



A MESOFAUNA DO SOLO E SUA IMPORTÂNCIA COMO BIOINDICADORA

Marciana Christo Berude¹, Jean Karlos Barros Galote¹, Pedro Henrique Pinto¹,
Atanásio Alves do Amaral²

¹Pós - Graduandos em Agroecologia pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre, Alegre, ES, Brasil
(marcianachristo_@hotmail.com)

²Professor Titular-Livre, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre, Alegre, ES, Brasil

Recebido em: 08/09/2015 – Aprovado em: 14/11/2015 – Publicado em: 17/12/2015

RESUMO

Esse trabalho trata da mesofauna do solo, enfatizando os ácaros e os colêmbolos. A mesofauna do solo exerce várias funções e atua em diversos processos que ocorrem no solo, sendo de fundamental importância para o equilíbrio desse ecossistema. A mesofauna edáfica apresenta sensibilidade às modificações exercidas por atividades antrópicas e naturais, podendo ser usada como bioindicadora de qualidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: ácaros do solo, bioindicadores, colêmbolos, fauna edáfica

THE SOIL MESOFAUNA AND YOUR IMPORTANCE AS BIOINDICATOR

ABSTRACT

This paper deals with the soil mesofauna, emphasizing the mites and springtails. Soil mesofauna exerts various functions and operates in various processes occurring in soil, are of fundamental importance for the balance of this ecosystem. The soil mesofauna shows sensitivity to changes exerted by human and natural activities, and therefore it can be used as soil quality bioindicator.

KEYWORDS: bioindicators, soil fauna, soil mites, springtails

INTRODUÇÃO

A biodiversidade do Brasil é uma das maiores do planeta, sendo a fauna do solo um importante componente dessa diversidade. Apesar de ser, na sua maior parte, invisível devido ao tamanho e por estar dentro do solo ou da serrapilheira, esta fauna gera importantes serviços ambientais, que são pouco reconhecidos e valorizados (MELO et al., 2009). Ao observar o solo, a primeira impressão é que quase não existe vida neste conjunto de partículas, mas uma população grande e diversificada de organismos vivos de vários tamanhos habita o solo, no qual exercem papéis fundamentais (SILVA et al., 2012), sendo que decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, e produção de complexos que causam agregação do solo, entre outros são as principais atividades desses organismos (HOFFMANN et al., 2009).

Ações de impacto negativo levam à degradação do ambiente edáfico e, conseqüentemente, ao comprometimento de suas funções dentro dos sistemas biológicos (ROVEDDER et al., 2009). As coberturas vegetais atuam diretamente sobre a população da fauna do solo, os sistemas de cultivo influenciam na mesofauna edáfica, diminuindo a densidade e diversidade em relação à área de mata (HOFFMANN et al., 2009). Dessa forma, o conhecimento da composição da comunidade de organismos no solo é uma ferramenta importante para compreender o efeito sobre os processos edáficos e também para elucidar como a fauna do solo é afetada pelas práticas agrícolas e mudanças no uso do solo (ZAGATTO, 2014).

Nesse sentido a densidade e diversidade de fauna edáfica, podem ser consideradas bioindicadores de qualidade do solo, principalmente a mesofauna edáfica, uma vez que é muito sensível a variações sazonais e manejo do solo, além de alterar a porosidade do solo, apresentar diversas relações de mutualismo e predação com microrganismos e invertebrados edáficos e participar ativamente na ciclagem de nutrientes no solo (BARBERCHECK et al., 2009; GERCÓCS & HUFFNAGEL, 2009). O objetivo do trabalho foi fazer uma revisão de literatura sobre a importância da mesofauna do solo e discutir os fatores que a afetam.

FAUNA EDO SOLO

A fauna edáfica é composta por animais invertebrados que passam uma parte do ciclo vital ou toda a vida no solo. O aumento do número de indivíduos, a diversidade e a uniformidade de espécies da fauna do solo ocorre pela disponibilidade de condições ambientais, que favorecem a reprodução dos invertebrados como a melhoria das deposições de resíduos vegetais (NUNES, 2010). Segundo PEREIRA et al. (2012), um número significativo de organismos habita o solo e está em permanente interação com o mesmo. As atividades exercidas por estes determinam, em grande parte, as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (NUNES, 2010). A atividade biológica desses organismos é concentrada na camada superficial, com profundidade até 15 cm, nos solos tropicais, e até 30 cm, nos solos de clima temperado (PRIMAVESI, 1990).

Os invertebrados da fauna edáfica do solo são extremamente importantes. As atividades exercidas por estes contribuem para a estruturação do ambiente terrestre, por desempenharem um papel fundamental na decomposição de material vegetal, na ciclagem de nutrientes e na regulação dos processos biológicos do solo. Estes organismos estabelecem interações em diferentes níveis com os microrganismos, que são essenciais para a conservação da fertilidade e produtividade do ecossistema (CORREIA & OLIVEIRA, 2005). HÖFER et al., (2001) descrevem que a capacidade de agir da fauna edáfica colabora para o arcabouço do solo por meio da movimentação de partículas minerais e orgânicas, ciclagem de nutrientes, constituindo um ambiente fértil, aumentando a porosidade do solo.

NUNES (2010) afirma que a fauna do solo, por apresentar alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, é um excelente bioindicador, e suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do solo. A fauna edáfica é influente e reflete as condições do meio ambiente, podendo ser um bom indicador biológico de qualidade dos resíduos orgânicos já decompostos de modo a contribuir para a avaliação de um sistema de produção (HUBER & MORSELLI, 2011). BARETTA et al. (2008), afirmam que as características de habitat, como clima, tipo de solo, abundância de serrapilheira acumulada, quantidade de matéria orgânica, maneira de lidar com o solo, entre outros,

determinam quais os grupos da fauna estarão presentes no solo e em que quantidades. A fauna do solo constitui um importante instrumento para avaliação da qualidade do mesmo, além de desempenhar funções essenciais, como a liberação e mineralização de componentes orgânicos (DUCATTI, 2002).

Os organismos do solo têm importância fundamental para a manutenção e o equilíbrio da vida. Segundo MORSELLI (2009), se as atividades biológicas do solo cessassem, a vida no planeta deixaria de existir em poucas décadas. No Brasil, o número de trabalhos sobre a fauna do solo é irrelevante diante da diversidade de ecossistemas do País e do desconhecimento da própria biodiversidade do solo. É possível que muitas espécies sejam extintas antes de serem conhecidas (MERLIM, 2005).

MESOFAUNA DO SOLO

Existem diversas maneiras de classificar a biota do solo. O tamanho corporal geralmente é o critério principal, mas os aspectos da mobilidade, hábito alimentar e função que desempenham no solo também são considerados. As classificações mais utilizadas envolvem a separação dos animais segundo o diâmetro do corpo ou o comprimento (MORAIS et al., 2013).

A mesofauna inclui os organismos entre 0,2 e 2,0 mm de comprimento, pertencentes às classes Oligochaeta (família Enchytraeidae), Symphyla (sínfilos), Pauropoda (paurópodos), Protura (proturos), Diplura (dipluros), Collembola (colêmbolos), Arachnida e Insecta. A classe Arachnida é representada pelas ordens Pseudoscorpionida (pseudoescorpíões), Palpigradi (palpígrados) e Acari (ácaros). A classe Insecta é representada pelas ordens Diptera (dípteros), Coleoptera (coleópteros ou besouros) e Isoptera (isópteros ou cupins) (MELO et al., 2009; BARROS et al., 2010; PEREIRA et al., 2012; MORAIS et al., 2013; SILVA & AMARAL, 2013). Ácaros e colêmbolos juntos dominam em abundância e diversidade, sendo os ácaros representados por mais de 1.000 espécies, no Brasil (MELO et al., 2009).

As atividades tróficas desses animais incluem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna, como a fragmentação de material vegetal em decomposição (MORAIS et al., 2013). Os colêmbolos exercem importante função detritívora, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica e o controle das populações de microrganismos, especialmente dos fungos, enquanto os ácaros atuam principalmente como predadores, controlando as populações de outros organismos no solo, especialmente a microbiota (MELO et al., 2009; MORAIS et al., 2013; SILVA & AMARAL, 2013). Os ácaros são muito diversos, mas os colêmbolos são pouco conhecidos e pouco estudados no país (MELO et al., 2009).

A diversidade de ácaros e colêmbolos edáficos está relacionada com o tipo de solo e com suas características físicas e químicas, então, qualquer das alterações nestes atributos podem ser observados por meio de análises da diversidade da fauna, sendo este um bom indicador (RIEFF et al., 2010; PEREIRA et al., 2012). Segundo BARROS et al. (2010), o maior número de grupos da mesofauna foram encontrados na camada de 0 a 5 cm de profundidade.

A mesofauna do solo apresenta uma elevada variedade de funções e processos no solo, colêmbolos e ácaros, por exemplo, têm um papel importante na regulação da população de fungos e na fragmentação de resíduos (MARION, 2011). Os resíduos orgânicos, decompostos sob vermicompostagem, são resultantes não apenas da ação dos microrganismos e da macrofauna, mas também da mesofauna.

Esta colabora para a melhoria da qualidade do solo, constituindo um importante indicador biológico de qualidade do solo, capaz de contribuir para a avaliação do sistema de manejo (KUNDE, 2013).

Os organismos da mesofauna colaboram na humificação, redistribuem a matéria orgânica, estimulam a atividade microbiana, entre outros benefícios. A sensibilidade da população desses artrópodes às alterações ambientais pode ser útil no monitoramento da degradação e do estágio de recuperação de áreas degradadas (HUBER & MORSELLI, 2011; MORAIS et al., 2013).

MESOFAUNA COMO BIOINDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO

A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade de funcionamento do mesmo, dentro do ecossistema. O termo bioindicador é utilizado para identificar organismos que podem produzir respostas biológicas que indicam efeitos de poluentes neles próprios nas populações, comunidades e ecossistemas (MARION, 2011). Segundo RIEFF (2010) os indicadores biológicos são importantes ferramentas de avaliação de qualidade do solo. Entre os potenciais de bioindicadores está o monitoramento das populações de ácaros e colêmbolos, que fazem parte da mesofauna do solo e têm sido muito utilizados.

A partir da análise, frequência e diversidade destes grupos em áreas de cultivo agrícola quando comparados com as populações encontradas em áreas de vegetação nativa pode indicar alterações ocorridas no solo. Práticas agrícolas como o monocultivo e o preparo convencional do solo têm ocasionado alterações na biodiversidade. Uma das alternativas para a diminuição do impacto sobre a diversidade biológica do solo é o emprego de práticas agrícolas conservacionistas (RIEFF, 2010).

Os organismos da mesofauna têm capacidade de dar respostas rápidas sobre a qualidade do solo, pois respondem em passo acelerado a mudanças, com consequente adaptação às condições ambientais, característica que não pode ser alcançada com indicadores químicos ou físicos (NUNES, 2010). A fauna edáfica permite avaliar não somente a qualidade de um solo, como também o próprio funcionamento do sistema de produção, pois se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, na interface solo - planta (HUBER & MORSELLI, 2011).

Ácaros e colêmbolos influenciam diretamente na fertilidade do solo, estimulando a atividade microbiana, inibindo fungos e bactérias causadoras de doenças (PRIMAVESI, 1990) e transportando matéria orgânica em decomposição para níveis mais profundos do perfil do solo (SAUTTER & SANTOS, 1994). Por serem sensíveis às mudanças no solo e na cobertura vegetal, provocadas por atividades antrópicas ou por causas naturais, esses organismos podem ser usados como bioindicadores da qualidade do solo ou da fertilidade (MELO et al., 2009). Os distúrbios ambientais alteram a fauna do solo à medida que alteram a disponibilidade de recursos alimentares, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas. Muitas espécies desaparecem, por exemplo, em consequência do desmatamento e do uso de arado e de produtos químicos (PEREIRA et al., 2012).

A fauna edáfica está diretamente envolvida nos processos de fragmentação da serrapilheira, desempenhando papel fundamental na decomposição e na ciclagem de nutrientes. A composição de espécies da fauna do solo é função de um conjunto de fatores biológicos, que interagem entre si e são afetados por fatores climáticos (KORASAKI et al., 2013). A avaliação da mesofauna, durante o desenvolvimento

das culturas, é importante, pois constitui um indicativo de qualidade do solo (PAULA, 2013).

Segundo BOHM et al. (2010), os organismos da mesofauna estão diretamente associados com a qualidade do solo. Junto com a microbiota, as populações da mesofauna do solo são responsáveis pelos processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica e regulação dos ciclos de nutrientes. A diminuição da abundância de organismos da mesofauna pode comprometer, a médio e longo prazo, os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica, afetando a qualidade e a saúde do solo. A maioria dos componentes da mesofauna melhora a qualidade do solo.

FATORES QUE AFETAM A MESOFAUNA DO SOLO

Diversos fatores afetam os organismos do solo, por isso as populações desses organismos são extremamente variáveis, dependendo do tipo do solo, da vegetação e das condições climáticas. Assim, variações na composição da mesofauna do solo podem ser encontradas entre ecossistemas distintos, em uma mesma região. Além disso, a variabilidade dos micro-habitats, com seus respectivos microambientes, possibilita a coexistência de organismos com características bastante distintas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; GATIBONI et al., 2009).

Ambientes naturais fornecem muitos serviços ecológicos importantes, como controle de doenças, controle de pragas e manutenção do clima e as diferentes formas de uso da terra acarretam mudanças em diversos organismos, portanto o uso da terra deve estar associado à manutenção de condições semelhantes às naturais (MORAIS et al., 2010), pois oscilações no conteúdo de água e na temperatura do solo causam variações na população dos organismos do solo (MIRANDA et al., 1997).

O processo da fragmentação dos ecossistemas florestais, com perturbações antrópicas constantes são uma importante ameaça à biodiversidade. MOÇO et al. (2005), comparando uma área de mata nativa com cultivo de eucalipto, capoeira e pastagem, encontraram maior estabilidade na abundância de fauna edáfica na mata nativa. RIEFF et al. (2010) afirmam que a área a mata nativa apresentou maior quantidade de ácaros e colêmbolos do que na área de Eucalipto demonstrando que as condições diversificadas fornecidas por áreas de matas e florestas nativas permitem uma maior biodiversidade, devido à variedade de espécies vegetais e compostos orgânicos presentes na serrapilheira.

Segundo ROVEDDER et al. (2009), a riqueza de fauna edáfica está relacionada com a disponibilidade e qualidade de cobertura vegetal como fonte de nutrientes e abrigo. A lavração, a queimada, a exposição do solo ao sol e o uso de adubos amoniacais fazem com que a maioria da mesofauna desapareça (PRIMAVESI, 1990). De acordo com GASSEN (2000), outro fator letal à população de organismos da mesofauna edáfica é a exposição do solo à radiação solar, resultando na elevação da temperatura.

Técnicas agrícolas convencionais e a fragmentação de matas também acarretam reduções populacionais da mesofauna (MUSSURY et al., 2002; GOMES et al., 2007). As ações antrópicas, como o manejo e uso do solo, quer por pisoteio de gado ou uso de maquinário pesado promovem alterações na densidade do solo, na porosidade e na infiltração de água. Como consequência das práticas agropecuárias ocorre redução da diversidade e da abundância de organismos da mesofauna (SILVA et al., 2012). MORSELLI (2009) também assegura que o manejo

do solo e as culturas afetam o comportamento de ácaros e colêmbolos no solo, trazendo benefícios ou prejuízos para a cultura posterior.

O revolvimento do solo e a aplicação de defensivos agrícolas também podem ter efeito negativo (MARCHÃO et al., 2009). LIMA et al. (2010) trabalhando em três sistemas agroflorestais com diferentes idades, agricultura de corte e queima e floresta nativa, comprovaram que os sistemas agroflorestais apresentam maior riqueza de espécies, isto porque os sistemas agroflorestais são estruturalmente mais diversos (CORREIA, 2002).

SGANZERLA et al. (2010) constataram maior ocorrência de colêmbolos na superfície do solo, em um sistema de produção orgânico, no qual é mantida uma massa de resíduos considerável na superfície. Além disso, o produtor não retira as plantas espontâneas, o que permite a manutenção da serrapilheira, favorecendo a proliferação desses organismos. De acordo com GASSEN (2000), a manutenção e abundância de palha no solo, como ocorre no plantio direto, proporciona o desenvolvimento de uma fauna com maior diversidade, cobrindo os diversos níveis da cadeia de decompositores e mineralizadores do material orgânico. Dessa forma a palha é um material básico para o restabelecimento da fauna e para o equilíbrio.

Os sistemas agrícolas alternativos proporcionam maior diversidade e densidade da fauna edáfica, quando comparados com os sistemas convencionais de produção (MARCHÃO et al., 2009; DOMINGUEZ et al., 2010; PORTILLO et al., 2011).

ORGANISMOS DA MESOFAUNA DO SOLO

Enquitreídeos

Os enquitreídeos (Annelida, Clitellata, Oligochaeta, Enchytraeidae) são pequenas minhocas, com até 40 mm de comprimento, encontradas tanto em solos naturais, quanto em solos cultivados e antropizados. Vivem em ambientes úmidos, nos 5 cm superficiais do solo, embora possam ser encontrados a até 20 cm de profundidade. Esses organismos participam da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes, além de atuar na manutenção da microporosidade do solo e na regulação positiva do crescimento de microrganismos. Existem 950 espécies no mundo, mas apenas 47 foram registradas no Brasil (JÄNSCH et al., 2005; CHRISTOFFERSEN, 2009; NIVA et al., 2010; MORAIS et al., 2013).

Sínfilos e paurópodos

Os sínfilos (Arthropoda, Myriapoda, Symphyla) são pequenos miriápodos cegos, com tamanho entre 0,5 e 8 mm, encontrados na serrapilheira, sob troncos em decomposição e em ambientes úmidos, ricos em húmus. Alimentam-se de fungos ou da matéria vegetal em final de decomposição. Existem 708 espécies no mundo, das quais 55 foram registradas no Brasil (MORAIS & FRANKLIN, 2008; ADIS, 2002 citado por MORAIS et al., 2013).

Os paurópodos (Arthropoda, Myriapoda, Pauropoda), com tamanho entre 0,5 e 1,5 mm e 11 segmentos no corpo, também são cegos e vivem na serrapilheira, embaixo de pedras e de troncos em decomposição, ou no interior do solo (MORAIS & FRANKLIN, 2008). Alimentam-se de matéria vegetal em decomposição ou de tecidos moles de plantas jovens, constituindo pragas das hortaliças (EISENBEIS & WICHARD, 1987 citado por MORAIS et al., 2013). Em apenas um dia, esses organismos podem comer o equivalente a mais de 20 vezes o peso do próprio

corpo. Existem 200 espécies no mundo, das quais cinco foram registradas no Brasil (MORAIS et al., 2013).

Proturos e dipluros

Os proturos (Arthropoda, Hexapoda, Protura) são pequenos artrópodes sem olhos e sem asas, medindo de 0,5 a 2,5 mm, que se alimentam de bactérias e de fungos. Preferem os lugares úmidos, com muitas folhas e outros materiais vegetais em decomposição (MORAIS & FRANKLIN, 2008; MORAIS et al., 2013). A biomassa desses artrópodes é pequena, portanto não têm importância para a biologia do solo, nem para a decomposição da matéria vegetal. Existem 726 espécies no mundo, 26 registradas no Brasil (MORAIS & FRANKLIN, 2008).

Os dipluros (Arthropoda, Hexapoda, Diplura) também não possuem olhos, nem asas, mas têm pelos sensoriais bem desenvolvidos, antenas longas e cercos. O tamanho varia de 1 a 5,8 mm e o corpo é estreito e alongado. Vivem em colônias, embaixo de troncos ou pedras, na serrapilheira e na camada superficial do solo (MORAIS et al., 2013). Alimentam-se de vegetais e de fungos, ou são predadores. Existem 1500 espécies no mundo, 31 registradas no Brasil (MORAIS & FRANKLIN, 2008; MORAIS et al., 2013).

Colêmbolos

Os colêmbolos (Arthropoda, Hexapoda, Collembola) são pequenos artrópodes com tamanho corporal entre 0,2 e 3 mm (PINHO et al., 2007), encontrados próximo à superfície do solo, em locais com matéria orgânica em decomposição. Também podem ser encontrados em folhas caídas, na bainha de folhas vivas e em plantas de musgo (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011). Possuem três pares de pernas (hexápodos) e um par de antenas, mas não possuem asas. Uma característica importante para o reconhecimento dos colêmbolos é a furca, uma estrutura encontrada na região posterior do abdome, utilizada para saltar (BRUSCA & BRUSCA, 2007; BELLINGER et al., 2014).

Os colêmbolos são encontrados em todo o mundo e estão entre os invertebrados mais abundantes no solo, podendo viver também na serrapilheira (BELLINI & ZEPPELINI, 2009; MAUNSELL et al., 2012). A maioria se desenvolve no solo, alimentando-se de fungos, bactérias, algas e matéria vegetal morta. Fazem parte da cadeia de detritos, junto com outros invertebrados do solo, contribuindo para o processo de ciclagem da matéria e devolução de íons ao solo, para absorção pelos vegetais (SAUTTER & SANTOS, 1991 citados por SANTOS-ROCHA et al., 2011; PAUL & NONGMAITHEM, 2011; MAUNSELL et al., 2012).

Os colêmbolos se multiplicam e crescem rapidamente, servindo de alimento para vários outros artrópodes de tamanho pequeno (ANTONIOLLI et al., 2013). As populações de colêmbolos variam com as estações do ano e são mais abundantes nas estações quentes e chuvosas (BARROS et al., 2010). Os colêmbolos ajudam a controlar a biomassa de fungos no solo, atuando também como dispersores desses fungos.

Os colêmbolos são indicadores da qualidade do solo, pois são abundantes, apresentam diversidade elevada e são sensíveis a alterações ambientais (CASSAGNE et al., 2006; MAUNSELL et al., 2012). A diversidade e a abundância desses artrópodes em determinado ambiente é influenciada pelo pH, pela disponibilidade de água e de sais minerais, pela quantidade e qualidade da matéria

orgânica, pela cobertura vegetal e pela presença de metais pesados e pesticidas (CASSAGNE et al., 2003, 2006; CHOI & MOORHEAD, 2006).

Os colêmbolos têm um papel importante no controle da população e distribuição de bactérias e fungos do solo. Esses artrópodes influenciam a fertilidade do solo, estimulando a atividade microbiana, dispersando esporos de fungos e controlando o crescimento de fungos e bactérias causadores de doenças em plantas. Várias espécies alimentam-se de microrganismos e fungos da matéria orgânica do solo ou do folhíço, outras alimentam-se das fezes de invertebrados do solo e do guano de morcegos. Algumas espécies são consumidoras de algas, líquens, matéria vegetal e animal em decomposição, ou praticam o canibalismo (SANTOS-ROCHA, 2013).

Existem cerca de 8.300 espécies de colêmbolos descritas (BELLINGER et al., 2014), das quais 287 foram registradas no Brasil (ABRANTES et al., 2010). Entretanto, o conhecimento sobre a fauna de colêmbolos no Brasil ainda é incipiente (SANTOS-ROCHA et al., 2011).

Pseudoescorpiões e palpígrados

Os pseudoescorpiões (Arthropoda, Chelicerata, Arachnida, Pseudoscorpionida) medem 2 a 4 mm e são encontrados no solo, na serrapilheira e sob as cascas parcialmente soltas dos troncos das árvores. Esses pequenos aracnídeos são predadores, alimentando-se de nematoides, colêmbolos, ácaros, insetos e outros artrópodes. Existem 3.235 espécies no mundo, 76 registradas no Brasil (MORAIS et al., 2013).

Os palpígrados (Arthropoda, Chelicerata, Arachnida, Palpigradi) são pequenos aracnídeos cosmopolitas, com 1 a 3 mm de comprimento. A biologia e a ecologia desses artrópodes são pouco conhecidas e nada se sabe sobre a alimentação dos mesmos (MORAIS et al., 2013). Existem 80 espécies registradas no mundo, três encontradas no Brasil (MORAIS & FRANKLIN, 2008).

Ácaros

Os ácaros (Arthropoda, Chelicerata, Arachnida, Acari) são classificados em duas superordens: Anactinotrichida e Actinotrichida (MORAES & FLETCHNANN, 2008). A superordem Anactinotrichida inclui as ordens Notostigmata, Holothyrida, Ixodida e Mesostigmata, enquanto a superordem Actinotrichida inclui as ordens Oribatida, Astigmata e Prostigmata (EVANS 1992, citado por MORAES & FLETCHNANN, 2008).

Existem duas categorias de ácaros: os de vida livre e os parasitas. Os de vida livre podem ser fitófagos, fungívoros, polinófagos, saprófagos, coprófagos ou predadores. Os ácaros fitófagos são importantes pragas agrícolas e os ácaros predadores são os principais inimigos naturais dos ácaros fitófagos (AGUIAR-MENEZES et al., 2007).

Os ácaros distinguem-se dos insetos pela ausência de segmentação e por apresentar quatro pares de pernas. O corpo apresenta formas muito variadas, acompanhando a ampla variedade comportamental desses artrópodes. Os ácaros fitófagos, por exemplo, têm pernas curtas e movimentos lentos, enquanto os predadores têm pernas longas e movimentos rápidos (UHLIG, 2005; AGUIAR-MENEZES et al., 2007).

Os ácaros são encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres e têm hábito alimentar diversos, apresentam importância tanto pelos danos que

algumas espécies causam ao homem, aos animais e às plantas, quanto pelos aspectos positivos que outras espécies apresentam, como a predação de pragas agrícolas e o auxílio no processo de decomposição de materiais orgânicos (MORAIS et al., 2013).

Os ácaros são os organismos mais abundantes da mesofauna do solo, chegando a 78% em áreas de floresta e 84,7% em áreas de pastagens (MORAIS et al., 2013). Os ácaros oribatídeos são os artrópodes mais abundantes e diversificados, nas camadas superficiais do interior do solo, atuando como predadores (AGUIAR-MENEZES et al., 2007) e como componentes de cadeias alimentares envolvidas na ciclagem da matéria orgânica (PEREIRA et al., 2012).

As populações de ácaros variam de acordo com diversos fatores, como matéria orgânica, cobertura do solo, espécies vegetais cultivadas, microclima, entre outros (SILVA et al., 2015). A distribuição dos ácaros depende das características de cada um, como preferência alimentar, níveis de resistência a intempéries, biologia reprodutiva e habilidade de dispersão (HOFFMAN et al., 2009). DUCATTI (2002) verificou maior quantidade de ácaros nas amostras coletadas no período quente e úmido, condição satisfatória para a presença dos ácaros na camada superficial do solo.

Coleópteros

Os coleópteros ou besouros (Arthropoda, Hexapoda, Insecta, Coleoptera) integrantes da mesofauna pertencem às famílias Pselaphidae (pselafídeos), Scydmaenidae (escidimenídeos), Staphylinidae (estafilinídeos) e Ptiliidae (ptiliídeos). Os estafilinídeos da mesofauna medem menos de 1 mm e podem ser fitófagos, fungívoros, saprófagos ou predadores. As espécies saprófagas são encontradas na matéria orgânica vegetal ou animal, inclusive excrementos. Os pselafídeos medem entre 0,5 e 3,5 mm e são encontrados principalmente embaixo de pedras ou de cascas de troncos apodrecidos; alimentam-se de ácaros. Os escidimenídeos medem de 1 a 9 mm e são parecidos com formigas, em cujos ninhos se abrigam. Alimentam-se de ácaros oribatídeos. Os ptiliídeos medem cerca de 1 mm e são encontrados na matéria orgânica vegetal em decomposição; alimentam-se de esporos de fungos (MORAIS et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mesofauna do solo desempenha funções fundamentais para a manutenção do ecossistema, sendo considerada bioindicadora de qualidade do solo, visto que as ações antrópicas, acarretam redução da diversidade e abundância de organismos da mesofauna. O estudo desse grupo é relevante para o conhecimento do estado de degradação do solo. Sugere-se que mais estudos sejam feitos sobre a diversidade da mesofauna do solo.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, E. P.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. **Zootaxa**, v. 2388, p. 1-22; 2010.

AGUAR-MENEZES, E. de L.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E. B. **Ácaros**: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 24 p. (Documentos, 240).

ANTONIOLLI, Z. I.; REDIN, M.; SOUZA, E. L. de; POCOJESKI, E. Metais pesados, agrotóxicos e combustíveis: efeito na população de colêmbolos no solo. **Rev. Ciência Rural**, On line, 2013.

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 *Araucaria angustifolia*. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 2693-2699, 2008 (Número Especial).

BARROS, Y. J.; MELO, V. F.; SAUTTER, K. D.; BUSCHLE, B.; OLIVEIRA, E. B.; AZEVEDO, J. C. R.; SOUZA, L. C. P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: II - mesofauna e plantas. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, n. 4, p. 1413-1426, 2010.

BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A.; JANSSENS, F. **Checklist of the Collembola of the World**. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em: 14 jul. 2014.

BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Rev. Bras. Entomol.**, v. 53, n. 3, p. 386-390, 2009.

BOHM, G. M. B.; CASTILHOS, D. D.; ROMBALDI, C. V. Manejo de soja transgênica com glifosato e imazetapir: efeito sobre a mesofauna e microbiota do solo. **Revista Thema**, v. 7, n. 2, p. 1-12, 2010.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

CASSAGNE, N.; GERS, C.; GAUQUELIN, T. Relationships between Collembola, soil chemistry and humus types in forest stands. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, p. 355-361, 2003.

CASSAGNE, N.; GAUQUELIN, T.; BAUSERIN, M. C.; GERS, C. Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. **Pedobiologia**, v. 50, n. 2, p. 127-134, 2006.

CHOI, W. I.; MOORHEAD, D. L. A modeling study of soil temperature and moisture effects on population dynamics of *Paronychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae). **Biology and Fertility of Soils**, v. 43, p. 69-75, 2006.

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 Agroecologia, 2002. 18 p. (Documento 156).

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A.M; ASSIS, R. L. (Eds.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 18 -29, 2005.

CHRISTOFFERSEN, M. L. Species Diversity and Distribution of microdrile earthworms (Annelida, Clitellata, Enchytraeidae) from South America. **Zootaxa**, v. 2065, p. 51-68, 2009.

DOMINGUEZ, A.; BEDANO, J. C.; BECKER, A. R. Negative effects of no till on soil macrofauna and litter decomposition in Argentina as compared with natural grasslands. **Soil & Tillage Research**, n. 110, p. 51-59, 2010.

DUCATTI, F. Fauna edáfica em fragmentos florestais em áreas reflorestadas com a espécie da mata atlântica. 2002. 70f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GASSEN, D. N. **Os benefícios de corós em lavouras sob plantio-direto**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2000. 3 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Online, 47).

GATIBONI, L. C.; COIMBRA, J. L. M.; WILDNER, L. P.; DENARDIN, R. B. N. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia preta, em sistema plantio direto. **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 45-53, 2009.

GOMES, A. A.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; WATHIER, F.; CUNHA, K. A. A.; SCALON-FILHO, H. Avaliação do impacto da fragmentação de florestas nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 612-618, 2007.

HÖFER, H.; HANAGARTH, W.; GARCIA, W.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; RÖMBKE, J.; BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **Eur. J. Soil Biol.**, v. 37, p. 229-235, 2001.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A. ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 122-125, 2009.

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. A. Estudo da mesofauna (ácaros e colêmbolos) no processo da vermicompostagem. **Revista da FZVA**, v. 18, n. 2, p. 12-20, 2011.

JÄNSCH, S.; RÖMBKE, J.; DIDDEN, W. The use of Enchytraeidae in ecological soil classification and assessment concepts. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 62, p. 266-277, 2005.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). **O ecossistema solo:**

componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: Editora da UFLA, p. 79-128.2013.

KUNDE, R. J.; OLIVEIRA, R. J. P DE; SILVA, M. T. DA; BERNARDO, J. T.; PAULA, B. V.; MORSELLI, T. B. G. A.; KROLOW, D. R. V. Avaliação da mesofauna edáfica (ácaros e colêmbolos) no esterco bovino em processo de vermicompostagem. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010.

MARCHÃO, R. L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L. C.; VILELA, L. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 8, p. 1011-1020, 2009.

MARION, L. F. **Avaliação da qualidade do solo em propriedades agrícolas familiares em sistema de cultivo convencional e de bases ecológicas, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, 2011.

MAUNSELL, S. C.; KITCHING, R. L.; GREENSLADE, P.; NAKAMURA, A.; BURWELL, C. J. Springtail (Collembola) assemblages along an elevational gradient in Australian subtropical rainforest. **Australian Journal of Entomology**, v. 52, p. 114-124, 2012.

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

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. de; ZANETTI, R. A. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, jan/abr., 2009.

MIRANDA, C. S. S.; FERREIRA, M. G. V. X.; MENEZES, M. Atividade biológica de solos com horizonte A Chernozêmico na Zona da Mata Norte de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26. Rio de Janeiro, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-4,1997.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 29, p. 565-571, 2005.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. v. 1. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288 p.

MORAIS, J. W. de; FRANKLIN, E. Mesofauna do solo na Amazônia Central. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas tropicais**. Lavras: Editora da UFLA, p. 371-408.2008.

MORAIS, J. W. de; OLIVEIRA, V. dos S.; DAMBROS, C. de S.; TAPIA-CORAL, S. C.; ACIOLI, A. N. S. Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões, AM. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, 145-152, 2010.

MORAIS, J. W. de; OLIVEIRA, F. G. L.; BRAGA, R. F.; KORASAKI, V. Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora da UFLA, p. 185-200. 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras - MG: Ed. UFLA, 2006. 729 p.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do Solo**. Pelotas: Ed. Universitária UFPEI/PREC, 2009.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; SILVA, S. V.; SOLIGO, V. R. Study of acari and collembola populations in four cultivation systems in Dourados - MS. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 45, p. 257-264, 2002.

NIVA, C. C.; RÖMBKE, J.; SCHMELZ, R. M.; BROWN, G. G. Enquitreídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta, Annelida). In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Editora da UFLA, p. 351-361.2010.

NUNES, J. S. **Atributos Biológicos do Solo de Áreas em Diferentes Níveis de Degradação no Sul do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus - PI, 2010.

PAUL, D.; NONGMAITHEM, A.; JHA, L. K. Collembolan density and diversity in a forest and an agroecosystem. **Open Journal of Soil Science**, n. 1, p. 54-60, 2011.

PAULA, B. V.; OLIVEIRA, R. J. P.; SILVA, M. T.; BERNARDO, J. T.; KUNDE, R. J.; MORSELLI, T. B. G. A.; ANTUNES, M. O. MORAES, R. M. D. Estudo da fauna edáfica em um argissolo cultivado com mostarda. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

PEREIRA, R. C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. **Magistra**, v. 24 (número especial), p. 63-76, 2012.

PINHO, R. S. O.; MELO JUNIOR, E. S.; SANTOS, L. A.; FERES, S. J. C.; LIMA JUNIOR, C. A. Gênero Hypogastrura (Bourlet, 1939) (Hexapoda, Collembola, Poduridae) no litoral norte da ilha São Luiz, Maranhão, Brasil – perspectivas de

bioindicador. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007. **Anais...** Belo Horizonte, 2007.

PORTILLO, I. I. R.; BORGES, C. D.; CREPALDI, R. A.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C.; SILVA, R. F. Fauna invertebrada e atributos físico e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1310-1320, 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

RIEFF, G. G. **Monitoramento de ácaros e colêmbolos como indicadores de qualidade do solo**. 59 p. Dissertação (Mestrado em ciência do Solo) – Faculdade de agronomia, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

RIEFF, G. G.; MACHADO, R. G.; STROSCHEIN, M. R. D.; SÁ, E. L. S. Diversidade de famílias de ácaros e colêmbolos edáficos em cultivo de eucalipto e áreas nativas. **R. Bras. Agrocência**, v. 16, n. 1-4, p. 57-61, 2010.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ci. Rural**, v. 39, p. 1061-1068, 2009.

SANTOS-ROCHA, I. M. dos **Colêmbolos (Arthropoda: Hexapoda: Collembola) numa área de caatinga do nordeste brasileiro**. 2013. 56 f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

SANTOS-ROCHA, I. M.; ANDREAZZE, R.; BELLINI, B. C. Registros de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 167-170, 2011.

SAUTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos. Avaliação da estrutura da população da mesofauna edáfica, em diferentes regimes de reabilitação de um solo degradado pela mineração do xisto. **Revista Ciências Agrárias**, v. 13, n. 1-2, p. 31-34. 1994.

SGANZERLA, D. C.; PEDÓ, T.; GUIDOTTI, R. M. M.; KOHN, R. G.; MORSELLI, T. B. A.; SCHIAVON, G. Avaliação da mesofauna (Acari e Collembola) em sistema orgânico na Ilha dos Marinheiros – Rio Grande/RS. **Revista Congrega URCAMP**, v. 4, n. 4, 2010.

SILVA, L. N., AMARAL, A. A. do. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, v. 8, n. 5, p. 108-115, 2013. (Edição especial.).

SILVA, R. C. S.; ALMEIDA, J. C. R.; BATISTA, G. T.; FORTES NETO, P. Os indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais. **Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 27 2015

Ciências Ambientais. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br/dspace>. Acesso em: 02 mar. 2015.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; FERES, C. I. M. A.; TAVARES, R. de C. J. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, p. 59-71, 2012.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudo dos insetos. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ZAGATTO, M. R. G. **Fauna edáfica em sistemas de uso do solo no município de Ponta Grossa – PR.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo - Solo e Ambiente) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.