencial) espalhados pelo estado, cada um estrategicamente localizado em regiões diferentes com o objetivo de suprir as necessidades de cada região, além de contar com o Centro Ensino a Distância. Entre os centros de ensino presencial, encontram-se:

- CAV – Centro de Ciências Agroveterinárias, localizado na cidade de Lages;
- CCHE/FAED – Centro de Ciências Humanas e da Educação, localizado na cidade de Florianópolis;
- CCT – Centro de Ciências Tecnológicas, esta sediado na cidade de Joinville;
- CEPLAN – Centro de Educação do Planalto Norte, sediado em São Bento do Sul;
- CEART – Centro de Artes, localizado em Florianópolis;
- CEFID – Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, localizado em Florianópolis;
- ESAG – Escola Superior de Administração e Gerência, sediada em Florianópolis;
- CEAVI – Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí, com sede em Ibirama;
- CERES – Centro de Ensino da Região Sul, localizado em Laguna;
- CESFI – Centro de Educação Superior da Foz do Itajaí, sediado em Balneário Camboriú;
- CEO – Centro de Educação Superior do Oeste, localizado nas cidades de Chapecó, Palmitos e Pinhalzinho.

### **2.3.1. Curso de Zootecnia – CEO, Chapecó**

O Curso de Zootecnia do CEO iniciou suas atividades em março de 2004, ficando reconhecido por um período de cinco anos, sendo efetivada esta resolução através do Decreto Estadual N°. 1.550, de 23/07/2008, publicada no DOSC em 23/07/2008.

O curso tem por objetivo possibilitar a formação de um zootecnista generalista e com visão sistêmica da realidade, esta atuação abrangente visa tornar o profissional apto a compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidades, das mais diferentes realidades. A partir desta compreensão e tradução, espera-se que a atuação profissional esteja voltada a resolver ou diminuir problemas tecnológicos, socioeconômicos, gerenciais e administrativos ligados ao agronegócio, bem como possibilitar a utilização racional dos recursos disponíveis, conservando o equilíbrio do ambiente.

Pretende-se que o Zootecnista formado pela UDESC enfatize em sua atuação a geração e a aplicação de conhecimentos e tecnologias na obtenção sustentável de produtos de origem animal. Para tanto, será considerado o conceito da sustentabilidade a fim de atingir o objetivo-fim desta definição: a garantia de desenvolvimento das gerações futuras no âmbito da produção agropecuária; o curso é formulado para dar ênfase em “produção animal sustentável”. Vale ressaltar que o profissional graduado pela UDESC deverá atingir este objetivo a partir da conscientização de que o desenvolvimento agropecuário deve levar em conta aspectos econômicos, sociais e ambientais, o que só será possível através de um amplo conhecimento da realidade nas mais diferentes esferas (local, regional e mundial).

O curso de zootecnia já provou sua excelência ao ser muito bem avaliado pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes no ano de 2007, alcançando o conceito 5, que é o conceito máximo; o que lhe rendeu o título de melhor curso de zootecnia do Brasil. No ENADE 2011 obteve o maior conceito CPC (Conceito preliminar do curso) do Brasil.

#### 2.3.1.1. Laboratório de Solos e Sustentabilidade – Departamento de zootecnia

O Laboratório de Solos e Sustentabilidade do Departamento de Zootecnia está situado no CEO em Chapecó. O grupo é liderado pelo professor Dr. Dilmar Baretta e professor Dr. Aleksandro Schafer da Silva, os quais possuem duas principais linhas de pesquisa: a) indicadores de qualidade do solo, controle biológico,

fungos micorrizicos arbusculares, inoculantes microbianos e ecotoxicologia e b) relação clima-solo-planta e animal.

Atualmente o grupo de pesquisa conta com pesquisadores e instituições nacionais e internacionais, possui vinculo com o setor produtivo através de parceria em projetos sendo composto por mais de trinta estudantes e aproximadamente dez pesquisadores.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. BIODIVERSIDADE DO SOLO

A biodiversidade é entendida como a riqueza específica de plantas, animais e microrganismos que existem e interagem dentro do ecossistema, sendo um parâmetro que permite avaliar a estrutura e a transformação do ambiente (PAOLETTI, 1999; IBÁÑEZ, 2004; LAVELLE *et al.*, 2006).

As estimativas para a biodiversidade global giram em torno de cinco a 80 milhões de espécies. A maior parte dessa biodiversidade é composta por invertebrados, que por sua vez, em sua maioria são artrópodes principalmente insetos (CORREIA, 2002). A maioria dos insetos terrestres faz parte da comunidade do solo em, pelo menos, uma fase do seu ciclo de vida (GILLER, 1996). Apesar dessa potencialidade em termos de diversidade, pouco se conhece sobre as espécies, a estrutura e a dinâmica das comunidades da fauna edáfica (CORREIA, 2002). O volume de 1m<sup>2</sup> de solo em um floresta temperada, por exemplo, pode conter mais de 200 espécies de artrópodes e até 1000 espécies de animais do solo em geral (USHER & PARR, 1977).

Hoje, tem-se noção que a biodiversidade de um ecossistema tem íntima e positiva relação com a sustentabilidade e o equilíbrio do ambiente, sendo uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável por manter o equilíbrio e a estabilidade dos ecossistemas (BARETTA *et al.*, 2011). Porém, um dos principais recursos que perde-se nos agroecossistemas é a biodiversidade de organismos edáficos (IBÁÑEZ, 2004). Esta responde de maneira significativa, por diversas vias, às perturbações antrópicas, provocando modificações na abundância e na estrutura das comunidades biológicas (LAVELLE *et al.*, 1997; PAOLETTI, 1999; IBÁÑEZ, 2004; WINK *et al.*, 2005; LAVELLE *et al.*, 2006).

A perda da biodiversidade do solo ou mesmo a modificação dela, pode ocorrer devido a fatores naturais ou antrópicos, neste último pode-se citar atividades como a implantação de culturas, degradação de áreas nativas, preparo e intensificação do uso do solo, água e atmosfera com poluentes (WINK *et al.*, 2005; BARETTA, 2007).

A diversidade de espécies existentes em uma comunidade possui componentes que auxiliam na caracterização e no entendimento de sua estrutura e funcionamento (MARGALEF, 1991). A biodiversidade da fauna pode ser compreendida, dentre outras formas, por suas propriedades – como a presença de muitas espécies e mecanismos de autorregulação – e por atributos mensuráveis e/ou observáveis, com relação a este último fator, alguns estudos buscam atribuir valores por meio de "índices de diversidade", que possibilitam abordar quantitativamente a comunidade conjugando-se o número de espécies (riqueza de espécies) e à distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER, 1989).

Podem-se separar os índices em:

- Índice de riqueza (S): estima o número de espécies em uma comunidade, e não considera a estrutura desta, nem a frequência com que esses indivíduos aparecem.
- Índice de abundância: avalia não somente o número de espécies, mas também a quantidade com que elas se distribuem na população.
- Índice de heterogeneidade: compara a diversidade entre as comunidades por meio de um modelo de distribuição de abundância (Martins & Santos, 1999).

Os índices de diversidade mais utilizados para descrever comunidades (Tabela 1) são:

- a) **Índice de dominância de Simpson (I<sub>s</sub>):** é uma derivação do "índice de concentração de Simpson" no qual supõe-se que dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade, possam pertencer à mesma espécie. Se existir essa probabilidade é possível dizer que a comunidade apresenta um alto grau de concentração, sendo essa probabilidade usada como índice, variando de zero a um (ODUM, 1983). Trata-se de um índice que valoriza a dominância, isto é, valoriza as espécies comuns de uma comunidade.
- b) **Shannon-Wiener (H):** comumente chamado apenas de índice de Shannon, trata-se de uma medida logarítmica da diversidade, que atribui um peso maior às espécies raras em relação ao índice de Simpson, e é relativamente independente do tamanho da amostra.
- c) **Índice de uniformidade de Pielou (e):** em que a uniformidade tem relação com o padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, ou seja, fornece informações acerca do grau de uniformidade das proporções entre as

diversas espécies que constituem uma comunidade, cujo valor pode variar de zero a um.

Tabela 1 - Índices de diversidade: Índice de Simpson, Índice de Shannon-Wiener e Índice de Pielou.

<b>Índice de dominância de Simpson (Is)</b>	<b>Shannon-Wiener (H)</b>	<b>Índice de uniformidade de Pielou (e)</b>
$I_s = 1 - L$	$H = -\sum (p_i \log p_i)$	$e = \frac{H}{\log S}$
$L = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$	$p_i = \frac{n_i}{N}$	
ni = número de indivíduos do grupo "i" N = somatório da densidade de todos os grupos	ni = densidade de cada grupo N = número total de grupos	H = é o índice de Shannon S = é o número de espécies

Fonte: CORREIA & OLIVEIRA, 2000.

### 3.2. FAUNA EDÁFICA

Quando falamos de agricultura a qualquer pessoa, é normal que a palavra as leve a pensar em meio rural, plantas, em água e em alguns casos, em solo, mas este último termo, é tido de uma maneira geral e grosseira, apenas como a base de sustentação da planta. Normalmente ao nos depararmos com uma massa de solo, não conseguimos enxergar pouco mais que raízes e alguns organismos visíveis a olho nu, o que nos faz pensar erroneamente que o solo é uma massa inerte.

Quando é possível, uma análise mais detalhada revela que existe muito mais em uma porção de solo, do que os olhos conseguem ver; nele existem materiais de origem mineral e outros com origem orgânica, que possuem entre si relações importantes, resultando em muitas características dinâmicas ao solo; além de que nessa porção, há uma enorme quantidade e diversidade de organismos vivos, que possuem os mais variados tamanhos, desde grandes roedores, minhocas e insetos, às minúsculas bactérias e fungos; a maioria desses organismos varia muito, em número, quantidade e função exercida no solo.

A variedade de organismos em constante interação, e suas atividades, determinam em grande parte, as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo por alterá-las de diferentes modos (PANKHURST, 1994; THEENHAUS & SCHEUS, 1996).

Bactérias, fungos e protozoários, por exemplo, podem chegar aos milhões ou bilhões de indivíduos por decímetro cúbico e exercem papel fundamental na decomposição de restos orgânicos e na formação de compostos organo-minerais. Já as formigas e minhocas, se encontram em quantidades menores e variáveis conforme a região, as quais participam da decomposição e incorporação de restos orgânicos, bem como da movimentação de material (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

Ainda que a fauna do solo de maneira geral tenha tamanha importância para os processos pedogenéticos e no comportamento dinâmico dos solos, por muitos anos esse assunto foi renegado em trabalhos científicos, ou quando muito, os trabalhos tratavam apenas dos microrganismos do solo. Darwin (1881) foi um dos primeiros a estudar o papel dos macrorganismos, investigando a ação dos anelídeos na construção de galerias e na movimentação de materiais. Somente a partir de 1940, houve um aumento significativo no interesse pela fauna do solo em geral, nessa época, começou a se evidenciar que ela não se restringia aos anelídeos, que existem muitos outros grupos de animais, com biomassa variável, que contribuem a sua forma para diferentes processos ocorridos nos solos (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

Hoje, após a compreensão da importância do solo como recurso natural, há inúmeros estudos visando conhecer o comportamento e a dinâmica desses solos, sejam eles utilizados pela agricultura ou não. A fauna do solo, por tanto tempo esquecida, ou tida como insignificante perante a pedologia, toma sua devida importância por estar relacionada a diversos processos pedológicos que marcam a evolução do solo.

### **3.2.1. Classificações dos organismos do solo**

Muitas são as formas de classificar a biota do solo, devido principalmente a sua complexidade, tanto em termos quantitativos quanto em tipos de organismos,

podendo ser encontrada com grande diversidade genética e funcional. Contudo, não há dúvida de que a diversidade funcional é largamente ultrapassada pela enorme diversidade de espécies contida nos solos (CORREIA, 2002).

O estudo da pedobiologia ou biologia do solo pode ser feito, conforme Berthelin *et al.* (1994), por grupos de organismos (fauna e microrganismos); por grandes ciclos (carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo, ferro, etc.); considerando suas funções (nitrificação, celulólise, etc); ou ainda por grandes tipos de meio ambiente (savanas tropicais, florestas de clima temperado, florestas tropicais, etc) (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

A fauna do solo é composta essencialmente por invertebrados que podem ser classificados de acordo com sua mobilidade, hábito alimentar, função que desempenham no solo e, principalmente, pelo seu tamanho.

De acordo com Vargas & Hungria (1997), são classificados, de acordo com seus hábitos alimentares, em:

- a) **Saprófagos:** os quais se nutrem de restos orgânicos em putrefação, que podem ser subdivididos em:
  - Detritívoros: alimentam-se de resíduos vegetais em vários estádios de decomposição (ex.: alguns artrópodes);
  - Cadaverícolas: alimentam-se de animais mortos (ex.: larvas de insetos);
  - Coprófagos: alimentam-se de excrementos de outros animais (ex.: pequenos artrópodes, coleópteros, minhocas);
- b) **Biófagos:** que se alimentam de tecidos vivos, divididos em:
  - Microbióvoros: alimentam-se de organismos da micro e mesofauna (ex.: ácaros, nematóides);
  - Fungívoros: alimentam-se de fungos (ex.: colêmbolos);
  - Fitófagos: alimentam-se de plantas (ex.: insetos, nematóides);
  - Predadores: alimentam-se exclusivamente de animais vivos, matando rapidamente sua presa (ex.: alguns coleópteros e ácaros);
  - Parasitas: alimentam-se exclusivamente de animais vivos, matando lentamente o seu hospedeiro.

Por seu habitat, classificam-se em aquáticos, habitando os poros com água, ou terrestres, que vivem na atmosfera do solo e, considerando o meio de locomoção, em escavadores ou não escavadores.

Contudo a classificação mais comum é quanto ao tamanho, os organismos do solo podem ser divididos em dois grandes grupos: os microrganismos (bactérias, actinomicetos, fungos, algas e protozoários) e os macrorganismos, integrados principalmente por nematoides, anelídeos e artrópodes. Algumas classificações têm sido propostas para subdividir a fauna do solo, de modo a facilitar o estudo da funcionalidade dos diferentes grupos taxonômicos que ela envolve (VARGAS & HUNGRIA, 1997). Lavelle *et al.* (1997) propuseram uma subdivisão da fauna edáfica de invertebrados quanto à mobilidade e o tamanho dos organismos (Tabela 2) em:

- a) **Microfauna do solo:** compreende os invertebrados aquáticos que vivem no filme de água do solo, e cujo tamanho é inferior a 0,2 mm (LAVELLE, 1997). É composta principalmente por protozoários e nematódeos, com densidades de cerca de  $10^7.m^{-2}$  e  $10^9.m^{-2}$ , respectivamente (ANDERSON, 1988). Esses organismos alimentam-se preferencialmente de fungos e bactérias, embora formas predadoras e parasitas também sejam abundantes. Seus efeitos diretos nos ciclos biogeoquímicos ocorrem, principalmente, através do consumo e assimilação de tecidos microbianos e pela excreção de nutrientes minerais (BEARE *et al.*, 1995).
- b) **Mesofauna do solo:** compreende um conjunto diverso de organismos, que podem ser higrófilos (ávidos de umidade) e necessitam de uma atmosfera do solo rica em vapor de água, ou xerófilos e suportam períodos longos de seca, cujo tamanho varia entre 0,2 a 2,0 mm (LAVELLE, 1997). Na mesofauna se encontram os indivíduos numericamente mais representativos, como os ácaros, colêmbolos e enquitreídeos, que apresentam funções importantes no solo, como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, pela regulação da população de microrganismos (HEISLER & KAISER, 1995).
- c) **Macrofauna do solo:** é representada por um grupo diverso tanto em termos morfológicos quanto comportamentais, que inclui minhocas, térmitas, formigas e diplópodes, entre outros, com tamanho superior a 2 mm. Esse grupo de invertebrados possui habilidade para cavar e criar estruturas específicas que permitem a sua movimentação e sobrevivência no solo, tais como: buracos, galerias, ninhos e câmaras, além da deposição de coprólitos e fezes resultantes da sua atividade alimentar. Esses organismos também têm sido

chamados de “engenheiros do ecossistema” pela sua capacidade de afetar profundamente a estrutura do solo (STORK & EGGLETON, 1992).

Tabela 2 - Classificação da macrofauna edáfica de invertebrados, proposta por Lavelle *et al.* (1994) e baseada no tamanho e na mobilidade dos organismos.

<b>Grupos</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Característica</b>
<b>Microfauna</b>	< 0,2 mm	Ligeiramente mais móveis que a microflora
<b>Mesofauna</b>	0,2 a 4 mm	Movimentam-se em fissuras, poros e na interface serapilheira/solo
<b>Macrofauna</b>	> 4 mm	Constroem ninhos, cavidades e galerias e transportam material de solo

Fonte: VARGAS & HUNGRIA, 1997.

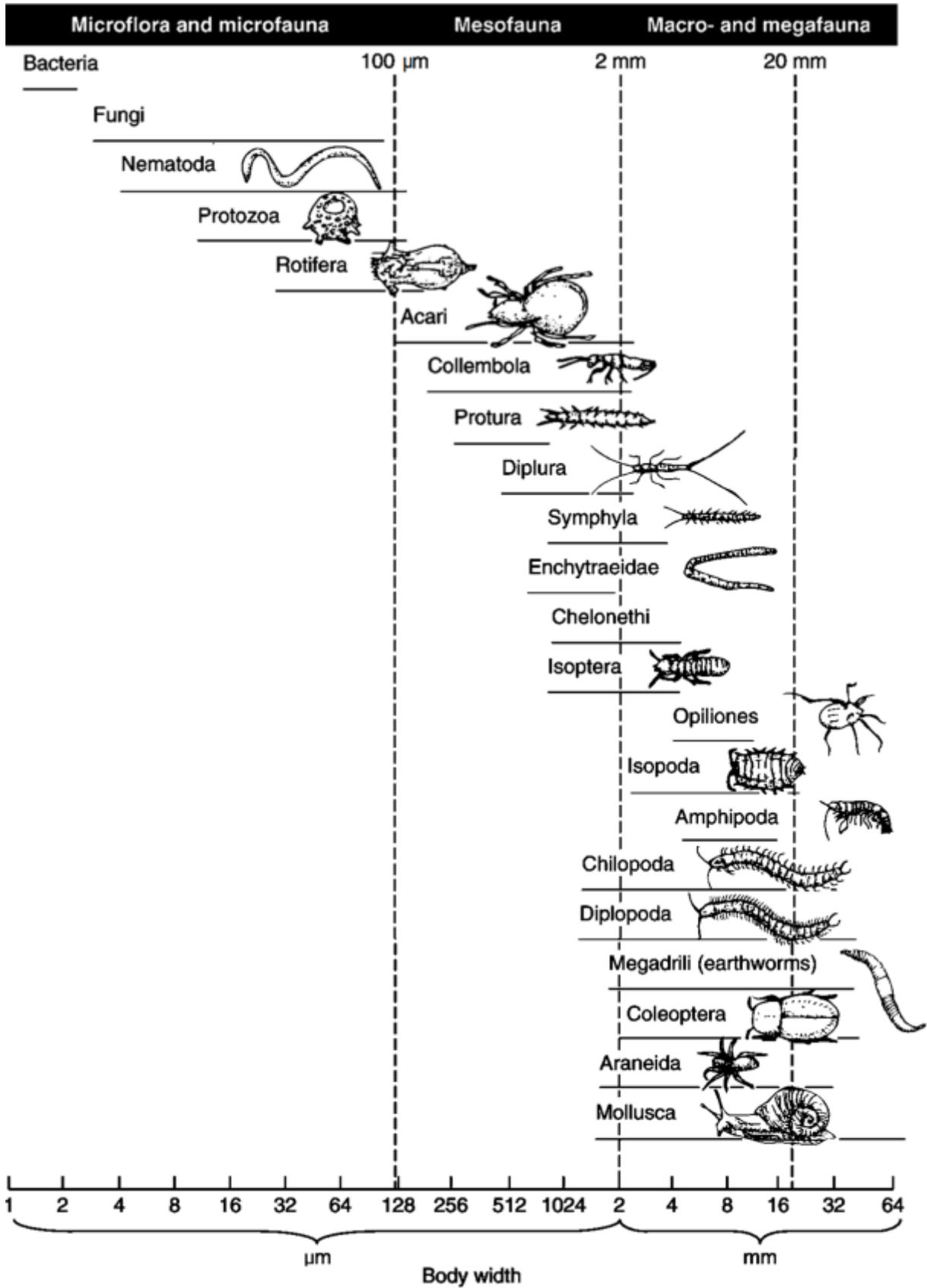
No entanto essa classificação é uma simplificação das classes propostas por Bachelier (1978), e também utilizadas por Berthelin *et al.* (1994) esta classificação se baseia no tamanho dos organismos (Figura 1), arbitrada segundo uma base logarítmica, classificando-os em microfauna, mesofauna, macrofauna e megafauna (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação proposta por Bachelier (1978) e Berthelin *et al.* (1994), baseada no tamanho dos organismos definido em uma escala logarítmica.

<b>Grupos</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Tipos de organismos incluídos</b>
<b>Microfauna</b>	< 0,2 mm	Protozoários (amebas, flagelados, ciliados) e nematóides; inclui, secundariamente, rotíferos, tardígrados, gastrótricos e pequenos turbelários
<b>Mesofauna</b>	0,2 a 4 mm	Ácaros e colêmbolos; secundariamente, inclui proturos, dipluros, tisanuros, miriápodes e pequenos insetos
<b>Macrofauna</b>	4 a 80 mm	Anelídeos, térmitas, formigas; inclui secundariamente, moluscos, crustáceos, aracnídeos
<b>Megafauna</b>	> 80 mm	Répteis, batráquios, mamíferos como tatus e ratos

Fonte: VARGAS & HUNGRIA, 1997.

Figura 1 - Classificação da fauna do solo por tamanho.



Fonte: TOWNSEND *et al.*, 2008.

Há ainda outras classificações que buscam entender a funcionalidade da fauna de solo, utilizando outros critérios; é o caso da classificação proposta por Hole (1981), que considera a sua ocorrência no ambiente do solo, incluindo horizontes minerais e orgânicos (Tabela 4).

Tabela 4 - Classificação da fauna do solo, com base na sua ocorrência no ambiente do solo.

<b>Categoria</b>	<b>Características</b>	<b>Fauna representativa</b>
Permanente	Todos os estágios do animal residem no solo	Symphyla, diplopoda, oligochaeta, collembola
Temporário	Um estágio ativo no solo, outro não	Larvas de muitos insetos
Periódicos	O animal move-se para dentro e fora do solo frequentemente	Formas ativas de muitos insetos
Alternantes	Um ou mais gerações no solo, outras acima do solo	Alguns afídeos e vespas
Transientes	Estágios inativos (ovos, pupas) no solo e ativos não	Muitos insetos
Acidentais	O animal caiu ou é carregado pela chuva	Larvas de insetos que vivem na copa das árvores

Fonte: HOLE, 1981 apud CORREIA & OLIVEIRA, 2000.

### 3.2.2. Principais grupos taxonômicos

Numerosos são os grupos taxonômicos que compõem a fauna do solo, porém, dentre os principais invertebrados do solo, podem ser destacados alguns importantes grupos.

*Acarina*: Os membros deste grupo possuem corpo indiviso (não separado em regiões); nas fases pós-larvais, apresentam quatro pares de patas, apêndices articulados e esqueleto externo. Os ácaros, em sua maioria, medem 0,1-0,2 e 1,5-2 mm de comprimento e são artrópodes muito numerosos no solo (LAVELLE & SPAIN, 2001). A composição, distribuição e densidade da acarofauna edáfica varia de acordo com a profundidade do solo, o tamanho dos ácaros, a localidade e a estação

do ano (LAVELLE & SPAIN, 2001). Geralmente, são encontrados em maior quantidade na camada de matéria orgânica do que na mineral (PETERSEN & LUXTON, 1982). Grande parte dos ácaros do solo alimenta-se de algas, fungos e matéria orgânica em decomposição. Exemplos: ácaros e carrapatos.

*Araneae*: As aranhas são na maioria noturnas e ocupam quase todos os ambientes naturais. Possuem grande plasticidade adaptativa, colonizando inclusive os ambientes urbanos e áreas de cultivos. Alimentam-se quase que exclusivamente de insetos. A maioria dos artrópodes da serapilheira pode ser presa de aranhas, em alguma época de suas vidas, e a atividade de predação das aranhas tem efeito regulador potencialmente importante na comunidade edáfica (POGGIANI *et al.*, 1996). Exemplo: aranha.

*Blattodea*: Apresentam aparelho bucal mastigador, sendo suas asas anteriores em tégmina, corpo ovalado e achatado dorso-ventralmente, variando de 3 a 100 mm de comprimento, dependendo da espécie. Alguns grupos possuem hábito silvestre e outros domésticos, comendo de tudo e, às vezes, apresentam cheiro desagradável e muito característico. Habitam locais quentes e úmidos, como serapilheiras, cascas de árvores e ninhos de *Hymenoptera* e *Isoptera*, interior de casas e canalização de esgoto. As espécies silvestres alimentam-se de material animal e vegetal em decomposição (TEIXEIRA & COUTINHO, 2002).

*Chilopoda*: Possuem corpo alongado e achatado, segmentos. Em cada segmento, encontra-se somente um par de pernas. Na cabeça, há um par de antenas articuladas, dois pares de maxilas, um par de forcípulas, onde estão as glândulas de peçonha, o aguilhão, que é o aparelho inoculador de veneno, e um conjunto de olhos simples. Medem de 2 a 5 cm de comprimento, podendo alguns exemplares atingir 20 cm. São animais terrestres, de hábitos noturnos, passando a maior parte do dia escondidos sob entulhos úmidos, folhas e cascas de árvores, sendo ocasionalmente encontrados dentro das casas. Alimentam-se basicamente de larvas de besouros, minhocas, dentre outros, que são capturados vivos, imobilizados e inoculados por peçonha (BARROSO *et al.*, 2001), ocasionalmente alimentam-se de material vegetal em decomposição (UHGIIH, 2005). Exemplo: centopeia.

*Collembola*: De modo geral, esses organismos têm tamanho corporal entre 0,2 e 9 mm, sendo integrantes da mesofauna do solo (HATFIELD & STEWART, 1993; BARETTA *et al.*, 2008). Possuem o corpo alongado ou globoso, delicado e a coloração é variável, a cabeça é pequena com antenas curtas e

aparelho bucal do tipo mastigador. No abdômen, esses organismos possuem uma estrutura chamada "fúrcula", um apêndice saltatório que lhes permite saltarem a alturas de aproximadamente 10 cm (GALLO *et al.*, 2002). Vivem em locais úmidos e geralmente em grupos (COLEMAN & CROSSLEY Jr., 1996). Alimentam-se de material em decomposição, fungos, líquens e, desta maneira, são mais frequentes nas camadas superiores do solo (HATFIELD & STEWART, 1993). Exemplo: colêmbolos.

*Coleoptera*: Podem ter tamanhos muito variados, desde menores de 3 mm até 170 mm (ALVAREZ, 2008). Na maioria das espécies adultas deste grupo, a cabeça é arredondada, possuem uma espécie de "pescoço" que articula a cabeça ao corpo, os olhos encontram-se nas laterais e são compostos; mesmo sendo bastante diferentes entre as famílias, todos têm antenas e aparelho bucal mastigador bem desenvolvido. São facilmente identificados por possuírem élitros, asas de consistência córnea que podem recobrir e ser membranosas quando em repouso. Encontram-se distribuídos por todo o mundo nos mais diferentes ambientes. No solo, os besouros podem ser divididos em predadores, fitófagos e saprófagos. Exemplos: besouros, escaravelhos, vaga-lumes, pirilampos, carunchos, serra-paus etc.

*Diplopoda*: Os representantes desta classe são lentos, alongados, têm corpo cilíndrico ou achatado, segmentado, com dois pares de pernas em cada segmento ao longo do corpo. Os diplópodes são um grupo muito diversificado quanto a formas do corpo, cores e tamanhos. Esta classe apresenta indivíduos em média, com 19 segmentos no corpo (PINHEIRO *et al.*, 2009). Os diplópodes são, em sua maioria, fungívoros e detritívoros, alimentando-se de vegetação e madeira em decomposição, desempenhando papel importante na decomposição da matéria orgânica e na formação do solo (COSTA NETO, 2007). Exemplo: piolho-de-cobra.

*Diplura*: São de coloração clara, medindo de 6 a 15 mm de comprimento. Seu abdômen é constituído por 10 segmentos. Possuem corpo alongado, dividido em cabeça (sem olhos), um par de antenas e tórax: composto por três pares de pernas e abdômen segmentado, terminando em um par de apêndices. Vivem em grupos em locais úmidos, solo, musgos, rochas e serapilheira de florestas. Alimentam de micro-organismos do solo, mas algumas espécies são herbívoras, alimentando-se de raízes de plantas e resíduos orgânicos (UHLIG, 2005). Exemplo: dipluros.

*Enchytreidae*: São anelídeos de tamanho pequeno com cerca de 1 a 35 mm de comprimento, com indivíduos adultos de algumas espécies podendo atingir 50 mm (BACHELIER, 1978). Apresentam corpo filiforme, com cerdas, de cor em geral branca. Esses organismos podem viver em ambiente aquático e terrestre e têm respiração cutânea, são saprófagos e atraídos por material vegetal com alto conteúdo de N.

*Hemiptera*: São insetos de pequenas dimensões, possuem cabeça em geral pequena, livre, porém pouco móvel, de aspecto variável nos diversos gêneros; com olhos bem desenvolvidos, antenas de 3 a 5 segmentos, inseridas aos lados da cabeça em tubérculos e perfeitamente visíveis por serem mais longas que a cabeça e aparelho bucal picador-sugador. Possuem quatro asas, de aspecto variável, mas no geral, as posteriores são membranosas com poucas nervuras e as anteriores (hemiélitros ou hemelítrios), nelas se vêem duas partes bem distintas: uma coriácea, basal, chamada corium, e outra membranosas, apical, a membrana. Podem ser insetos fitófagos ou predadores. Exemplos: percevejos, fede-fede, etc.

*Homoptera*: Os insetos desta ordem são providos de rostró geralmente dividido em três segmentos, cabeça de forma variada e olhos, quando presentes, bem desenvolvidos. As asas, em número de quatro, são membranosas, sendo a anterior maior e mais forte. Durante o voo, os insetos unem as duas asas, o que é indício de evolução da ordem. As antenas podem ser rudimentares, como é o caso das cochonilhas, e quando presentes, são curtas, com poucos segmentos. A cabeça articula-se com o tórax em grande extensão, e é quase imóvel. O tegumento pode ser muito forte, como nas cigarras, a muito fraco, como nos pulgões. Apresenta, muitas vezes, cores vivas. São insetos terrestres e vivem à custa da seiva que sugam das partes epígeas ou hipógeas das plantas. Exemplos: cigarras, cigarrinhas, pulgões e cochonilhas.

*Hymenoptera*: São insetos com aparelho bucal de tipo mandibulado, ou mastigador, provido de mandíbulas mais ou menos desenvolvidas, mesmo nas espécies de aparelho bucal lambedor (abelhas, etc.). Dois pares de asas membranosas em quase todas as espécies, as posteriores menores que as anteriores, muitos são os himenópteros desprovidos de asas ou que as têm mais ou menos atrofiadas. Exemplos: abelhas, vespas e formigas.

- *Formicidae*: Dentro da ordem *Hymenoptera*, esta é a família mais importante no solo é a que reúne as formigas. Esse grupo de

organismos organiza-se em sociedade com três posições hierárquicas, rainhas, machos e operárias (COLLEMAN & CROSSLEY Jr., 1996). Considerados os insetos mais evoluídos, possuem a cabeça bem desenvolvida, destacada do corpo e ligada ao tórax por um "pescoço". As antenas são bem desenvolvidas e variadas e o aparelho bucal pode ser do tipo mastigador. Alguns desses insetos possuem asas membranosas (GALLO *et al.*, 2002). Podem utilizar uma gama de materiais como fonte alimentar. Exemplo: formigas.

*Isopoda*: Podem ter de alguns milímetros até 2 cm de comprimento corporal e pesam alguns miligramas. O corpo destes indivíduos é achatado dorsoventralmente e sua cabeça tem formato de escudo. As peças bucais tendem a ser compactadas e protegidas por apêndices e, durante a alimentação, o alimento é sustentado pelas patas anteriores (CORREIA & ANDRADE, 2008). São saprófagos e alimentam-se de matéria orgânica em decomposição. Encontrados em diversos ambientes, principalmente naqueles com elevada umidade, porém são capazes de adaptar-se em ambientes não propícios, passando a ter hábitos noturnos e diminuindo a taxa de respiração basal. Seu corpo permite que fiquem em formato de bola para reduzir o efeito das elevadas temperaturas. No inverno, diminuem suas atividades, por serem sensíveis também a baixas temperaturas (PAOLETTI & HASSALL, 1999). Exemplo: tatuzinho-de-jardim.

*Isoptera*: Os térmitas, também conhecidos por cupins ou aleluias, ocorrem principalmente em zonas tropicais, mas também em ambientes temperados e desertos. São insetos que se organizam em colônias e todos os indivíduos exercem uma função de acordo com sua especialização, morfologia e fisiologia. Possuem a cabeça livre, com tamanhos variáveis e olhos compostos. Os cupins superiores desenvolvem asas (pares), possuem antenas e aparelhos bucais mastigadores, fundamentalmente adaptados à alimentação com celulose, além de possuírem uma estrutura chamada "fontanela", na qual há uma glândula que secreta um líquido espesso e viscoso que serve de defesa. Exemplo: cupins (ou térmitas).

*Oligochaeta*: Apresentam o corpo cilíndrico e as extremidades não diferenciadas a olho nu. Seu tamanho corporal pode variar de poucos milímetros até 2 m, porém, em sua maioria, as espécies apresentam tamanho variando de 5 a 15 cm (LAVELLE & SPAIN, 2001). Possuem simetria bilateral, sistema nervoso fechado e respiração cutânea. Os hábitos de locomoção das minhocas promovem também a

formação de túneis, o que facilita a locomoção de outros grupos da fauna do solo e melhora a distribuição de água no perfil do solo (BLANCHART *et al.*, 2004). Exemplo: minhocas.

*Orthoptera*: Em sua maioria são insetos terrestres, fitófagos, alimentando-se de diversos tipos de plantas, muitos são pragas nas plantações (VASCONCELLOS, 2005). Possuem tamanho de 3 a 5 cm (machos) e 6 a 8 cm (fêmeas), têm o aparelho bucal mastigador e, em sua maioria, apresentam dois pares de asas, sendo as anteriores tégminas ou élitros. Apresentam as pernas posteriores longas, de tipo saltador. Exemplos: grilos, paquinhos e gafanhotos.

*Protura*: Os membros deste grupo possuem tamanho de 0,5 a 2 mm (SZIPTYCKI & BEDANO, 2005), seu corpo é alongado e cilíndrico, dividido entre cabeça (cônica e sem olhos, com peças bucais sugadoras) e tórax, com três pares de pernas. O primeiro par de pernas (função sensorial) é maior que os demais. Habitam solos úmidos, serapilheira ou húmus, alimentam-se de esporos de fungos e matéria orgânica em decomposição (UHLIG, 2005). Exemplo: proturo.

*Thysanoptera*: Possuem tamanhos variando de 0,5 a 15 mm de comprimento, e forma delgada; apresentam duas asas franjadas, quando adultas apresentam coloração negra (PINENT *et al.*, 2008), possuem órgão bucal do tipo picador-sugador. Habitam flores, folhas, cascas de árvores, serapilheiras, formigueiros e cupinzeiros. Boa parte das espécies conhecidas alimentam-se de fungos, algumas de tecidos de plantas raspando e sugando sua seiva e poucos são predadores de outros insetos e ácaros, alguns polinizadores e até mesmo como ectoparasitas (IZZO *et al.*, 2002; PINENT *et al.*, 2003). Exemplo: tripes.

### 3.3. QUALIDADE DOS SOLOS E SEUS INDICADORES

Há muitos conceitos para qualidade do solo, eles são normalmente dependentes de quem os conceitua, e de como esta pessoa enxerga o recurso “solo”, para um agricultor, por exemplo, qualidade do solo é sinônimo de alta produtividade, obtenção de máximo lucro e manter o solo apto ao uso para as futuras gerações. Já na visão de um ecólogo, qualidade do solo é o funcionamento

do ecossistema com respeito à manutenção da biodiversidade, qualidade da água, ciclagem de nutrientes, etc (MARCHI, 2008).

A necessidade de formular um conceito para qualidade de solo derivou da preocupação com a rápida degradação que ele vinha sofrendo sob a exploração agrícola. Porém, a discussão sobre esse tema só se intensificou no início dos anos 90, quando a comunidade científica, consciente da importância do solo para a qualidade ambiental, começou a abordar, nas publicações, a preocupação com a degradação dos recursos naturais, a sustentabilidade agrícola e a função do solo nesse contexto (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

Desde então, vários conceitos de qualidade do solo foram propostos; o conceito mais simplificado para o termo foi formulado por Larson & Pierce (1991), como sendo "apto para o uso", foram os primeiros a alertar sobre a relação do manejo do solo e a sustentabilidade da agricultura, "a ênfase não está em maximizar a produção, mas sim em otimizar o uso do recurso e sustentar produtividade por um longo período".

Já Doran & Parkin (1994), propuseram uma definição mais complexa para qualidade do solo, que mais tarde foi reformulado por Doran (1997), como sendo a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens", ou seja, é a capacidade do solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais.

De maneira geral, pode-se dizer que qualidade do solo é a capacidade do solo de cumprir suas funções na natureza (DORAN, 1997), que são: funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (LARSON & PIERCE, 1994; KARLEN *et al.*, 1997).

Todo o conhecimento sobre o assunto está sendo direcionado para a identificação de um índice que possa servir como indicador, assim como existem indicadores para qualidade do ar e da água. Cientistas do solo, agricultores e instituições governamentais têm interesse em obter um indicador de qualidade do solo para avaliar terras, em relação à degradação, estimar necessidades de

pesquisa e julgar práticas de manejo, a fim de monitorar mudanças nas propriedades e nos processos do solo, na sustentabilidade e na qualidade ambiental, que ocorram no tempo, em resposta ao uso da terra e às práticas de manejo (DORAN & PARKIN, 1994; DORAN, 1997, HUFFMAN *et al.*, 1998; KARLEN *et al.*, 2001).

Indicadores de qualidade do solo são, portanto, propriedades mensuráveis (quantitativas e/ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (KARLEN *et al.*, 1997). Eles devem identificar um conjunto de propriedades do solo, e para a escolha do indicador, devem ser observados alguns critérios, como os sugeridos por Doran & Parkin (1996), que são: correlacionar-se com os processos naturais do ecossistema (aspecto de funcionalidade); ser relativamente de fácil utilização em campo, de modo que tanto especialistas como produtores possam usá-los para avaliar a qualidade do solo (aspecto de praticidade e facilidade nos processos de difusão de tecnologia e extensão rural); ser suscetível às variações climáticas e de manejo (devem ter um caráter dinâmico) e ser componente, quando possível, de uma base de dados.

A escolha de determinados indicadores depende muito da finalidade a que se propõe a utilização de determinado solo, além do que, a seleção de uma propriedade específica como indicadora pode ser trabalhosa e variar de acordo com as características próprias de cada ambiente. De maneira geral, os indicadores de qualidade/degradação do solo podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos (Tabela 5) (DORAN & PARKIN, 1994; SNAKIN *et al.*, 1996).

- **Indicadores físicos:** a qualidade física de solos é um importante elemento de sustentabilidade (LAL, 2000; REYNOLDS *et al.*, 2002), já que as propriedades físicas e os processos do solo estão envolvidas no suporte ao crescimento radicular; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica (ARSHAD *et al.*, 1996). Geralmente, os principais indicadores físicos, que têm sido utilizados e recomendados são textura; densidade do solo; resistência à penetração; porosidade; capacidade de retenção d'água; condutividade hidráulica; e estabilidade de agregados.
- **Indicadores químicos:** os indicadores químicos são, normalmente, agrupados em variáveis relacionadas com o teor de matéria orgânica do solo,

a acidez do solo, o conteúdo de nutrientes, elementos fitotóxicos ( $Al^{3+}$ , por exemplo) e determinadas relações como a saturação de bases (V%) e de alumínio (m).

- **Indicadores biológicos:** os indicadores biológicos, como a biomassa microbiana do solo, o nitrogênio mineralizável, a respiração microbiana do solo, a atividade enzimática, o quociente metabólico e a fauna edáfica, são importantes tanto no que se refere à ciclagem dos nutrientes, como também na estimativa da capacidade do solo para o crescimento vegetal.

Tabela 5 - Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo.

(continua)

	<b>Indicadores</b>	<b>Relação com a qualidade do solo</b>
<b>Físicos</b>	Estrutura do Solo	Retenção e transporte de água e nutrientes.
	Infiltração e densidade do solo	Movimento de água e porosidade do solo.
	Capacidade de retenção de umidade	Armazenamento e disponibilidade de água
<b>Químicos</b>	Matéria orgânica do solo (MOS)	Fertilidade, estrutura e estabilidade do solo.
	pH	Atividade biológica e disponibilidade de nutrientes
	Condutividade elétrica	Crescimento vegetal e atividade microbiana.
	Conteúdo de N, P e K	Disponibilidade de nutrientes para as plantas.
<b>Biológicos</b>	Biomassa microbiana	Atividade microbiana e reposição de nutrientes.
	Mineralização de nutrientes (N, P e S)	Produtividade do solo e potencial de suprimento de nutrientes.
	Respiração do solo	Atividade microbiana
	Fixação biológica do N <sub>2</sub> (FBN)	Potencial de suprimento de N para as plantas

---

Atividade enzimática do solo	Atividade microbiana e catalítica no solo.
Fauna edáfica	Decomposição e mineralização da MOS, atua nos atributo físicos, químicos e biológicos.

---

Fonte: Adaptado de DORAN & PARKIN, 1994 apud ARAÚJO & MONTEIRO, 2007.

### 3.3.1. Bioindicadores de qualidade do solo

Os bioindicadores, segundo Allaby (1992) são espécies que podem ter amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos, e quando presentes podem indicar uma condição ambiental particular ou estabelecida. Já Doran & Parkin (1994), foram mais sucintos, para eles, bioindicadores são propriedades ou processos biológicos dentro do solo que indicam o estado deste ecossistema, podendo ser utilizados no biomonitoramento da qualidade do solo.

Conforme Thomanzini & Thomanzini (2000) e Büchs (2003), os bioindicadores devem ter sua taxonomia, ciclo e biologia bem conhecidos e possuir características de ocorrência em diferentes condições ambientais ou serem restritos a certas áreas. Além disso, devem ser sensíveis às mudanças do ambiente para que possam ser utilizados no monitoramento das perturbações ambientais, isto porque, são capazes de correlacionar determinado fator antrópico com potencial impactante ou um fator natural, auxiliando os pesquisadores na avaliação da qualidade do solo (BARETTA *et al.*, 2010).

O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos, tais como: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e conseqüentemente degradação dos solos e ecossistemas (MCGEOCH, 1998 apud WINK *et al.*, 2005). Para avaliar a qualidade do solo e até mesmo o impacto das modificações causadas nesses, tem se usado muito os indicadores biológicos. Esta tendência está relacionada com a facilidade de sua estimativa e com a eficiente representação do ambiente que esses promovem (BROWN Jr., 1997; ESPÍRITO-SANTO FILHO, 2005).

Uma maneira de avaliar o equilíbrio ambiental é pela observação das características populacionais de grupos de organismos que são considerados

bioindicadores do grau de alteração do ambiente. A fauna do solo e da serapilheira, por exemplo, são ótimos bioindicadores, pois apresentam alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, e suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do solo. Esses fatores podem ser avaliados pela presença de organismos específicos ou análise da comunidade e processos biológicos como, a modificação da estrutura do solo e níveis de decomposição. Cada espécie responde de forma diferenciada aos distúrbios do meio onde vivem, sendo desta forma de grande importância o reconhecimento de suas interações com as alterações ambientais (ESPÍRITO-SANTO FILHO, 2005). Assim, os organismos presentes no solo são um fator determinante, pois os níveis de decomposição da serapilheira aceleram os níveis de ciclagem de nutrientes indicando qualidade do solo (KNOEPP *et al.*, 2000).

### **3.3.2. Fauna edáfica como bioindicadora**

A fauna do solo é além de agente interveniente nos processos ambientais, reflexo das condições existentes, e monitorá-la pode ser um instrumento que permita avaliar a qualidade do solo e conhecer a dinâmica dos sistemas de produção (PAOLETTI & BRESSAN, 1996). A composição da fauna reflete o funcionamento do ecossistema devido sua íntima associação aos processos do sistema serapilheira-solo e sua grande sensibilidade às modificações ambientais (CORREIA & PINHEIRO, 1999).

Dessa forma a simplificação ambiental acarreta inúmeras modificações na composição e diversidade dos organismos do solo, em diferentes graus de intensidade, em função de mudanças de habitat, fornecimento de alimento, criação de microclimas e competição intra e interespecífica (ASSAD, 1997). Porém cada espécie responde de forma diferenciada a um distúrbio, sendo fundamental, portanto, reconhecer a sua interação com as alterações ambientais, bem como reconhecer e entender a sua evolução tanto em locais degradados como em estágio de recuperação.

A diversidade biológica do solo exerce significativa interação com a manutenção da sua capacidade produtiva, intervenções humanas no ambiente, tais

como intensa mecanização da agricultura, uso de agrotóxicos e técnicas de colheitas, substituem os métodos naturais de dispersão, o controle natural das populações de insetos e alteram os níveis de decomposição e fertilidade do solo, reduzindo a sua diversidade (ALTIERI, 1999). A biomassa e a biodiversidade dos organismos do solo frequentemente diminuem com a prática da agricultura em pastagens e em terras cultiváveis, quando comparado a locais com vegetação natural, devido ao uso de agrotóxicos, aração, entre outros (STORK & EGGLETON, 1992; PAOLETTI, 1999; BRUYN, 1999).

Uma alta diversidade de organismos que habitam o solo são indicadores de sua qualidade, tendo em vista as inúmeras funções que desempenham no solo (Tabela 6) (KNOEPP *et al.*, 2000).

Tabela 6 - Invertebrados da fauna edáfica como bioindicadores e sua relação com a qualidade do solo, independentemente da metodologia de coleta.

(continua)

<b>Relação do bioindicadora com atributos físico-químicos ou com a qualidade do solo</b>	
<b>Hymenoptera</b>	<p>Elevada concentração de P, K e matéria orgânica favorece o aparecimento deste grupo.</p> <p>Sistemas de culturas mais duráveis; modificações da paisagem altera a riqueza de formigas.</p> <p>A presença indica estado de degradação do ambiente.</p> <p>Perturbações ocasionadas pela queima, mudanças no ambiente e excesso de metais pesados.</p> <p>A conversão de florestas primárias em pastagens diminui drasticamente a riqueza e composição de espécies de formigas. A família Formicidae é frequentemente observada em áreas mal manejadas, sendo fundamental para estudos de impacto ambiental.</p>
<b>Coleóptera</b>	<p>Indicadores de temperatura, aumento da aeração e umidade do solo.</p> <p>Indicadores de impacto de cultivo. Presença de pesticidas no solo; simplificação da estrutura do habitat e perturbação mecânica do solo (estrutura do solo).</p>
<b>Hemíptera</b>	Sensíveis a produtos químicos. Indicam distúrbios em cultivos.
<b>Díptera (não edáfico)</b>	<p>Importantes na decomposição da matéria orgânica.</p> <p>Indicadores de manejo intensivo e uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes.</p>
<b>Collembola</b>	<p>Sensíveis à baixa umidade do solo.</p> <p>Sensíveis a áreas degradadas e com pouca matéria orgânica.</p> <p>Sensíveis ao aumento da temperatura, uso de agrotóxicos e</p>

	compactação.
<b>Oligochaeta</b>	Poluição do solo com pesticidas e metais pesados. Sensível à compactação. Presença de matéria orgânica do solo e condições de média à elevada umidade do solo. São mais frequentes em solos com maiores teores de matéria orgânica.
<b>Acarina</b>	Sensíveis ao uso de herbicidas e ao preparo intensivo do solo. Sensíveis à degradação ambiental.
<b>Isopoda</b>	Sensível à poluição por metais pesados. Simplificação da estrutura do habitat e perturbações mecânica do solo. Sensíveis à presença de pesticidas no solo.
<b>Arachnida</b>	Maior presença em ambiente mais equilibrado. Sensíveis indicadores a poluição do solo por metais pesados; diversidade é maior quanto maior a umidade do solo. Reagem as mudanças das condições microclimáticas e umidade do solo
<b>Isoptera</b>	Sensíveis ao uso de agrotóxicos. Indicadores da contaminação química e da degradação ambiental. Em áreas muito perturbadas podem desaparecer. A presença desses organismos é indicador de áreas perturbadas. A perturbação moderada de florestas pode resultar em aumento da população de cupins, em virtude do acúmulo de madeira morta no solo.

Fonte: Adaptado de BARETTA *et al.*, 2011.

## 4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

### 4.1. PARTICIPAÇÃO NO PROJETO SISBIOTA/SC

O Sisbiota Brasil (Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade) é um programa do CNPq, com o objetivo de ampliar o conhecimento da biodiversidade brasileira, melhorar a capacidade preditiva de respostas a mudanças globais, particularmente às mudanças de uso e cobertura da terra e mudanças climáticas; associando as pesquisas à formação de recursos humanos, educação ambiental e divulgação do conhecimento científico.

Entre os eixos temáticos do programa estão:

- a) Ampliação do conhecimento da biodiversidade;
- b) Padrões e processos relacionados à biodiversidade;
- c) Monitoramento da biodiversidade;
- d) Desenvolvimento de bioprodutos e usos da biodiversidade.

Dentro do programa Sisbiota Brasil, foi aprovado o projeto Sisbiota/SC, com o fomento do CNPq e da FAPESC, e com o título “Biodiversidade de organismos edáficos e atributos físico-químicos como indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo do estado de Santa Catarina”. O projeto está sendo realizado pela Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV e CEO) com o apoio da Epagri, possui como coordenadores Dilmar Baretta e Osmar Klauberg Filho.

O projeto envolve amostragens em quatro regiões do estado de Santa Catarina, sendo elas Planalto, Leste, Oeste e Sul. Cada região compreende três municípios (Tabela 7), e cada um deles possui cinco tratamentos.

Tabela 7 - Regiões catarinenses e seus respectivos municípios amostrados.

(continua)

Região	Municípios
Planalto	Campo Belo do Sul
	Santa Teresinha do Salto (Lages)
	Otacílio Costa

Leste	Joinville
	Timbó
	Blumenau
Oeste	Chapecó
	Xanxerê
	São Miguel do Oeste
Sul	Siderópolis
	Lauro Muller
	Orleans

Fonte: AUTORA, 2012.

Em cada local de coleta eram amostrados nove pontos, dos cinco tratamentos propostos no projeto, que eram: T1 – mata, T2 - reflorestamento de eucalipto, T3 - pastagem nativa ou cultivada, T4 - integração lavoura pecuária e T5 - plantio direto ou plantio convencional. Cada análise do projeto era realizada nos cinco tratamentos com nove repetições.

O projeto conta com uma grande equipe de trabalho, cada qual é responsável por determinadas análises que consistiam em: macrofauna *TSBF* (minhocas e invertebrados em geral) (CEO); macrofauna *Pitfalls Traps* (invertebrados em geral) (CEO); minhocas qualitativo (CEO); física do solo (CAV); química do solo (EPAGRI) e microbiologia (atividade microbiana) (CEO) + micorrizas (CAV).

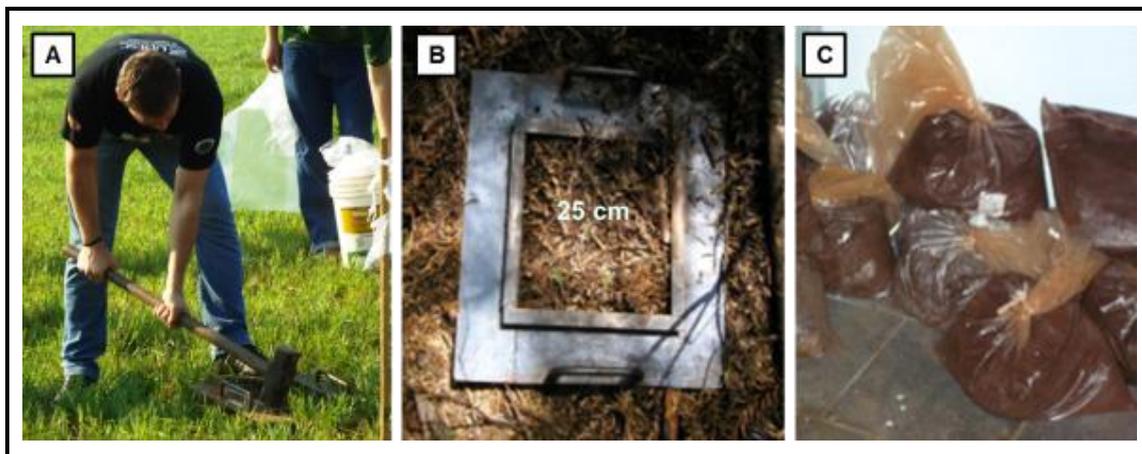
#### 4.1.1. Avaliação da fauna do solo

##### 4.1.1.1. Triagem da macrofauna – método *TSBF*

Uma das amostragens de solo do projeto Sisbiota foi baseada no método *TSBF* (*Tropical Soil Biology and Fertility*) (ANDERSON & INGRAM, 1993), que consistiu na retirada de monólitos de solo de 25 x 25 cm a 20 cm profundidade, usando uma grade de amostragem. Estes monólitos foram ensacados e etiquetados

ainda a campo, e encaminhados para o Laboratório de Solos da UDESC/CEO (Figura 2).

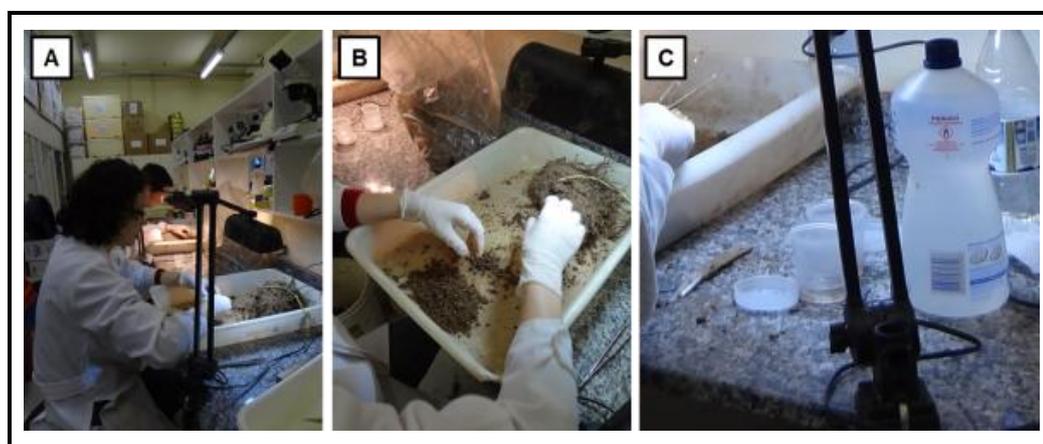
Figura 2 - Método *TSBF*: instalação da grade (A), detalhe da grade de amostragem (B) e amostra armazenada pronta para transporte (C)



Fonte: AUTORA, 2012.

Logo após a amostragem o solo era triado o mais rapidamente possível, a fim de separar os organismos da macrofauna. A triagem era feita mediante catação manual, na qual foram separadas as minhocas dos demais organismos (pois as minhocas passariam por uma classificação mais detalhada por taxonomista), estas foram armazenadas em recipientes contendo formol a 5% e os demais organismos em álcool a 92,3% (álcool comercial) (Figura 3) para posterior identificação dos grupos taxonômicos e respectiva quantificação.

Figura 3 - Triagem manual (A) e (B), e acondicionamento da macrofauna em recipientes com álcool comercial (C).

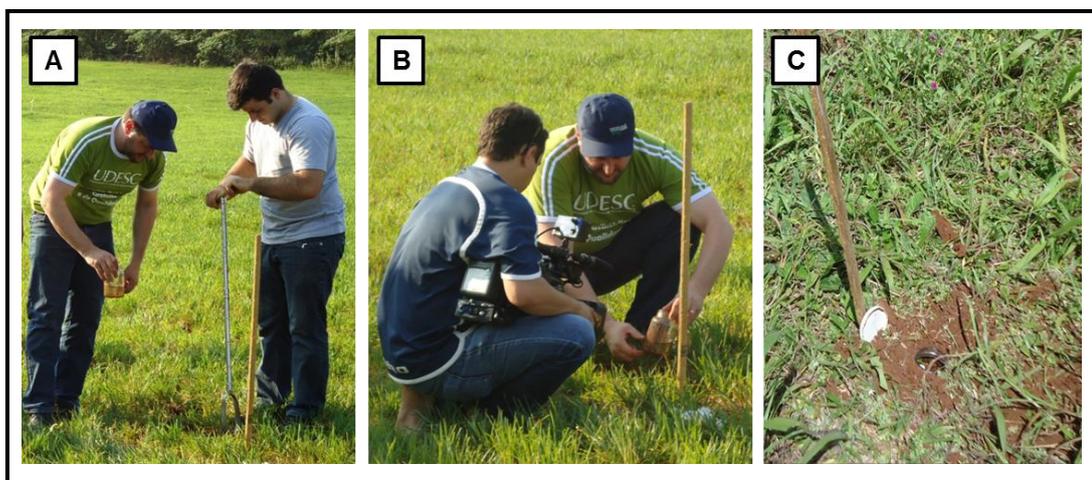


Fonte: AUTORA, 2012.

#### 4.1.1.2. Método *Pitfall* - limpeza, contagem e identificação dos invertebrados

Esse método destina-se à coleta de indivíduos para verificação da presença da fauna epígea (vivem e se alimentam na superfície do solo) de invertebrados ativos (MOLDENKE, 1994). Durante as coletas, nos pontos previamente determinados, eram instalados recipientes com 8 cm de diâmetro (frascos de vidro “tipo de conserva”), contendo aproximadamente 200ml de uma solução de detergente com água, na superfície do solo. Essa instalação consistia em enterrar os vidros em covas de forma que apresentassem a extremidade vazada (boca) no nível da superfície do solo, com perturbação mínima da disposição da serapilheira e do solo no entorno do ponto de instalação da armadilha *pitfall* (Figura 4).

Figura 4 - Exemplo de instalação do método *Pitfall*.



Fonte: AUTORA, 2012.

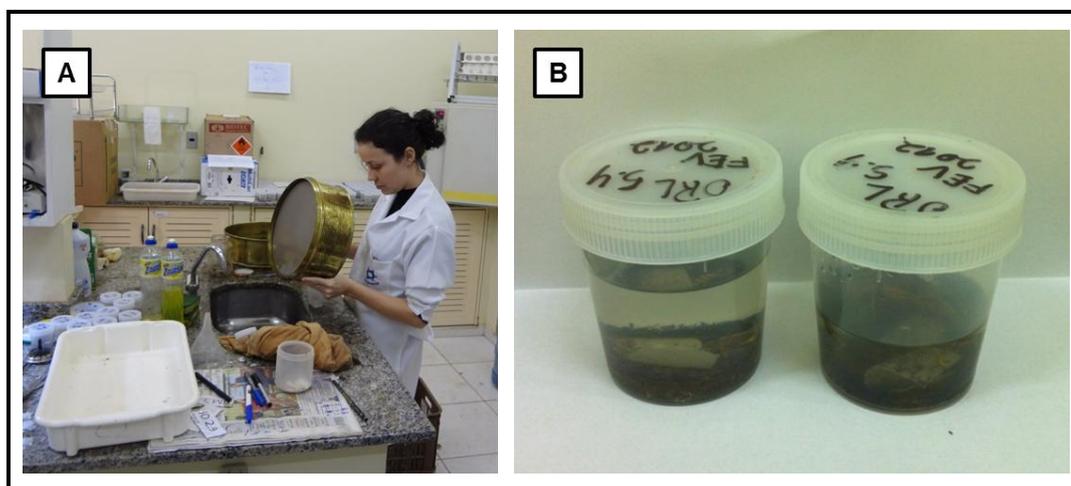
O princípio básico de funcionamento deste método, é que à medida que os animais se locomovem sobre o solo, eles fossem capturados nos frascos, sendo impedidos de fuga. O detergente quebra a tensão superficial da água, fazendo com que os insetos “afundem”. O tempo que essas armadilhas são mantidas a campo pode variar, no projeto Sisbiota, elas foram mantidas por três dias consecutivos (72h), após o que os frascos foram retirados e bem fechados.

Após o tempo de permanência no campo os frascos eram fechados e transportados para o laboratório, onde realizou-se a limpeza do conteúdo coletado.

Foi necessário o uso de água corrente e de peneiras de malha fina (0,2 e 0,1mm), separando-se o solo e os fragmentos vegetais dos organismos de interesse (Figura 5A).

Posteriormente, os organismos foram acondicionados em frascos, contendo álcool a 92,3% para conservação. Os frascos foram devidamente identificados de acordo com a cidade e o tratamento que deu origem aquela amostra, essas identificações eram feitas nas tampas dos potes e dentro dos mesmos em papel vegetal (Figura 5B).

Figura 5 – Triagem do material. Limpeza (A) e acondicionamento (B) dos organismos.



Fonte: AUTORA, 2012.

Para auxiliar na identificação, os organismos armazenados nos frascos eram vertidos em placa de Petri e observados sob microscópio estereoscópio com 40 aumentos. O reconhecimento dos grupos taxonômicos era realizado através de consulta a materiais bibliográficos, principalmente com ilustrações que permitiam comparações. Todos os organismos eram contados e apenas sete grupos eram separados em *ependorfs* para futura classificação por taxonomistas, eram eles: *Collembola*, *Araneae*, *Formicidae*, *Diplopoda/Chilopoda*, *Coleoptera* e *Isopoda*. Os dados obtidos com a contagem e classificação eram convertidos a número de indivíduos por espécime.

#### 4.1.2. Respiração do solo - análise da atividade microbiana do solo

A respiração do solo corresponde a oxidação biológica da matéria orgânica a  $\text{CO}_2$  pelos microrganismos aeróbios, ocupa uma posição chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (ALEF & NANNIPIERI, 1995).

Em síntese essa técnica consiste na medição do  $\text{CO}_2$  liberado por meio da captura do mesmo por substância alcalina (hidróxido de sódio -  $\text{NaOH}$ ) e posterior precipitação na forma de carbonato de bário ( $\text{BaCO}_3$ ), pela adição de solução saturada de cloreto de bário ( $\text{BaCl}_2$ ). A soda excedente é, então, titulada com ácido clorídrico -  $\text{HCl}$ , permitindo o cálculo da produção de gás carbônico (MARIANI, 2005).

Como dito anteriormente, a principal proposta do projeto Sisbiota é avaliar as condições dos solos nos mais diferentes manejos, e para tal, tem-se usado inúmeras análises, uma delas é a respirometria. Essa análise foi escolhida porque existe variação na respiração microbiana nos diferentes sistemas de manejo do solo, se tonando assim um ótimo indicador de qualidade do solo, pois é altamente sensível aos efeitos de pesticidas e metais pesados (ARAÚJO; MONTEIRO; ABARKELI, 2003; ARAÚJO; MONTEIRO, 2006). A análise foi realizada com as amostras de solo provenientes dos cinco tratamentos de cada município. Estas foram mantidas em refrigeração enquanto não eram usadas para que fosse reduzida a atividade microbiana do solo, e quando retiradas, foram pesadas 50g de cada amostra e colocadas em recipiente de vidro, identificando-os de acordo com o respectivo número da amostra.

Após as amostras de solo estarem prontas, adicionou-se ao recipiente contendo 50g de solo um frasco *snap-cap* contendo 25ml da solução de Hidróxido de Na (0,05 M), responsável pela captura do  $\text{CO}_2$  (Figura 6A), para só então os vidros serem fechados (com lâmina de plástico e tampa para evitar a entrada de ar do ambiente externo) (Figura 6B) e acondicionados na estufa DBO (demanda biológica de oxigênio) com temperatura e fotoperíodo controlado ( $T^\circ 28^\circ\text{C}$  e na ausência de luminosidade) (Figura 6C).

Figura 6 - Parte inicial do processo de respirometria.



Fonte: AUTORA, 2012.

Após 24 horas, a contar do momento em que foram colocados na DBO, os vidros foram retirados e espalhados sobre a bancada (Figura 7A), sendo abertos; e imediatamente com o auxílio de uma pipeta automática adicionou-se ao *snaps* 5ml da solução de cloreto de bário (0,5 M) (Figura 7B). O objetivo da aplicação da substância era paralisar a atividade respiratória, uma vez feito isso, reservou-se este *snaps* de um lado para a titulação.

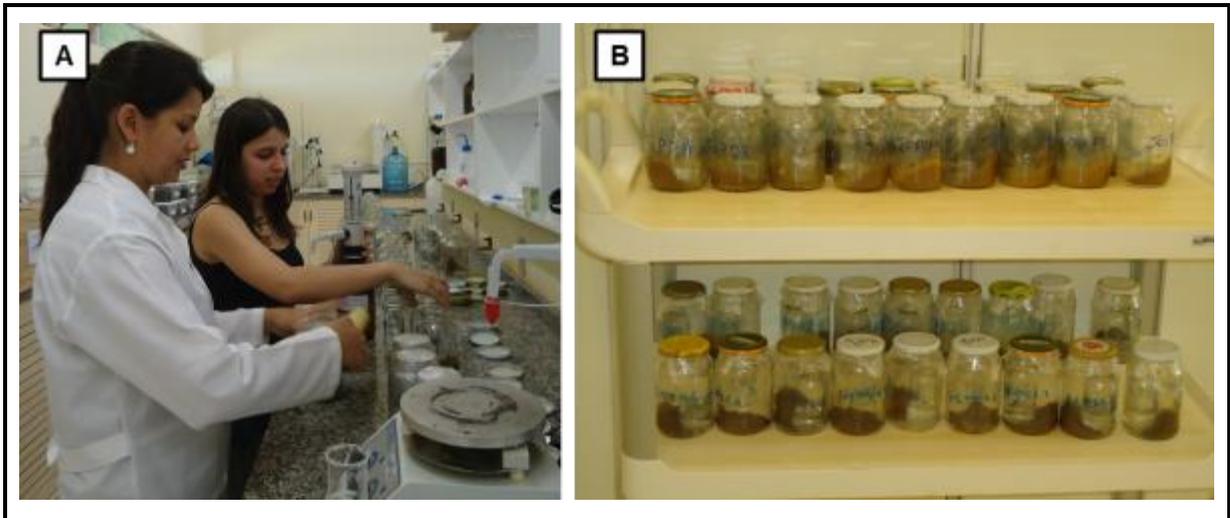
Figura 7 - Abertura dos vidros (A) e paralização da atividade respiratória (B).



Fonte: AUTORA, 2012.

O próximo passo foi a preparação dos vidros para voltarem para DBO; da mesma forma como no dia anterior, foi pego um *snaps* previamente limpo e adicionado 25 ml da solução de Hidróxido de Na (0,05 M), esse *snaps* foi acondicionado junto do solo no vidro tipo conserva, que foi vedado e novamente colocado na DBO (Figura 8).

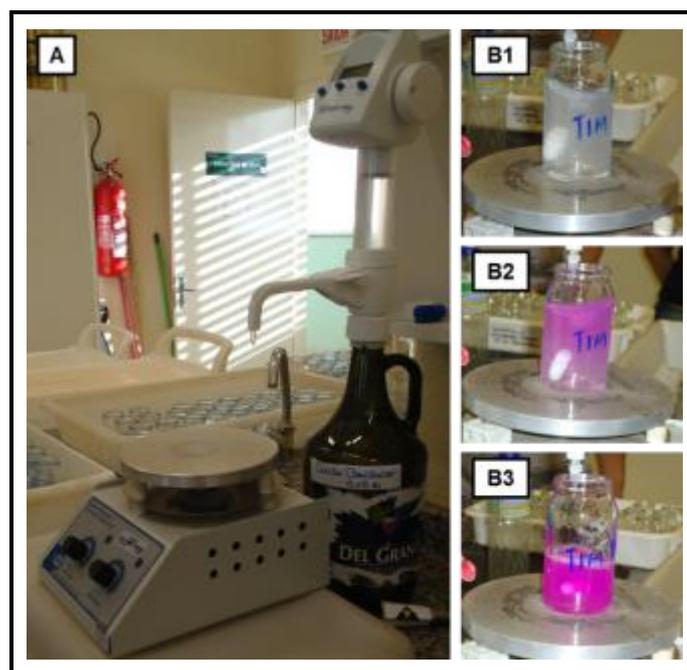
Figura 8 - Adição de NaOH, vedação dos vidros (A) e prontos para voltarem a DBO (B).



Fonte: AUTORA, 2012.

Na sequência foi realizado o procedimento da titulação. Para tal, primeiro adicionou-se duas gotas do indicador fenolftaleína a 1% nos *snaps* reservados anteriormente, e após a adição, realizou-se a titulação com a solução de ácido clorídrico (0,05 M) até o ponto de viragem, anotando-se a quantidade de ácido gasto para que se chegasse ao ponto (Figura 9).

Figura 9 - Titulador com ácido clorídrico (A) e detalhe do ponto de viragem (B1, B2 e B3).



Fonte: AUTORA, 2012.

Todo esse processo foi repetido por um período de treze dias, e no fim de cada dia, os valores obtidos (quantidade de ácido clorídrico gasto), eram passados a uma planilha, que futuramente dará origem a um gráfico com as oscilações da atividade respiratória em cada um dos tratamentos, lembrando que durante o processo, eram usadas duas amostras em branco como testemunhas.

## 4.2. OUTRAS ATIVIDADES

### 4.2.1. Participação no projeto Repensa/SC

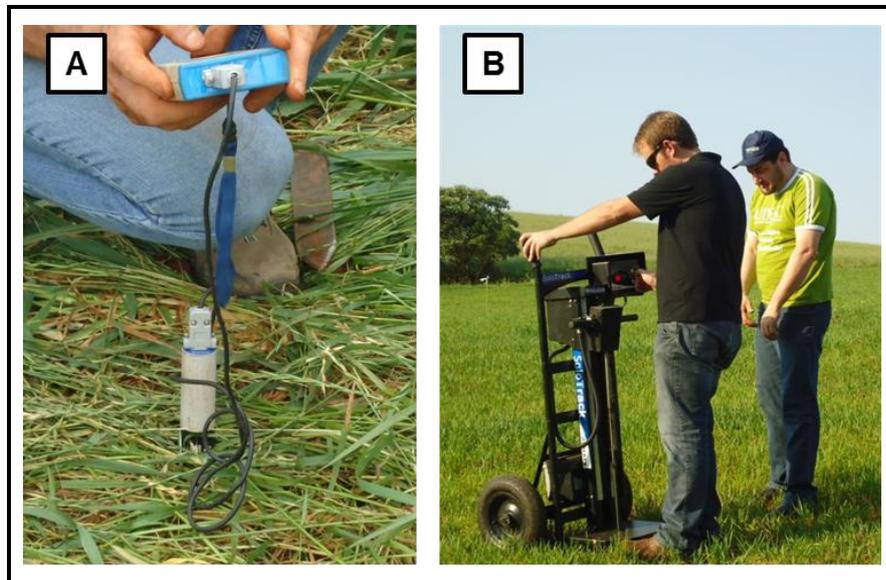
O projeto Repensa – SC, financiado pelo CNPq possui como título “Indicadores de sustentabilidade e biodiversidade edáfica em sistemas de produção (vegetal/animal) na região Oeste catarinense” e tem basicamente o mesmo princípio que o projeto Sisbiota. Com avaliações biológicas do solo, porém menos abrangente. Neste projeto foram amostrados cinco tratamentos na fazenda escola em Guatambú, que consistiam em: mata, reflorestamento de eucalipto, pastagem cultivada, integração lavoura pecuária e plantio direto; e um tratamento na fazenda escola do CETREC (Centro de Treinamento de Chapecó – Epagri), que consistia em plantio direto orgânico. Ao total foram seis tratamentos, e cinco amostragens, que eram minhocas *TSBF*, macrofauna *Pitfalls Traps*, minhocas qualitativo, física do solo e química do solo. Durante o estagio foi possível acompanhar as coletas no CETREC, auxiliando na demarcação dos pontos, montagem das armadilhas *Pitfalls*, retirada das mesmas após 72 horas, coleta de material para física do solo, triagem de minhocas *TSBF* a campo e limpeza das amostras de *pitfall* no laboratório.

### 4.2.2. Participação em aula prática

A acadêmica teve a oportunidade de assistir uma aula prática de física do solo ministrada pelo professor Dilmar Baretta na fazenda escola de Guatambú.

Foram apresentadas ferramentas para amostragens de solo, como o Hidrofarm que permite a medição da umidade do solo sem a necessidade de retirada de amostras para análise, e a utilização do Solo Track para medir a resistência a penetração (Figura 10), entre outras ferramentas mais comuns como o trado. Além desse ponto, foram abordadas questões como metodologias de amostragens, incluindo georeferenciamento, quantidade de solo para análise química, mapeamento de áreas, entre outros.

Figura 10 - Aula prática, em detalhe o Hidrofarm (A) e o Solo Track (B).



Fonte: AUTORA, 2012.

## 5. CONCLUSÃO

O período de estágio foi algo inenarrável, tanto para a vida profissional como pessoal da acadêmica. No profissional, houve a oportunidade de aprofundar os conhecimentos sobre fauna edáfica, assunto esse que sempre foi de interesse durante o curso; visualizar e por consequência compreender melhor a importância desse tema. O quanto há relação entre a manutenção da produtividade das culturas e a diversidade de organismos encontrados no solo e observar o quanto esse assunto ainda é pouco explorado. Além da honra de ter podido participar de algumas atividades, mesmo que poucas, de um projeto tão grande não só em dimensão, mas em importância para todo o estado de Santa Catarina, como é o Sisbiota, e ter o privilégio de trabalhar ao lado de uma pessoa tão conceituada no assunto como o Dr. Dilmar Baretta.

Todas as atividades realizadas nesse período, mesmo as que não tinham relação com o Sisbiota, contribuíram de alguma forma para o crescimento profissional da acadêmica, até tarefas corriqueiras como organização de laboratório, ensinaram-na a ter mais responsabilidade, a ser mais cuidadosa, a lidar com situações não tão agradáveis em um grupo, entre outras coisas.

Para a vida pessoal, o estágio teve ainda mais relevância, pode conhecer a região Oeste do estado, que possui outra cultura, outros hábitos; tendo a oportunidade de aprender muita coisa com as pessoas de lá.

No geral, foi um período muito proveitoso, com o único pesar de não ter participado mais do projeto, e não ter tido acesso aos resultados, já que quando o estágio foi encerrado as análises ainda estavam em andamento; mas com certeza serão resultados relevantes para o histórico do estado.

## REFERÊNCIAS

- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995.
- ALLABY, M. **The concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- ALTIERI, M.A. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems**. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1999.
- ALVAREZ, H.J.G. **Diversidade, taxonomia e distribuição da tribo Oryctini (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) para a Amazônia Brasileira**. Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 2008. 122p. (Tese de Mestrado).
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2ed. Wallingford: CAB International, 1993.
- ANDERSON, J.M. Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes. **Biology and Fertility of Soils**. Belin, 1988.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo. **Biosci. J.**, Uberlândia, 2007.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. **Microbial biomass and activity in a Brazilian soil plus untreated and composted textile sludge**. Chemosphere, Oxford, 2006.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; ABARKELI, R. B. **Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils**. Chemosphere, Oxford, 2003.
- ARSHAD, M.A.; LOWER, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. **In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). Methods for assessing soil quality**. Soil Science Society of America, 1996.
- ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. **Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems**. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002.
- ASSAD, M.L.L. Fauna do solo. **In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M., (eds). Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.363-443.
- BACHELIER, G. **La faune des sols, son écologie et son action**. Orstom, 1978.
- BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucária angustifolia* no Estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

BARETTA, D.; BROWN, G.G; CARDOSO, E.J.B.N. **Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucária angustifolia***. Acta Zool. Mex., 2010.

BARETTA, D.; FERREIRA, C.S.; SOUSA, J.P; CARDOSO, E.J.B.N. **Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucária angustifolia***. R. Bras. Ci. Solo, 2008.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I. DE; ALVES, M.V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **In: Tópicos especiais em ciência do solo**. Volume 7, p.119-170, 2011.

BARROSO, E.; HIDAKA, A.S.V.; SANTOS, A.X.; FRANÇA, J.D.M.; SOUSA, A.M.B.; VALENTE, J.R.; MAGALHÃES, A.F.A.; PARDAL, P.P.O. **Acidentes por centopeias notificados pelo “Centro de informações toxicológicas de Belém”, num período de dois anos**. R. Soc. Bras. Medic. Trop., 2001.

BEARE, M.H.; COLEMAN, D.C.; CROSSLEY JR., D.A.; HENDRIX, P.F.; ODUM, E.P. **A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling**. Plant and Soil, Hague, 1995.

BERTHELIN, J.; LEVAL, C.; TOUTAIN, F. Biologie des sols. Rôle des organisms dans l’altération et humification. **In: BONNEAU, M.; SOUCHIER, B., coord. Pédologie: 2 – Constituants et propriétés du sol**. Paris: Masson, 1994.

BLANCHART, E.; ALBRECHT, A.; BROWN, G., DECAENS, T.; DUBOISSET, A.; LAVELLE, P.; MARIANI, L.; ROOSE, E. **Effects of tropical endogeic earthworms on soil erosion**. Agric. Environ., 12:303-315, 2004.

BROWN JR., K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. **In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). Indicadores ambientais**. Sorocaba: [s.n], 1997.

BRUYN, L.A.L. de. **Ants as bioindicators of soil function in rural environments**. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1999.

BÜCHS, W. **Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level**. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2003.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY Jr., D.A. **Fundamentals of soil ecology**. San Diego, Academic Press, 1996.

CORREIA, M. E. F. **Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2002 (EMBRAPA Agrobiologia. Documentos, 156).

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

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008.

CORREIA, M.E.F.; PINHEIRO, L.B.A. **Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção Agrícola, Seropédica (R.J.)**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 1999. 15p. Circular Técnica, 3.

COSTA NETO, E.M. **The perception of diplopoda (Arthropoda, Myriapoda) by the inhabitants of the county of Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil**. Acta Biol. Colomb., 2007.

DARWIN, C.R. **The formation of vegetable mould through the action of worms with observations of their habits**. London: John Murray, 1881.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society American, 1994.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality**. Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1996.

ESPÍRITO-SANTO FILHO, K. **Efeito de distúrbios ambientais sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) e seu papel como bioindicador**. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 2005. (Tese de Mestrado)

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GILLER, P. **The diversity of soil communities, the "poor man's tropical rain forest"**. Bioversity and Conservation, London, 1996.

HATFIELD, J.L.; STEWART, B.A. **Soil biology: Effects on soil quality**. Boca Raton, CRC Press, 1993.

HEISLER C.; KAISER, E-A. **Influence of agricultural traffic and crop management on collembola and microbial biomass in arable soil**. Biology and Fertility of Soils, 1995.

HOLE, F.D. **Effects of animals on soil**. Geoderma, Amsterdam, 1981.

HUFFMAN, E.; EILERS, R.G.; PADBURY, G.; WALL, G.; MacDONALD, B. Canadian Agri-Environmental indicators related to land quality: Soil cover, soil erosion, soil salinity and risk of water contamination. In: **CONGRESS OF SOIL SCIENCE**, 16., Montpellier, 1998. Anais. Montpellier, Rural Development Sector - World Bank, 1998.

IBÁÑEZ, E.V. **Bioindicadores de calidad de suelo basados em las poblaciones de macrofauna y su relación com características funcionales del suelo**. 2004. 186p. Tesis (Doutorado em Ciências Agropecuarias) – Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira, 2004.

IZZO, J.T.; PINENT, S.M.J.; MOUND, L.A. **Aulacothrips dictyotus (Heterothripidae), the first ectoparasitic thrips (Thysanoptera)**. Fla. Entomol., 2002.

KARLEN, D.L.; ANDREWS, S.S.; DORAN, J.W. **Soil quality: Current concepts and applications**. Adv. Agron., 2001.

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

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSEY Jr., D.A.; CLARK, J.S. **Biological indices of Soil quality: an ecosystem case study of their use**. Forest Ecology and Management, 2000.

LAL, R. **Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century**. Soil Science, 2000.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. **Conservation and enhancement of soil quality**. In: **Evaluation on for Sustainable Land Management in the Developing World**. Vol. 2 ISBRAM. Proc. 12(2) Int. Board for Soil Res. And Management. Bangkok, Tailândia-1991.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1994.

LAVELLE, P. **Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function**. Advances in Ecological Research, New York, 1997.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZHERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J., eds. **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**. New York: Wiley-Sayce Publication, 1994.

LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J-P. **Soil invertebrates and ecosystem services**. European Journal of Biology, New Jersey, 2006.

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

MARGALEF R. **Ecologia**. 2 ed. Barcelona: Ômega, 1991.

MARIANI, P.D.S.C. **Estudo da biodegradação fa blenda poli ( $\epsilon$  – caprolactona) e amido de milho modificado em meios sólidos e liquido**. 2005. 77p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Polímeros) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. **Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade**. R. Holos, 1999.

McGEOCH, M.A. **The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators**. Biology Review, 1998.

MOLDENKE, A. R. Arthropods. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: SSSA, 1994.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1983.

PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P.R., eds. **Soil Biota: management in sustainable farming systems**. Melbourne: CSIRO, 1994.

PAOLETTI, M. G.; HASSALL, M. **Woodlice (Isopoda: Oniscidea): Their potential for assessing sustainability and use as bioindicators**. Agric. Ecosyst. Environ., 1999.

PAOLETTI, M.G. **Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability**. Agriculture Ecosystem and Environment, 1999.

PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. **Soil Invertebrates as Bioindicators of Human Disturbance**. Critical Reviews in Plant Sciences, London, 1996.

PETERSEN, H.; LUXTON, M. **A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes**. Oikos, 1982.

PINENT, S.M.J.; MASCARO, F.; BOTTON, M.; REDAELLE, L.R. **Thrips (Thysanoptera: Thripidae, Phlaeothripidae) damaging peach in Paranapanema, São Paulo State, Brazil**. Neotrop. Entomol., 2008.

PINENT, S.M.J.; ROMANOWSKI, H.P.; REDAELLI, L.R.; MOUND, L.A. **Thrips species (Thysanoptera) collected at Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brazil**. Neotrop. Entomol., 2003.

PINHEIRO, T.G.; MARQUES, M.I.; BATTIROLA, L.D. **Life cycle of *Poratia salvator* (Diplopoda: Polydesmida: Pyrgodesmidae)**. Zoologia, 2009.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. **Práticas de ecologia florestal**. Piracicaba, 1996. (Documentos. Florestais, 16)

REYNOLDS, W.D. *et al.* **Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters**. Geoderma, 2002.

SANGINGA, N., MULONGOY, K., SWIFT, M.J. **Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics**. Agriculture, Ecosystem and Environment, 1992.

SNAKIN, V.V.; KRECHETOV, P.P.; KUZOVNIKOVA, T.A.; ALYABINA, I.O.; GUROV, A.F.; STEPICHEV, A.V. **The system of assessment of soil degradation**. Soil Technology, 1996.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. **Invertebrates as determinants and indicators of soil quality**. American Journal of Alternative Agriculture, Greenbelt, 1992.

SZIPTYCKI, A.; BEDANO, J.C. **Faunistic records of proturans from Argentina (Insecta: Protura)**. Neotrop. Entomol., 2005.

TEIXEIRA, R.L.; COUTINHO, E.S. **Hábito alimentar de *Proceratophrys boiei* (Wied) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) em Santa Teresa, Espírito Santo, Sudeste do Brasil**. B. Mus. Biol. Melo Leitão, 2002.

THEENHAUS, A.; SCHEUS, S. **Sucessional changes in microbial biomass activity and nutrient status in faecal material of the slug *Arion rufus* (Gastropoda) deposited after feeding on different plant materials**. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, 1996.

THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A.P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. Circular Técnica, 57.

TOWNSEND R.C.; BEGON M.; HARPER L.J. **Essentials of Ecology**. Univerzita Palackého v Olomouci, 2008.

UHLIG, V. M. **Caracterização da mesofauna edáfica em áreas de regeneração natural da floresta ombrófila densa submontanha, no município de Antonina, Paraná**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2005. 97p. (Tese de Mestrado)

USHER, M.B.; PARR, T. **Are there sucessional changes in arthropod decomposer communities?** Journal of Environmental Management, New York, 1977.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos Solos dos Cerrados**. Brasília – DF: EMBRAPA, 1997. 524p.

VASCONCELLOS, S.M. **Revisão dos gêneros Prionolopha e Securigera (Orthoptera, Romaleidae, Romaleinae)**. Iheringia, Sér. Zool., 2005.

VEZZANI, F.M. e MIELNICZUK, J. **Uma visão sobre qualidade do solo**. R. Bras. Ci. Solo, 2009.

WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J.M., ed. **Ecological Concepts**. Oxford: Blackwell, 1989.

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