
OS ORGANISMOS DO SOLO E A MANUTENÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA
SOIL ORGANISMS AND THE ORGANIC MATTER MAINTENANCE
ORGANISMOS DEL SUELO Y MANTENIMIENTO DE MATERIA
ORGÁNICA

Thamyres Sabrina Gonçalves

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós
Graduação em Produção Vegetal, Minas Gerais, Brasil

sabrina5thamy@yahoo.com.br

Cinthya Souza Santana

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Rio
Grande do Sul, Brasil.

RESUMO: No pilar do debate contemporâneo sobre a sustentabilidade agrícola está a matéria orgânica do solo, que também é de suma importância para o entendimento da dinâmica de funcionamento geossistêmica dos ecossistemas tropicais. Dentre os constituintes da matéria orgânica estão os organismos do solo, micro, meso e macro fauna, os mediadores do processo de ciclagem biogeoquímica do sistema água-solo-planta-atmosfera. Dada à importância desses organismos, o objetivo do trabalho foi caracterizar os principais grupos de organismos componentes da fauna edáfica, descrevendo suas características e a importância desses organismos para manutenção da fertilidade, qualidade ambiental e agrícola do solo. A pesquisa se baseia em uma revisão bibliográfica dos diferentes grupos de organismos do solo e a contribuição de cada um desses na rede trófica estabelecida no solo. Apesar da simplicidade do método e da proposta essa pesquisa se mostra amplamente necessária a partir das constatações sobre a ausência de conhecimento acessível, gratuito e em linguagem compreensível sobre esses organismos e suas funções desenvolvidas no solo. Considera ao fim a existência de muitas

lacunas no conhecimento da fauna edáfica em geral, mas também da proposta de construção de conhecimento integrado a ciência do solo, que ao que tudo indica é o mais profícuo caminho para a efetiva conservação do solo em consonância com a manutenção da produtividade agrícola nas regiões tropicais mais especificamente.

Palavras chave: fauna edáfica, ecologia do solo, grupos funcionais.

ABSTRACT: In the pillar of the contemporary debate on agricultural sustainability is soil organic matter, which is also of great importance for understanding the dynamics of the geosystemic functioning of tropical ecosystems. Among the constituents of organic matter are soil, micro, meso and macro organisms fauna, the mediators of the biogeochemical cycling process of the water-soil-plant-atmosphere system. Given the importance of these organisms, the objective of this work was to characterize the main groups of organisms that are part of the fauna, describing their characteristics and the importance of these organisms for the maintenance of soil fertility, environmental and agricultural quality. The research is based on a bibliographical review of the different groups of soil organisms and the contribution of each of them in the established trophic network in the soil. Despite the simplicity of the method and the proposal, this research is widely needed from the findings about the absence of accessible, free and comprehensible knowledge about these organisms and their functions developed in the soil. It is considered at the end the existence of many gaps in the knowledge of edaphic fauna in general, but also of the proposal of knowledge construction integrated to soil science, which, by all indications, is the most fruitful maintenance of agricultural productivity, in the tropics more specifically.

Key words: soil fauna, soil ecology, functional groups.

INTRODUÇÃO

A qualidade do solo, bem como os níveis de fertilidade e a produtividade do mesmo nas atividades agrícolas, depende amplamente da quantidade e da qualidade da matéria orgânica do solo (MOS), que por sua vez é definida pela atividade dos organismos que vivem no sistema solo (Silva et al. 1999). Os organismos também atuam na física do solo promovendo aeração através de sua locomoção, tal aeração promove uma maior circulação de ar e água tornando o solo mais bem drenado e evitando a compactação e erosão. (Silva et al. 1999). Na gênese do solo os organismos atuam promovendo processos de translocação da matéria orgânica do horizonte superficial para as camadas inferiores ou no deslocamento de material mineral dos horizontes subsuperficiais para a camada superficial do solo, e a intensidade da atividade dos organismos bem como o tamanho destes pode acarretar bioturbações que ocasionem variações significativas na heterogeneização espacial ou vertical dos nutrientes do solo (Van Breemen e Buurman, 2002).

Desde o princípio da civilização do século I ao X, a concepção de solo fértil se baseava na integração das fases biológica, física e química do solo, em contínua renovação condicionada pelo manejo adequado, ou seja, a capacidade natural de resiliência do solo, frente aos processos de modificação dos cultivos agrícolas (DENARDIN et al., 2013). Já entre os séculos XI e XIII, a fertilidade do solo passou a ser ainda mais focada na MOS, através da consolidação de uma concepção que o autor supracitado chama de teoria *humista* da fertilidade do solo, esta parte do pressuposto de que o teor de húmus no solo é o mais importante indicador de sua qualidade. Ainda segundo esse autor, a partir do século XIX até os dias de hoje, a concepção de fertilidade de solo e nutrição de plantas se encontra mais focada no princípio da restituição e na teoria mineralista.

Por traz da forma de pensar a fertilidade e a qualidade do solo, das concepções empiristas dos produtores, até a consolidação destas no campo da ciência do solo, têm-se um direcionamento de pesquisas nas universidades, programas de pós-graduação e políticas públicas que são voltadas ao setor agrícola, onde a prioridade é adequar o solo às demandas nutricionais exigidas pelo setor produtivo. Tendo-se então a tendência da substituição da prática de conservação biológica do solo pelo manejo mecanizado e padronizado, que facilita a homogeneização e manipulação dos nutrientes no solo, de acordo com a produtividade esperada, no entanto, há o comprometimento do equilíbrio dinâmico do sistema ecológico ao qual o solo pertence no contexto geossistêmico (Gonçalves e Silva, 2018, Gonçalves, 2019).

Importantes contribuições foram dadas a conservação de solos a partir da implantação de diversos sistemas de manejo conservacionista em propriedades de diferentes tamanhos e em diferentes contextos globais e regionais (Primavesi, 2002).

No Brasil podemos citar os sistemas de plantio direto, cultivo mínimo, rotação de culturas, integração lavoura-pecuária-floresta, agroecologia, plantio na palha, adubação verde, cultivo em aléias, plantio rotacionado, fixação biológica de nitrogênio, adubação orgânica como exemplos de manejo conservacionista (Gonçalves e Silva, 2018). Embora seja pertinente destacar que cada um desses sistemas contribui de forma muito diferente para uma agricultura de fato sustentável, e que de uma forma geral nenhum deles consegue quebrar o paradigma de uma agricultura mais focada na teoria mineralista do que nos pressupostos da teoria humista da fertilidade do solo.

Apesar de suas limitações no contexto de uma proposta de agricultura sustentável qualquer que seja o conceito de sustentabilidade, esses sistemas de manejo tem em comum o enfoque no maior aporte e no manejo da matéria orgânica, deixando claro que esta tem sido o principal pilar da busca por uma agricultura mais sustentável no Brasil e conseqüentemente que a construção de um novo paradigma para a agricultura

conservacionista perpassa pelo entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo nos trópicos bem como pela atividade dos organismos que nele vivem.

Considerando que os aspectos biológicos do solo foram negligenciados historicamente, isso em muito influenciou no estudo dos organismos que vivem no solo. A evidência está no fato de que o mais amplo conhecimento acerca da fauna do solo ainda se faz com tratamento taxonômico desses organismos, em sua grande maioria, no nível de família, que é o mais amplo nível hierárquico da sistemática animal (GIRACCA et al., 2003; ZILLI et al., 2003; MOÇO et al., 2005; ANTONIOLLI et al., 2006; BARETTA et al., 2008; ROVEDDER et al., 2009; VAZ DE MELO et al., 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão dos principais componentes da fauna edáfica, suas características ecológicas no ecossistema solo e influências na manutenção da matéria orgânica no solo, defendendo a hipótese de que retornar aos pressupostos da teoria humista da fertilidade natural do solo, integrando-a na medida do possível ao contexto atual da agricultura brasileira é o melhor caminho na implantação de um modelo nacional de agricultura conservacionista no país.

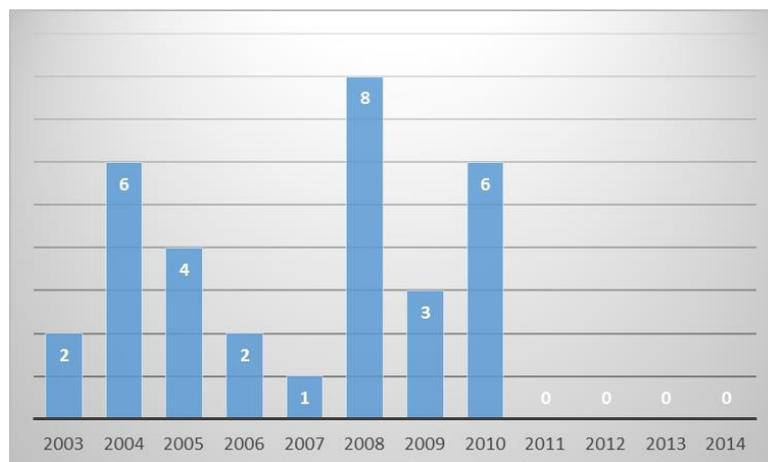
Esse artigo é resultado de leituras, debates, seminários e discussões nas aulas da disciplina de Matéria Orgânica do Solo no Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal na Universidade Federal de Minas Gerais. A metodologia foi de revisão bibliográfica, mas no contexto mais de uma leitura crítica do que de um levantamento bibliométrico, já que não era o objetivo da pesquisa levantar o estado da arte da pesquisa em MOS nesse trabalho. Buscou-se, portanto aprofundar na leitura sobre os diversos sistemas de manejo agrícola que têm sido adotados pela agricultura conservacionista nas últimas três décadas, tentar entender as contribuições e limitações de cada um deles para a manutenção do equilíbrio ecológico no solo.

DESENVOLVIMENTO

Ecologicamente, o solo pode ser entendido como um ecossistema, pois abriga diversas populações e comunidades de indivíduos que formam várias teias tróficas e nichos de sobrevivência (MOÇO et al, 2005; MOREIRA et al, 2013). O ecossistema solo é amplamente divulgado como sendo um dos mais ricos ecossistemas do mundo, todavia, apesar de reconhecida essa grande complexidade ecossistêmica do solo, pouco se conhece acerca de suas interações (GONÇALVES E SILVA, 2018). Todos esses fatores combinados, por sua vez, levam a um grande desconhecimento dessa fauna edáfica e suas interações ecológicas, isso em se comparando com o nível de conhecimento existente e disponível sobre outros aspectos do solo (GIRACCA et al., 2003; ZILLI et al., 2003; MOÇO et al., 2005; ANTONIOLLI et al., 2006; BARETTA et al., 2008; ROVEDDER et al., 2009; VAZ DE MELO et al., 2009, GONÇALVES E SILVA, 2018).

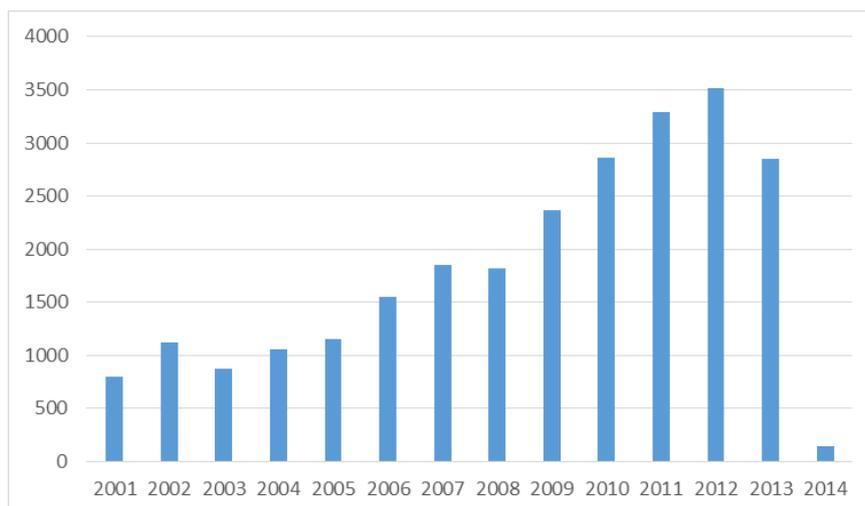
Entretanto, não se sabe exatamente quanto há de conhecimento existente e disponível acerca desses organismos do solo (Fig.1 e 2), principalmente para os produtores rurais que são os sujeitos principais da agricultura e que, portanto deveriam receber mais atenção nos objetivos específicos das pesquisas em ciências agrárias. Desse modo, faz-se necessário um levantamento do estado da arte em estudos de organismos do solo, para que se possa conhecer exatamente quanto dessa fauna está descrita na literatura e qual a porcentagem aproximada de organismos que ainda precisam ser descritos. Além disso, os processos ecológicos que envolvem a história de vida e comportamento desses organismos precisam ser entendidos, para se ter as bases de como manejá-los em sistemas produtivos (GONÇALVES E SILVA, 2018).

Figura 1. Quantidade de publicações na Revista Brasileira de Ciência do Solo sobre interações ecológicas no ambiente edáfico na área de Biologia do Solo entre 2003 e 2014.



Fonte: Gonçalves e Silva, 2018.

Figura 2. Publicações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária sobre interações ecológicas no solo entre 2001 e 2014.



Fonte: Gonçalves e Silva, 2018.

Os organismos desempenham importância singular na manutenção da MOS, pois atuam na mineralização e decomposição dos complexos degradáveis disponíveis no ecossistema solo (VAZ-DE-MELO et al, 2009). Os estudos existentes sobre a fauna do solo se concentram, principalmente, em quantificar e caracterizar os organismos presentes na fauna edáfica. Isto acontece porque o tratamento taxonômico deve, naturalmente, preceder os estudos sobre os processos ecológicos e as interações que envolvem esses organismos.

Nos estudos existentes, de acordo com Vaz-de-Melo (2009), esses organismos são geralmente classificados de acordo com seu tamanho corporal, que se relaciona ao trato digestivo desses organismos, além de outros aspectos como mobilidade, hábitos alimentares e características funcionais. Os critérios mais utilizados na classificação da fauna do solo são o diâmetro e o comprimento do animal (Moço et al, 2005).

Os organismos do solo são distribuídos conforme suas classes de classificação em mega, macro, meso e microfauna (Fig.4), destas as classes de macro e meso são provavelmente as mais extensas no que se refere ao tamanho da lista de táxons conhecida em função da maior facilidade na identificação e amostragem desses organismos, geralmente visíveis a olho nu.

Para alguns grupos de organismos já existe um conhecimento taxonômico, existente em nível de gêneros, mas sobre as espécies as informações específicas dos organismos do solo são escassas, inclusive para a macro e meso fauna, de modo que no processo de busca científica de trabalhos para a condução dessa pesquisa, foi insignificante o quantitativo de publicações encontradas sobre esses grupos.

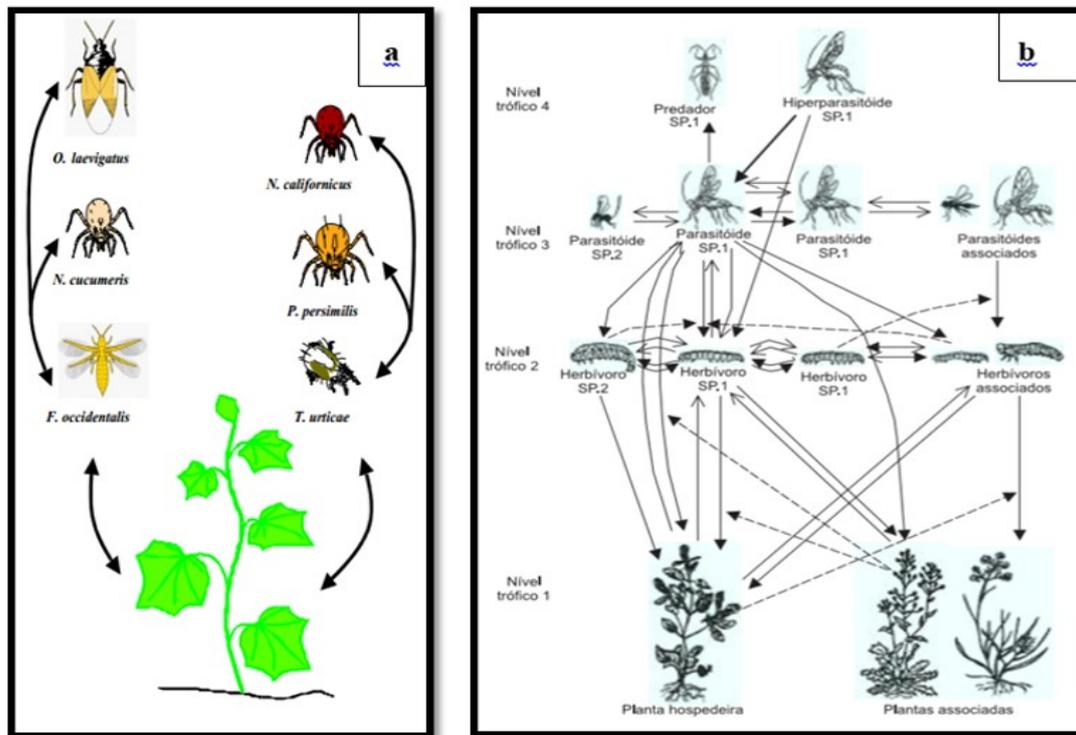
Os organismos do solo incluem uma diversidade enorme de formas distintas em termos de comportamento funcional, fisiologia, morfologia além das interações diferentes que são em grande parte desconhecidas devido aos problemas taxonômicos em relação

aos organismos. Esses organismos respondem de maneiras distintas a depender do tipo de manejo adotado para o solo, especialmente no manejo da MOS.

A biologia do solo é, provavelmente, o aspecto mais fortemente influenciado pela conversão de habitats naturais em ambientes agrícolas, isto porque os organismos são o componente do solo mais sensível a quaisquer mudanças no ecossistema (Rovedder et al, 2009; Peixoto, 2008).

Desse modo, a conversão do solo de ecossistema natural para um sistema agrícola, sobretudo, com o modo de produção convencional tende a simplificar a dinâmica das interações entre os organismos, eliminando as interações ecológicas que ocorrem em forma de teias e, substituindo-as por um sistema linear de interações entre os organismos (Fig.3). Nestas condições são perdidas várias interações que atuam no equilíbrio do controle populacional, entre organismos de diferentes espécies, tornando o solo mais vulnerável ao ataque de pragas e patógenos (GONÇALVES, 2015).

Fig.3: Sistemas de organizações tróficas com diferentes níveis de complexidade em função da diversidade de organismos no solo.



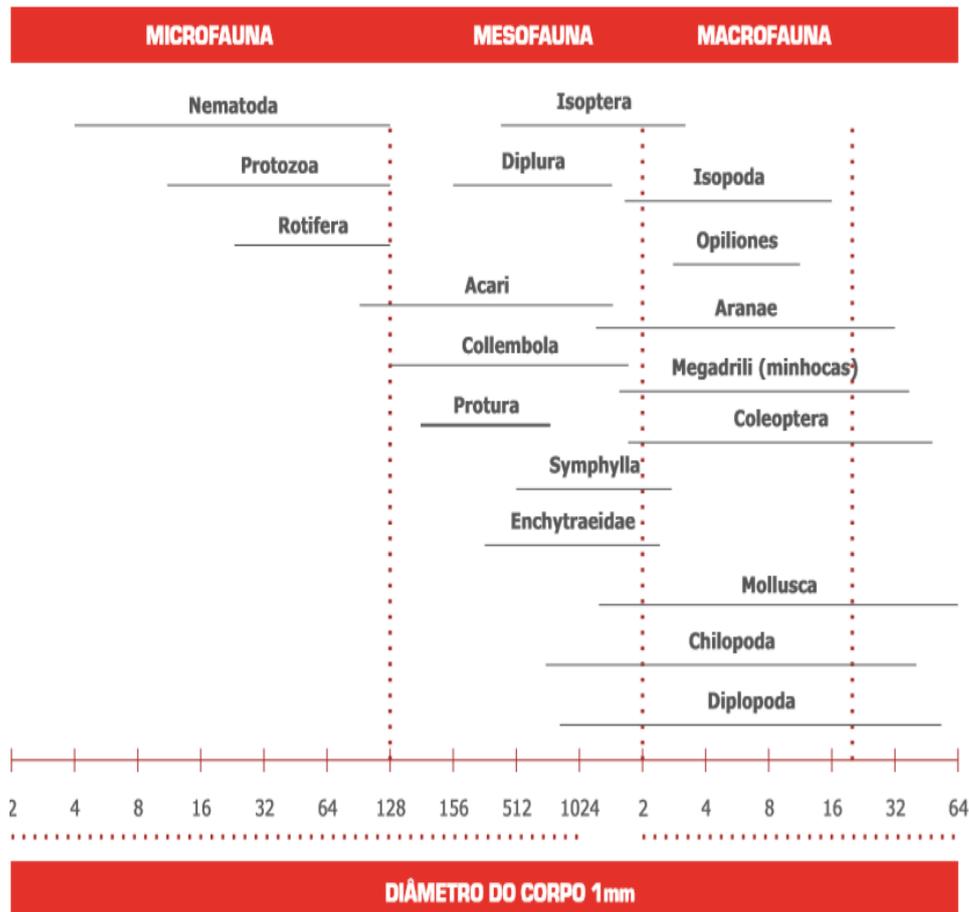
Fonte: a (VENZON et al, 2001), b (AGUIAR & MENEZES, 2005).

Dentre esses problemas taxonômicos é possível citar: nem sempre é possível definir se determinados indivíduos coletados em locais distintos são de diferentes espécies ou apenas variação morfológica dentro de uma mesma espécie; a qual família ou gênero uma determinada espécie nova pertence, pois em alguns casos a morfologia se aproxima de mais de um grupo, e nem sempre se dispõe de metodologias que possam comprovar essa proximidade evolutiva a partir de técnicas moleculares.

Além disso, os sistemas de classificação nem sempre atendem as especificidades de cada grupo e estão em constante modificação ao passo que boa parte dos pesquisadores não utilizam a mesma versão do sistema para classificarem os organismos coletados; os nomes populares que são muito úteis para ajudar no processo de identificação em campo não existem para alguns grupos sobretudo os não visíveis a olho nu, o que dificulta inclusive o processo de transferência de conhecimentos para os produtores rurais acerca da importância desses organismos para a qualidade do solo e a manutenção da matéria orgânica no solo.

Os organismos que compõem o mais alto nível hierárquico da cadeia trófica da fauna edáfica, são incluídos na macrofauna do solo. Todavia apesar de serem estes os maiores organismos que vivem no solo, existe certa confusão na definição científica de como caracterizar e definir os organismos que compõem a megafauna edáfica, provavelmente porque a denominação mega confunde os pesquisadores de um modo geral que tendem a associarem-nos aos componentes da fauna terrestre que não possuem seu ciclo de vida diretamente associado a MOS.

Fig.4: Esquema da classificação da fauna do solo por classes de tamanho e principais grupos taxonômicos.



Fonte: Vaz-de Melo et al. 2009.

Dentre os organismos do solo, alguns são mais estudados nos trabalhos científicos, porque possuem maior importância para as atividades humanas, principalmente com relação às questões econômicas, como, por exemplo, os cupins (*Isoptera*). Os organismos desta ordem são muito visados, por suas associações com as plantas lenhosas e os danos causados na agricultura especialmente no setor silvicultural.

Além disto, são bons indicadores de alguns parâmetros físico-químicos do solo como o pH e, alguns estudos demonstram a importância dos cupins na formação de paleosolos (SILVA, 2011). As formigas (*Hymenoptera*) também são muito estudadas, devido sua importância como bioindicadoras de qualidade ambiental e, por estarem entre os grupos de organismos mais diversos no planeta (IEF, 2010/2011). Os besouros Rola-Bosta (*Coleoptera*) são também relativamente bem estudados, provavelmente por sua ampla ocorrência geográfica, e comportamento de transporte de excretas fecais (Cordeiro, 2013).

As minhocas são um capítulo à parte na ciência do solo, de um modo geral, e principalmente nos estudos de MOS, atuando através do incremento de nutrientes por meio das excretas ao liberar seus coprólitos no solo altamente ricos em minerais orgânicos e que se tornam rapidamente disponíveis as plantas, além da sua influência no processo de gênese e formação de solos por meio da bioturbação que pode promover a translocação de argila e conseqüentemente a inversão de horizontes, ocasionando horizontes enterrados ou com a iluviação e eluviação de matéria orgânica (Van Breemen e Buurman, 2002).

Todos esses organismos: cupins, formigas, rola-bostas, aranhas, opiliões, caracóis, centopeias, escorpiões e minhocas atuam em apenas um nível trófico da fauna edáfica, a macrofauna (Vaz-de-Melo et al, 2009) (Figura 3). Esses animais são importantes porque são os iniciantes no processo de degradação da matéria orgânica, quando esta está ainda no início da decomposição, e, portanto inacessível aos organismos da meso e micro fauna, que por terem tamanho menor, bem como comportamentos ecológicos e atividades biológicas incompatíveis com a característica do material ainda não decomposto, dependem da macrofauna para a disponibilização desse material orgânico, que uma vez decomposto pela macro fauna torna-se disponível para a meso fauna e após ser degradado por esta passa a estar disponível para a micro fauna, que atua na fase final do processo de degradação da matéria orgânica do solo, a complexidade

dessas interações define a qualidade da matéria orgânica a ser formada bem como as taxas de degradabilidade da mesma.

Além disso, a macro fauna atua na mediação das interações entre o que acontece abaixo e acima do solo, sendo um elo que liga o ecossistema edáfico ao ecossistema superficial, cumprindo funções importantes como a atratividade aos animais que se alimentam da macro fauna edáfica como os pássaros, que por sua vez ao buscarem alimentos na MOS acabam trazendo sementes e depositando no banco de sementes do solo, o que pode ser apreciável em ecossistemas florestais, mas talvez nem tanto em sistemas de cultivo agrícola já que muitas dessas sementes são de plantas daninhas.

Fig.5: Principais grupos taxonômicos e funcionais da macrofauna edáfica.

Macrofauna	
Formigas (Formicidae)	Predador, Detritívoro, Onívoro, Fitófago, Fungívoro
Besouros (Coleoptera)	Predador, Detritívoro, Onívoro, Fitófago, Rizófago
Carabidae	
Elateridae	
Scarabidae	
Staphylinidae	
Tenebrionidae	
Minhocas (Megadrilos)	Geófago, Detritívoro
Glossoscolecidae	
Opiliões (Opiliones)	Predador
Myriapoda	
Centopéias (Chilopoda)	Predador
Piolhos-de-cobra (Diplopoda)	Detritívoro, Fitófago
Escorpiões (Scorpionida)	Predador
Caracóis (Gastropoda)	Detritívoro, Fitófago
Aranhas (Aranae)	Predador
Cupins (Isoptera)	Detritívoro, Fungívoro, Fitófago, Rizófago, Humívoro, Xilófago
Onicóforos (Onychophora)	Predador

Fonte: Vaz-de Melo et al. 2009.

Para o estudo da mesofauna do solo (Fig.6), podemos citar os grupos *Acari* e *Collembola* como espécies geralmente dominantes em riqueza e diversidade (Vaz-de-Melo et al, 2009), os ácaros por exemplo possuem mais de mil espécies conhecidas somente no Brasil (Vaz-de-Melo et al, 2009). Esses dois grupos são destacados por controlarem, por meio de interações tróficas, as populações de outros organismos da microfauna do solo (Gonçalves, 2015). Os ácaros no ecossistema solo, geralmente, agem como predadores, enquanto os colêmbolos são detritívoros (Moreira e Siqueira, 2006; Vaz-de Melo et al. 2009).

Se os organismos da macro fauna intermediam interações entre o sistema ecológico abaixo e acima do solo, a meso fauna por sua vez é um elo de ligação entre os organismos da macro e da micro fauna, pois são predados por uma e predadores da outra. De modo que sem esses organismos o tempo de degradação e a qualidade da MOS fica comprometida, podendo influenciar na química do solo, pois as complexações de compostos da MOS depende das diferentes formas com que cada um desses grupos de organismos atuam durante o processo de degradação da MOS.

Fig.6: Organismos componentes da Mesofauna do solo.

CATEGORIAS DA FAUNA/TAMANHO NOMES COMUNS (CIENTÍFICOS)	N.º. ESPÉCIES ¹		FUNÇÕES ECOLÓGICAS
	BRASIL	MUNDO	
Mesofauna			
Diplura	NA	659	Predador
Ácaros (Acari)	1,500	45,000	Predador, Hematófago, Detritívoro
Enquiteídeos (Enchytraeidae)	37	800	Detritívoro, Fungívoro
Pseudo-escorpiões (Pseudoscorpionida)	>100 ²	3,235	Predador
Colêmbolos (Collembola)	199	7,500	Detritívoro, Fungívoro
Symphyla	NA	200	Predador



Fonte: Vaz-de Melo et al. 2009.

A microfauna do solo também é composta por protozoários, nematóides, rotíferos, pequenos indivíduos dos grupos *Collembola*, *Acari* e outros, cujo diâmetro varia de 4 a 100 µm (Fonte: Vaz-de Melo et al. 2009). A atuação dos organismos da microfauna é diretamente dependente das interações com a macro e meso fauna edáfica, uma vez que os componentes da microfauna somente conseguem ter acesso ao material orgânico após ter sido decomposto pela macro e meso fauna (MOREIRA E SIQUEIRA, 2006). A microfauna atua no balanço do equilíbrio nutricional immobilizando temporariamente alguns nutrientes como C, N, P, K, Ca, Mg e S do solo tornando-os disponíveis novamente após a morte e decomposição desses pequenos animais de ciclo de vida geralmente curto, isso ocorre dentro de um equilíbrio dinâmico em condições ecológicas naturais ou dentro de um manejo correto do sistema produtivo (MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

A microfauna é o componente mais importante para a química do solo, pois atua no processo de finalização e reinício da ciclagem biogeoquímica tanto dos compostos da MOS quanto influenciado também de forma direta e indireta nos elementos inorgânicos do solo, exsudando compostos, quebrando ligações moleculares, sintetizando moléculas, fixando nutrientes dentre outras interações tcomplexas ainda desconhecidas.

Desse modo, em qualquer um dos níveis hierárquicos da fauna edáfica que houver desequilíbrios biológicos que afetem os organismos do solo há uma possível tendência de que isso gere uma reação em cascata no sistema trófico da comunidade de organismos do solo, onde um grupo influencia no outro ocasionando grandes prejuízos econômicos que podem ocorrer como a explosão demográfica de populações de pragas, ou mesmo de organismos que não sejam necessariamente uma praga, mas que possam afetar a estrutura do solo de forma indesejada (GONÇALVES, 2015; MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

Apesar de ser a biologia do solo um dos principais agentes da manutenção da qualidade do solo, há também outras áreas da ciência do solo em que esses organismos possuem uma grande importância potencial, pois apesar de serem organismos biológicos estes não atuam somente na biologia do solo através de suas interações, mas atuam também na físico-química através da taxa de decomposição da MO. E todos estes organismos atuando juntos e em equilíbrio dinâmico, macro, meso e microfauna são a garantia de um solo biologicamente saudável e pronto para a implantação de um sistema de cultivo conservacionista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto histórico atual onde estamos felizmente numa busca cada vez maior de recuperar solos degradados, uso eficiente de solos já produtivos e conservação de recursos naturais, além de intensa preocupação com o manejo do uso da terra nas regiões

tropicais, não é mais possível continuar num caminho de negligenciamento dos aspectos da biologia do solo, das interações ecológicas entre plantas, animais, fungos e bactérias. Precisamos conhecer melhor o solo, saber quem vive nele, como vive, porque e a que custo esses organismos se adaptaram a viver nesse ecossistema. Entender melhor sobre a quantidade e a qualidade necessária de matéria orgânica para manutenção do equilíbrio biológico do solo. Demandas para pesquisas são muitas, que a ciência possa devolver ao solo o valor biológico de sua dinâmica natural que foi substituída pelas transgressões de nosso intuito mecanicista de transformá-lo em dinheiro de maneira rápida, impactante e desequilibrada a fim de atender as nossas demandas consumistas e insustentáveis no tempo e no espaço. A história da agricultura nos leva a concluir que voltar aos preceitos da teoria humista é um bom caminho, o que não significa necessariamente abandonar o que aprendemos com a teoria mineralista da fertilidade solo ao longo dos anos, mas que a ancestralidade traz muito aprendizado.

REFERÊNCIAS:

- AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. **Bases Ecológicas das Interações entre Insetos e Plantas no Manejo Ecológico de Pragas Agrícolas**. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica Sustentável. Brasília, DF; Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 323-339.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. **Método alternativo para estudar a fauna do solo**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 16, n. 4, p.407-417, 2006.
- 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**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, n. especial, p.2694- 700, 2008.
- CORDEIRO, L. S. **Influência de características ambientais sobre a comunidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em Florestas Tropicais Secas**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, 2013.
- DENARDIN, J. E. **A agricultura conservacionista e o plantio direto**. Embrapa Trigo, 2007.
- DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; DENARDIN, N. D.; KOCHHANN, R. A. **Fertilidade do solo: conhecimentos, aplicações, interfaces e desafios**. Anais do II Simpósio Mineiro de Ciência do Solo, Viçosa, 2013.
- GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. **Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia de Arroio Lino, Agudo/RS**. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 9, n. 3, p.257-261, 2003.

GONÇALVES, T.S. **Interações ecológicas e evolutivas entre: plantas, herbívoros e seus inimigos naturais.** Agropecuária Científica no Semiárido, v.03, n.03, p.01-09, 2015.

GONÇALVES, Thamyres Sabrina. **O estado da arte em ecologia do solo.** Holos Environment, v. 19, n. 1, p. 70-82, 2019.

GONÇALVES, T.S.; SILVA, A.C. **Em busca do estado da arte na geração de conhecimentos geossistêmicos para a ciência do solo.** Revista Cultura Agronômica. Ilha Solteira, v.27, n.2, p.205-216, 2018.

IEF – Instituto Estadual de Florestas. **Formigas arbóreas e de serapilheira.** Boletim Técnico Científico da Diretoria de Biodiversidade do IEF. V.3, n.5, 2010/2011.

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

MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STURMER, S. L. **O ecossistema solo – componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal.** 1ª Ed. UFLA, Lavras, 2013.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. 2006. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2ª Edição. Editora da Universidade Federal de Lavras. 729p.

PEIXOTO, M.F.S.P. **Atributos físicos, químicos e biológicos como indicadores da qualidade do solo.** Aula nº da disciplina Biologia do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2008.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** NBL Editora, 2002.

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. Revista Ciência Rural, v.39, n.4, 2009.

SILVA, A.C.; VIDAL-TORRADO, P. ABREU-JUNIOR, J.S. **Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo.** Revista da Universidade Federal de Alfenas. 5:21-26,1999.

SILVA, M. L. **Paleossolos e Estudos Ambientais Quaternários: Discussão Teórica e Possibilidades de Aplicação.** Revista Brasileira de Geografia Física, vol.4, n.1, 2011.

VAZ-DE-MELO, F.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.C.; LUIZÃO, F.J.; MORAIS, J.W.; ZANETTI, R. **A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores.** Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Seção de Biologia do Solo, 2009.

VENZON, M.; PALLINI, A.; JANSSEN, A. **Interactions Mediated by Predators in Arthropod Food Webs.** Neotropical Entomolgy n.30, vol.1, 2001.

ZILLI, J. E; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. **Diversidade microbiana como indicador de qualidade de solo.** Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 20, n. 3, p.391-411, 2003.