

BIODIVERSIDADE DO SOLO – INVERTEBRADOS

Enquadramento

O solo forma uma manta fina sobre a superfície da Terra e atua como a interface entre a atmosfera e a litosfera, a camada mais externa da Terra.

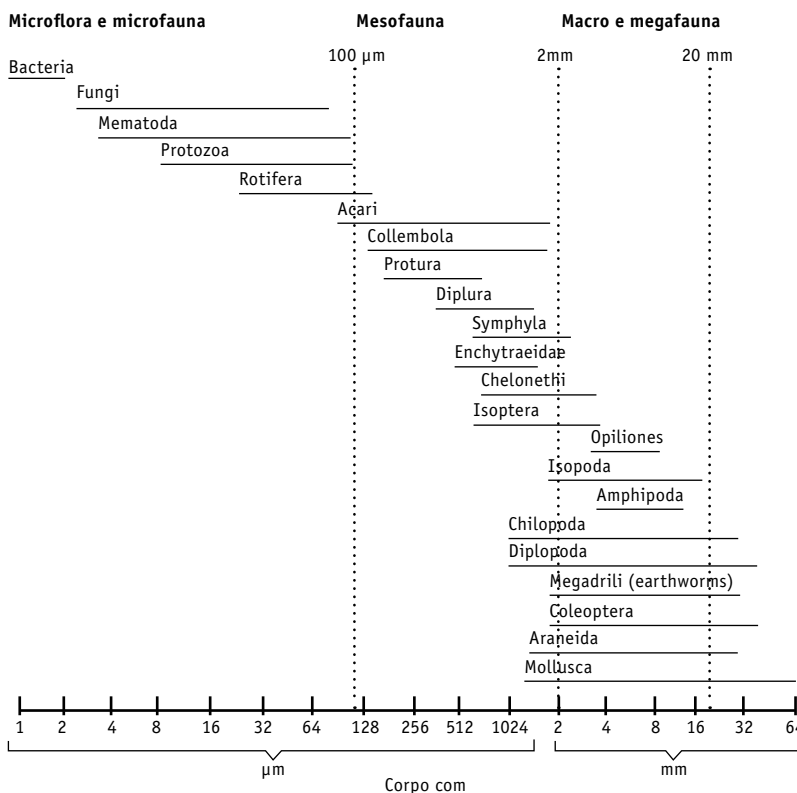
É um sistema multifásico, constituído por material mineral, raízes de plantas, água e gases e matéria orgânica em vários estágios de degradação. O solo também fornece um meio no qual uma espantosa variedade de organismos vive. Estes organismos não só utilizam o solo como *habitat* e fonte de energia, mas também contribuem para a sua formação, influenciando fortemente as propriedades químicas e físicas do solo e da natureza da vegetação que cresce sobre ele. De facto, tal como a vegetação, os organismos do solo fazem parte dos cinco contribuidores para a formação do solo: material de origem, clima, organismos vivos, relevo/topografia e o tempo.

A vasta gama de microrganismos e animais constituem a cadeia alimentar do solo. A fauna do solo é caracterizada como um “superorganismo” que assume uma importância crucial devido aos processos físico-químicos e biológicos em que estão envolvidos. Estes organismos desempenham um papel essencial nas funções do solo pelo que estão envolvidos em vários processos como a decomposição da matéria orgânica, a formação de húmus e reciclagem de nutrientes de muitos elementos (azoto, enxofre, carbono). Afeta também a porosidade do solo e a sua oxigenação assim como a infiltração e distribuição da matéria orgânica pelas diferentes camadas do solo.

Os serviços de ecossistema fornecidos pela fauna do solo são os argumentos principais para a conservação da biodiversidade edáfica. A decomposição da matéria orgânica pelos organismos do solo é crucial para o funcionamento de um ecossistema devido ao seu papel imprescindível para o crescimento das plantas e produção primária.

Os mais variados e abundantes organismos da cadeia alimentar do solo são os microrganismos – as bactérias e os fungos – mas também existem muitas espécies de animais de diversos tamanhos que habitam o solo, incluindo a microfauna (tamanho < 0.1 mm; ex: protozoários e nematodes), a mesofauna (tamanho 0.1 mm – 2.0 mm; ex: microartrópodes e enquitreídeos), e a macrofauna (tamanho > 2 mm; ex: minhocas, térmitas e milípedes) – ver figura 1.

Figura 1 - Classificação dos organismos do solo baseado no seu tamanho corporal (adaptado de Bardgett, 2005).



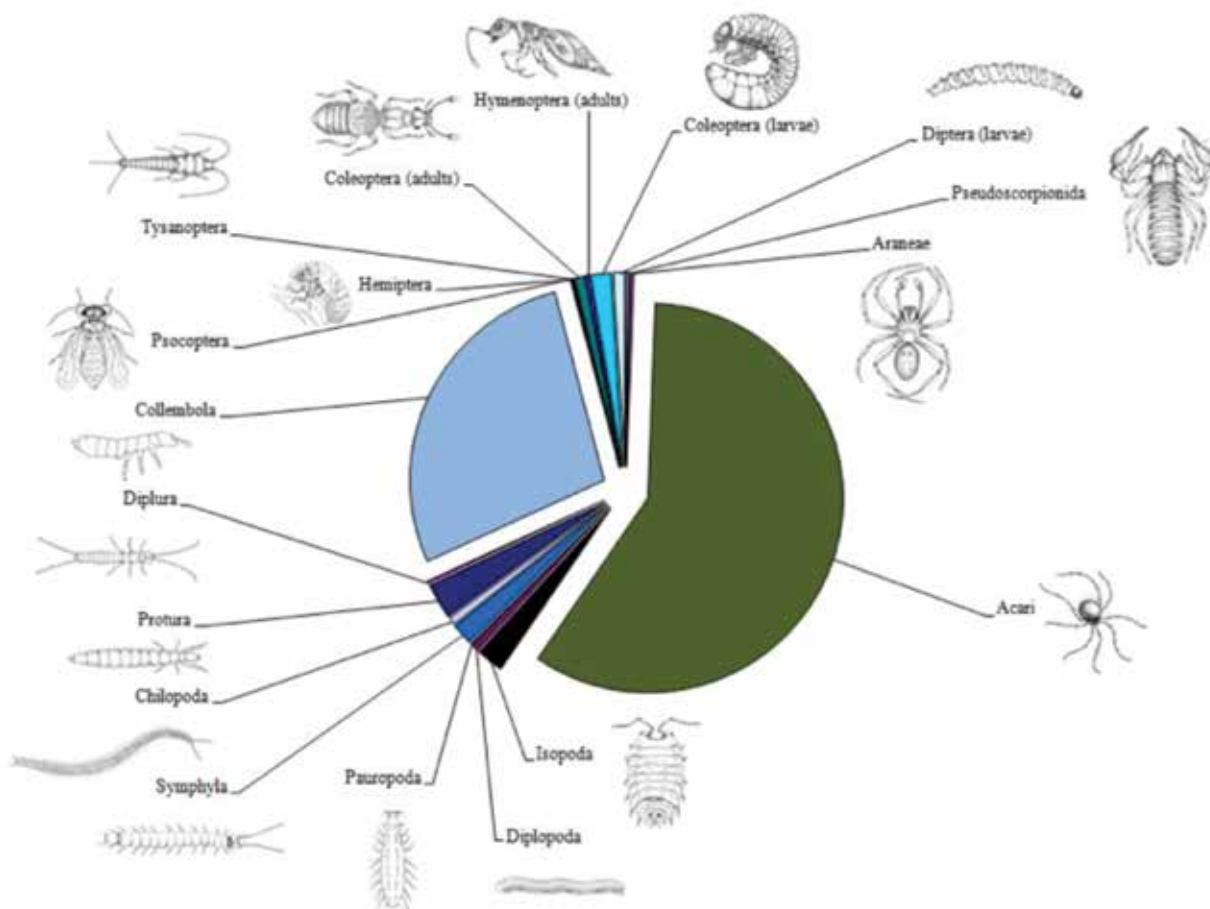
Existem protocolos experimentais específicos de amostragem e recolha para diferentes grupos de organismos. A meso e a macrofauna são relativamente fáceis de extrair e observar, apresentando ainda uma diversidade razoável para permitir efetuar estudos comparativos. Dentro dessas categorias, os artrópodes são os animais mais abundantes, para além de apresentarem muitas adaptações anatómicas para a vida no interior do substrato sólido - figura 2.

Os artrópodes são animais invertebrados que possuem partes do corpo articuladas e rígidas. Neste diversificado grupo de animais, estão compreendidos insetos, aracnídeos (aranhas, ácaros e escorpiões), crustáceos (lagostas, caranguejo, etc). Milípedes e centípedes.

Muitos artrópodes desempenham um papel importante nas comunidades do solo. Alguns consomem diretamente detritos, designando-se por detritívoros, enquanto outros são carnívoros de nível superior que podem controlar indiretamente a decomposição devido aos seus efeitos nos níveis inferiores da cadeia alimentar.

Os artrópodes do solo afetam também as taxas de decomposição, oxigenação do solo, mineralização de nutrientes, a produção primária, e outros serviços relacionados com o funcionamento do ecossistema e conservação do solo. É também importante acrescentar que é reconhecido o papel destes organismos na mediação e interações entre as plantas do solo garantindo a fertilidade do solo necessária para a manutenção da vida das plantas. Sendo os invertebrados muitas vezes presas para vertebrados, como por exemplo aves e mamíferos, estes apresentam um papel fundamental na cadeia alimentar que incluem estes animais. Um solo rico, associado a um ecossistema florestal maduro, apresenta uma comunidade rica em espécies de microartrópodes; um solo pobre, suportará um menor número de espécies. Ou seja, a avaliação da fauna de solo permite inferir sobre a qualidade do meio e da comunidade vegetal que sobre este cresce.

Figura 2 - Comunidade de microartrópodes do solo numa floresta de faia (Menta, 2012).



A maior parte da macrofauna do solo não é fácil de observar pois, além de pequenos, os organismos evitam a luz e rapidamente se enterram quando o solo é perturbado. A tendência para evitar a luz pode ser usada para remover os organismos do solo e assim poder identifica-los e contá-los. Com uma lâmpada, uma rede e um funil improvisado é fácil construir um aparelho para esse efeito, designado por funil de Berlese, que permitirá realizar estudos simples e observar a variedade de organismos que aí habitam. A fonte de luz que tradicionalmente se usa é uma lâmpada incandescente de baixa potência (25/30W), para que o calor produzido por esta não seque demasiado o solo antes que os organismos o abandonem. As modernas lâmpadas LED proporcionam uma luz de maior intensidade produzindo muito pouco calor, o que permite acelerar o processo de extração sem danificar os organismos.

Objetivos:

- Distinguir diferentes tipos de organismos presentes no solo;
- Descrever a importância dos organismos do solo e o papel que representam nesses ecossistemas;
- Utilizar um método de amostragem de organismos do solo;
- Comparar a biodiversidade entre diferentes solos.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL**Material:**

Para a construção do funil:

- Garrafas de plástico de 1.5l ou 2l usadas;
- Rede de metal ou de plástico com 2 mm de malha;
- Tesoura;
- Lâmpada LED, equivalente a uma potência de 25-30W.

Para a recolha das amostras:

- Espátula;
- Régua;
- Sacos de plástico (de preferência com zip).

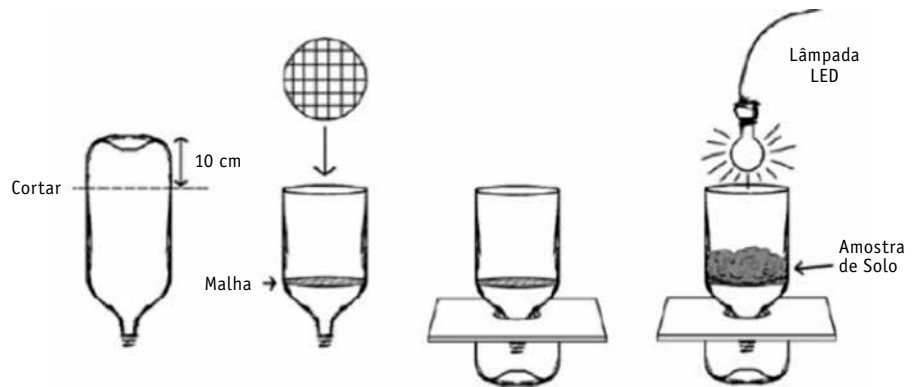
Para a triagem das amostras:

- Tabuleiro;
- Pinças de pontas finas;
- Pequenas pipetas ou conta-gotas;
- Pincéis nº 3 e 8;
- Placas de Petri;
- Lupa de cabeça;
- Lupa binocular;
- Anticongelante automóvel;
- Óleo alimentar;
- Frascos com tampa (ex: frascos de compota);
- Frascos pequenos.

Procedimento:













1. Construir os funis de Berlese antes da recolha das amostras de solo. Usando uma vulgar garrafa de água de 1,5l, seguir as instruções da Figura 3. Ter em atenção que o fundo cortado irá ser usado como recipiente de recolha dos organismos que caem da rede. Vão ser necessários 4 funis por amostra de solo.









Figura 3 - Representação esquemática da construção do Funil de Berlese.



2. No local escolhido para a amostragem, remover toda a manta morta numa superfície aproximada de 25cm x 25cm. De seguida, usar a espátula para retirar 5cm de solo. Cortar a amostra primeiro pelos lados, depois pelo fundo. Destacar a amostra cuidadosamente com a espátula.
3. Colocar a manta morta e a amostra de solo em sacos de plástico separados, tendo o cuidado de não o desagregar. Identificar os sacos com um código que os diferencie dos restantes (caso se recolha mais do que uma amostra), local e dia de recolha.
4. Na sala de aula, preparar os funis para operar, introduzindo uma pequena porção de líquido anticongelante na base de recolha de dois deles e pequenos pedaços de papel ou cartão nos outros dois.
5. Retirar as amostras dos sacos e colocar nos Funis de Berlese, distribuindo o conteúdo de cada saco por dois funis devidamente identificados (para cada saco, metade vai para um funil com anticongelante e a outra metade para um funil com papel ou cartão na base de recolha). Desagregar quaisquer torrões presentes de modo a que os artrópodes possam sair da amostra. Remover todos os animais de maiores dimensões que sejam observados, como bichos da conta ou minhocas, colocando-as em frascos separados. Caso não haja tempo para lidar de imediato com estes, os frascos podem ser colocados no frigorífico. Se os animais forem muito ativos, a passagem pelo frigorífico contribui também para os acalmar, o que facilita a observação posterior.
6. Ligar a lâmpada e deixar em extração durante 24h (ajustar o tempo se se verificar necessário).
7. Após o tempo estabelecido no ponto 6, verter o conteúdo da base dos funis com papel ou cartão para um tabuleiro e observar o que foi recolhido. Convém ter uma pequena camada de água a cobrir o fundo do tabuleiro, para facilitar a manipulação dos organismos. Nesta operação, deve ser usada uma lupa de cabeça, pois os organismos são muito pequenos e não são facilmente visíveis a olho nu. Com auxílio de pinças de pontas finas e de pincéis, recolher os organismos para pequenos frascos, separando-os de acordo com as categorias da Tabela 1.
8. Para os funis com anticongelante, proceder da seguinte forma:
 - a. Verter o conteúdo da base de recolha para um frasco com tampa
 - b. Adicionar algumas gotas de óleo alimentar de modo a formar uma fina camada
 - c. Fechar o frasco e agitar a mistura. Deixar o frasco repousar durante cerca de dez minutos para que o óleo fique à superfície
 - d. Usar as pipetas, pinças ou pincéis para remover os organismos que ficaram no óleo; coloca-los numa placa de Petri
 - e. Separar os organismos segundo as categorias (Grupos) apresentadas na Tabela 1
9. Para os 4 funis de uma mesma amostra, contar o nº de organismos de cada categoria presentes, registando os resultados na Tabela 1.

TABELA 1 - Principais organismos que habitam o solo

Grupo	Filo	Classe	Características distintivas	N.º de organismos observados	Imagem
Protura (Proturos)	Arthropoda	Entognatha	<ul style="list-style-type: none"> - inferiores a 2mm; - s/ antenas ou olhos; - patas frontais dirigidas para a frente, como se fossem antenas. 		
Isoptera (Térmita)	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - 2 pares de asas membranosas de igual tamanho; - antenas com tamanho semelhante à cabeça. 		
Thysanoptera (tisanópteros)	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - comprimento entre 0,5 a 13 mm; - asas franjadas. 		
Dermaptera (Bicha-cadela)	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - comprimento entre 1cm e 3 cm; - cercos no final do abdômen em forma de pinça. 		
Milípede	Arthropoda	Diplopoda	<ul style="list-style-type: none"> - comprimento superior a 2mm; - corpo cilíndrico composto por inúmeros segmentos. 		
Blattodea (Barata)	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - 3 mm a 10 cm de comprimento; - corpo oval, achatado dorso-ventralmente; - cabeça curta. 		
Psocoptera	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - 1 a 10mm de comprimento; - podem ser ápteros ou alados; - antenas longas filiformes; - 4 asas membranosas (anteriores maiores do que as posteriores). 		
Isópode	Arthropoda	Malacostraca	<ul style="list-style-type: none"> - abdômen curto com os segmentos fundidos; - 1º par de antenas curto; - não possuem carapaça. 		
Centípede	Arthropoda	Chilopoda	<ul style="list-style-type: none"> - possuem um par de antenas, - 12 ou mais pares de pernas locomotoras; - não se enrolam. 		
Colêmbolo	Arthropoda	Entognatha	<ul style="list-style-type: none"> - possui antenas com 4 artículos; - o abdômen possui no máximo 6 segmentos; - inferiores a 8mm. 		
Afídeo	Arthropoda	Insecta	<ul style="list-style-type: none"> - entre 1 a 10 mm, - possuem estiletos; - a grande maioria apresenta cornículas. 		
Gastrópode (Caracol)	Mollusca	Gastrópode	<ul style="list-style-type: none"> - concha espiralada calcária; - 2 pares de tentáculos na cabeça; - os olhos estão localizados na parte superior dos tentáculos maiores. 		

Grupo	Filo	Classe	Características distintivas	N.º de organismos observados	Imagem
Formiga	Arthropoda	Insecta	- 3 pares de patas; - cada perna possui 1 par de garras; - entre 1 mm a 4 cm.		
Heteróptero (percevejos)	Arthropoda	Insecta	- 3 pares de patas; - protórax largo; - asas parcialmente endurecidas.		
Pseudoescorpião	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - inferiores a 7mm; - pedípalpos bem desenvolvidos.		
Opilion	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - fusão entre cefalotórax e abdómen; - não apresentam antenas:		
Aranha	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - corpo dividido em duas partes; - não apresentam antenas.		
Ácaros	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - dimensões muito reduzidas; - corpo dividido em duas partes.		
Sínfilo	Arthropoda	Symphyla	- entre 1 a 8mm; - órgão de Tömösvary bem desenvolvido; - 1 par de tricobótrios (cerdas sensitivas).		
Miriápode	Arthropoda	Paupoda	- dois pares de antenas; - nove pares de pernas; - possuem pseudóculos em cada lado da cabeça.		
Diplura	Arthropoda	Entognatha	- inferiores a 10mm; - s/ olhos ou ocelos; - 1 par de cercos terminais.		




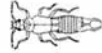
















QUESTÕES:

1. Quantos tipos (Grupos) de organismos diferentes foram observados?
2. Para cada um dos grupos identificados, preencher a tabela 1. Que características morfológicas se podem associar à vida no solo?
3. Quais dos grupos são detritívoros? Quais dos organismos são carnívoros que se alimentam dos organismos detritívoros? (a resposta a esta questão implica alguma pesquisa prévia)
4. O solo estava seco ou molhado quando foi recolhido? Esta diferença de humidade tem efeito no número e tipo de organismos presentes?
5. Qual a diferença na eficiência de recolha dos 2 tipos de copo utilizados?
6. Que diferenças se verificaram entre a fauna associada à manta morta e ao solo propriamente dito?

Sugestão de trabalho: repetir o procedimento indicado, mas recorrendo a solos com cobertura vegetal distinta, tendo sempre o cuidado de separar a manta morta do solo propriamente dito.

ATIVIDADES / SALA DE AULA

TABELA 1 - Principais organismos que habitam o solo

Grupo	Filo	Classe	Características distintivas	Nº de organismos observados	Imagem
Protura (Proturos)	Arthropoda	Entognatha	- inferiores a 2mm; - s/ antenas ou olhos; - patas frontais dirigidas para a frente, como se fossem antenas.		
Isoptera (Térmita)	Arthropoda	Insecta	- 2 pares de asas membranas de igual tamanho; - antenas com tamanho semelhante à cabeça.		
Thysanoptera (tisanópteros)	Arthropoda	Insecta	- comprimento entre 0,5 a 13 mm; - asas franjadas.		
Dermaptera (Bicha-cadela)	Arthropoda	Insecta	- comprimento entre 1cm e 3 cm; - cercos no final do abdômen em forma de pinça.		
Milípede	Arthropoda	Diplopoda	- comprimento superior a 2mm; - corpo cilíndrico composto por inúmeros segmentos.		
Blattodea (Barata)	Arthropoda	Insecta	- 3 mm a 10 cm de comprimento; - corpo oval, achatado dorso-ventralmente; - cabeça curta.		
Psocoptera	Arthropoda	Insecta	- 1 a 10mm de comprimento; - podem ser ápteros ou alados; - antenas longas filiformes; - 4 asas membranas (anteriores maiores do que as posteriores).		
Isópode	Arthropoda	Malacostraca	- abdômen curto com os segmentos fundidos; - 1º par de antenas curto; - não possuem carapaça.		
Centípede	Arthropoda	Chilopoda	- possuem um par de antenas, - 12 ou mais pares de pernas locomotoras; - não se enrolam.		
Colêmbolo	Arthropoda	Entognatha	- possui antenas com 4 artículos; - o abdômen possui no máximo 6 segmentos; - inferiores a 8mm.		
Afídeo	Arthropoda	Insecta	- entre 1 a 10 mm, - possuem estiletes; - a grande maioria apresenta cornículas.		
Gastrópode (Caracol)	Mollusca	Gastrópode	- concha espiralada calcária; - 2 pares de tentáculos na cabeça; - os olhos estão localizados na parte superior dos tentáculos maiores.		
Formiga	Arthropoda	Insecta	- 3 pares de patas; - cada perna possui 1 par de garras; - entre 1 mm a 4 cm.		
Heteróptero (percevejos)	Arthropoda	Insecta	- 3 pares de patas; - protórax largo; - asas parcialmente endurecidas.		
Pseudoescorpião	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - inferiores a 7mm; -pedalpos bem desenvolvidos.		
Opilion	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - fusão entre cefalotórax e abdômen; - não apresentam antenas;		
Aranha	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - corpo dividido em duas partes; - não apresentam antenas.		
Ácaros	Arthropoda	Arachnida	- 4 pares de patas; - dimensões muito reduzidas; - corpo dividido em duas partes.		
Sínfilo	Arthropoda	Symphyla	- entre 1 a 8mm; - órgão de Tömösvary bem desenvolvido; - 1 par de tricobótrios (cerdas sensitivas).		
Miriápode	Arthropoda	Pauropoda	- dois pares de antenas; - nove pares de pernas; - possuem pseudóculos em cada lado da cabeça.		
Diplura	Arthropoda	Entognatha	- inferiores a 10mm; - s/ olhos ou ocelos; - 1 par de cercos terminais.		