

O solo das vinhas da Região Demarcada do Douro está vivo!  
The soil of Douro Demarcated Region vineyards is alive!



Fátima Gonçalves  
Cristina Carlos  
Rui Pinto  
Laura Torres

## Ficha técnica

Titulo/title: O solo das vinhas da Região Demarcada do Douro está vivo! / The soil of Douro Demarcated Region vineyards is alive!

Edição/Edition: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Autores/ Authors: <sup>1</sup>Fátima Gonçalves - <sup>2</sup>Cristina Carlos - <sup>1</sup>Rui Pinto - <sup>1</sup>Laura Torres

Ano/ Year: 2018

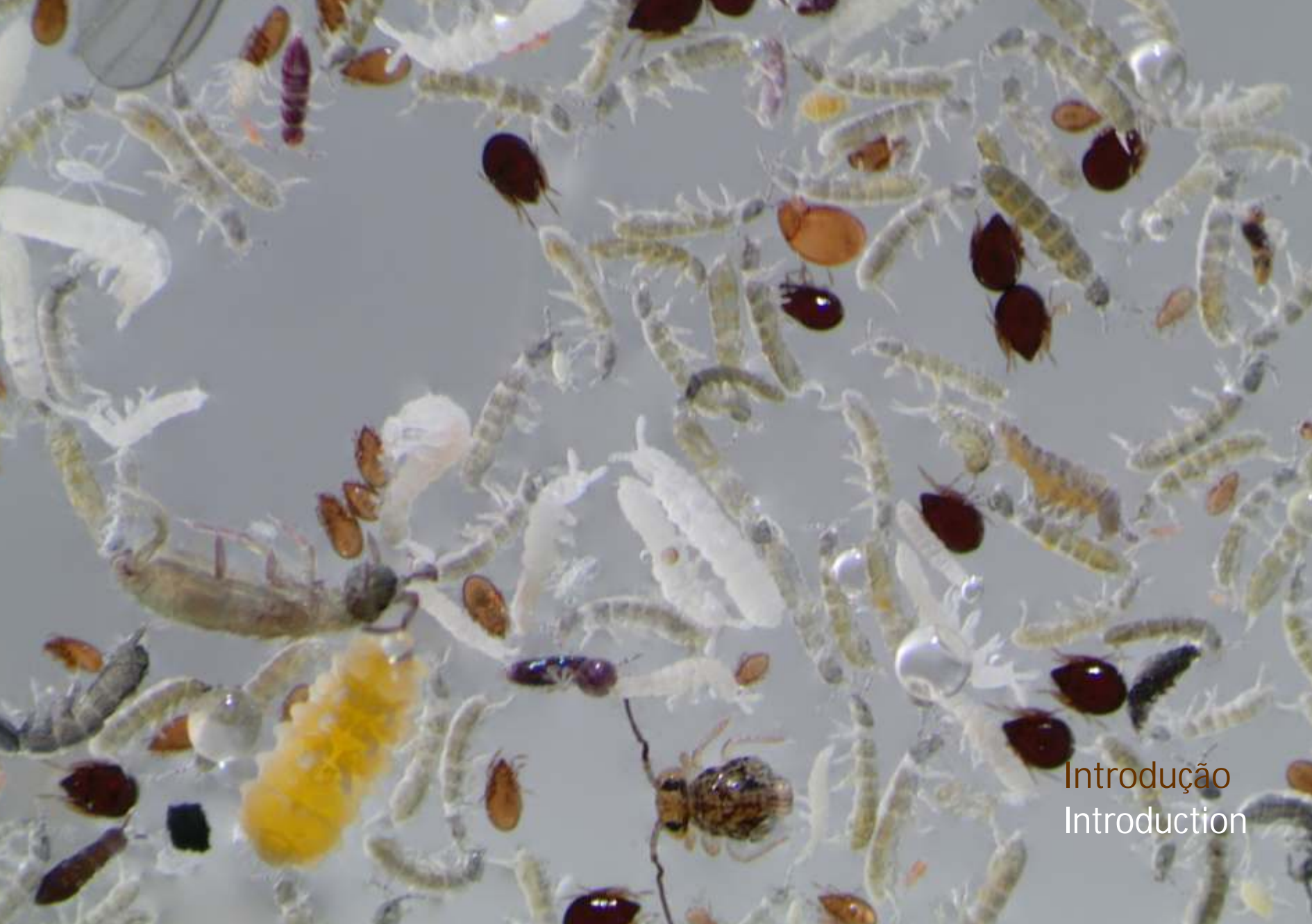
ISBN: 978-989-704-257-7

## Agradecimentos/ Acknowledgments

Os autores agradecem aos viticultores da Região Demarcada do Douro, em particular aos técnicos da Real Companhia Velha (Rui Soares, Sérgio Soares e Álvaro Martinho) e Sogevinus S.A (Márcio Nóbrega) o apoio dado na realização dos trabalhos que estiveram na base da elaboração deste documento.

Este manual foi escrito ao abrigo do Antigo Acordo Ortográfico

<sup>1</sup>UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; <sup>2</sup>ADVID - Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense



Introdução  
Introduction





O solo é dos mais importantes reservatórios de biodiversidade, ao albergar pelo menos um quarto da diversidade de espécies de todos os organismos vivos (Decaëns 2006). Os organismos aí presentes desempenham serviços essenciais à gestão sustentável dos sistemas agrícolas (Lavelle et al. 2006; FAO 2015), num valor estimado em cerca de  $1,5 \times 10^{12}$  dólares (Pimentel et al. 1997).

Os artrópodes, que se estima representarem cerca de 97% do total de espécies de animais do solo (Decaëns 2006), são há muito reconhecidos como importantes no funcionamento do ecossistema correspondente (Culliney 2013). De acordo com as funções que desempenham, estes organismos podem actuar como “decompositores de detritos” e / ou “engenheiros do ecossistema”. Os “decompositores de detritos”, que são maioritariamente microartrópodes, constituem um elo vital na cadeia alimentar, regulando em grande parte o processo de decomposição da matéria orgânica, seja directamente, através da sua ingestão e digestão, seja indirectamente, convertendo-a física e quimicamente em substratos passíveis de serem usados por outros organismos (Culliney 2013); além disso, melhoram a qualidade do solo e as suas características estruturais (porosidade, arejamento, infiltração e distribuição de matéria orgânica ao longo dos horizontes) (Bird et al. 2004; Culliney 2013).

The soil is one of the most important reservoirs of biodiversity, by hosting at least one quarter of the diversity of species of all living organisms (Decaëns 2006). Soil organisms perform a number of services that are essential for the sustainable management of agricultural systems (Lavelle et al. 2006; FAO 2015) and whose economic value was estimated at about  $1,5 \times 10^{12}$  dollars (Pimentel et al. 1997).

Arthropods, that are estimated to represent as much as 97% of the number of soil animal species (Decaëns 2006), have long been recognized as important in the functioning of soil ecosystems (Culliney 2013). According to their function, these organisms can act as “litter transformers” and/or “ecosystem engineers”. “Litter transformers”, that are mainly microarthropods, are a vital link in the food chain, by controlling largely the process of decomposition of organic matter, either directly, by transforming the litter into their own tissues, or indirectly by converting it physically and chemically into substrates amenable to further degradation (Culliney 2013); moreover, they improve soil quality and soil structural properties (porosity, aeration, infiltration and distribution of organic matter in soil horizons) (Bird et al. 2004; Culliney 2013).

Os “engenheiros do ecossistema”, que incluem artrópodes de maiores dimensões, e particularmente formigas e térmitas, têm papel fundamental no revolvimento do solo, contribuindo para modificar as suas características físicas, ao alterar a sua estrutura, composição mineral e orgânica, e hidrologia; consequentemente regulam, directa e indirectamente a disponibilidade de recursos para outras espécies (Culliney 2013; Pulleman et al. 2012).

Outros artrópodes, nomeadamente macroartrópodes, como os quilópodes, grandes aracnídeos (i.e. escorpiões, aranhas e opiliões) e insectos (i.e. carabídeos e estafilínídeos), são importantes predadores que vivem na superfície do solo e na manta morta (Eisenbeis 2006; Wurst et al. 2013), contribuindo, assim, para a regulação das populações de pragas.

No presente folheto procede-se a uma breve descrição dos principais grupos de artrópodes observados no solo das vinhas da Região Demarcada do Douro, e referem-se os serviços do ecossistema por eles facultados. Para além de contribuírem para a gestão sustentável das vinhas, algumas das espécies identificadas são endémicas, por vezes raras, podendo, por isso, desempenhar um importante papel na valorização do património natural da paisagem vitícola do Douro.

“Ecosystem engineers” which include large arthropods, and particularly ants and termites, have important roles in burrowing, mixing and processing the soil substrate, being able to change the physical conditions of the soil, by altering its structure, mineral and organic matter composition, as well as hydrology; thus, they are able to, directly and indirectly, regulate the availability of resources to other species (Culliney 2013; Pulleman et al. 2012).

Some other arthropods, namely macroarthropods like centipedes, large arachnides (e.g. scorpions, spiders and harvestmen) and insects (e.g. carabids and staphylinids), are important predators in the soil surface and in the litter layer (Eisenbeis 2006; Wurst et al. 2013), thus contributing for the regulation of pest populations.

The aim of this leaflet is to provide a brief description of the main groups of arthropods found in the soil of Douro Demarcated Region vineyards, as well as of the ecosystem services they provide. Besides contributing to the sustainable management of vineyard systems, some of the reported species are endemic and rare, and can therefore play a role in enhancing the natural value of Douro viticulture landscape.



Aracnídeos / Arachnids

.Opiliões / Harvestmens

.Pseudoscorpiones / Pseudoscorpions

.Escorpiones / Scorpions

.Solífugos / Camel spiders

.Ácaros / Mites

.Palpígrados / Microwhip scorpions

.Aranhas / Spiders





## Arthropoda > Chelicerata > Arachnida > Dromopoda > Opiliones

Os opiliões são aracnídeos cuja principal característica distintiva consiste no facto de terem o abdómen constituído por uma única estrutura oval, ao contrário das aranhas que possuem dois segmentos distintos. Acresce que a maioria das espécies de opiliões tem patas extremamente longas, do tipo “perna-de-pau” (Johnson & Catley 2002). Estes organismos vivem, sobretudo, na superfície do solo, e apenas algumas espécies penetram nas camadas superiores da manta morta.

A maioria das espécies é omnívora, alimentando-se de grande diversidade de artrópodes e outros invertebrados, assim como de fungos e diversos detritos orgânicos (Jeffery et al. 2010). Enquanto predadores, os opiliões reflectem as alterações registadas no seu habitat, ao nível da cadeia alimentar. Consequentemente podem ser bons indicadores de habitats de elevada qualidade, ainda que não nas fases iniciais de recuperação do ecossistema, porque muitas das espécies são lentas a colonizar áreas perturbadas (revisão de Gerlach et al. 2013).



Opilião mostrando a estrutura do corpo e as longas patas  
Harvestmen showing its body structure and long legs

Opiliones, or harvestmen as are commonly known, are arachnids whose most obvious difference from spiders is that unlike spiders, which have two distinct body segments, in opiliones the body appears to be a single rounded structure. Moreover, most of the opiliones have extremely long, stilt-like legs (Johnson & Catley 2002). They live mostly on the soil surface and only a few species penetrate into upper layers of litter.

Most species are omnivorous, feeding on a wide variety of other arthropods and other invertebrates, as well as fungi and various organic debris (Jeffery et al. 2010). As predators, harvestman reflect changes in the foodweb of the leaf-litter habitat. Thereafter they make good indicators of high quality habitats, but not during the early stages of ecosystem recovery, because most species are slow to recolonize disturbed areas (reviewed by Gerlach et al. 2013).

## Arthropoda > Chelicerata > Arachnida > Dromopoda > Pseudoscorpiones

Os pseudoescorpiões, também conhecidos por falsos escorpiões, são aracnídeos de pequeno tamanho semelhantes aos escorpiões, dos quais diferem por terem o abdômen curto e arredondado na extremidade, enquanto o dos escorpiões é dilatado e termina por um aguilhão (Buglife 2017; Nunes s/d). Os pseudoescorpiões não picam, mas possuem um par de apêndices muito longos (designados pedipalpos) providos de pinças, que se assemelham muito às pinças dos escorpiões e que são usados para agarrar as presas. Estes aracnídeos podem ser encontrados em grande diversidade de habitats terrestres, mas são mais comuns no solo, na folhada, e sob a casca de árvores e troncos (Shapiro s/d). São principalmente predadores de colêmbolos, ácaros e pequenos invertebrados que consigam caçar (Johnson & Catley 2002). Embora os pseudoescorpiões tenham sido usados como indicadores da qualidade do solo, geralmente são demasiado escassos e difíceis de identificar para terem utilidade em estudos sobre diversidade (revisão de Gerlach et al. 2013).



Pseudoescorpiões mostrando as pinças providas de dentes cortantes e usadas para capturar e injectar veneno nas presas e paralisá-las

Pseudoscorpions showing their two pincers provided with cutting teeth used to catch and inject venom into their prey to paralyse them

Pseudoscorpions, also known as false scorpions, are small arachnids that look like scorpions but unlike scorpions that have an elongated abdomen with a venomous sting at the end, their abdomen is short and rounded at the rear (Buglife 2017; Nunes s/d). Pseudoscorpions do not sting, but have a pair of very long appendages (known as pedipalps) provided with pincers which strongly resemble the pincers of scorpions, for grabbing preys. These arachnids can be found in a wide variety of terrestrial habitats, but are most common in soil, in leaf litter, and under the bark of trees and logs (Shapiro s/d). They are mostly predators on springtails, mites and any smaller invertebrate they can catch (Johnson & Catley 2002). While pseudoscorpions have been used to indicate soil quality they are generally too scarce and too difficult to identify to be useful for indicating diversity (reviewed by Gerlach et al. 2013).

## Arthropoda > Chelicerata > Arachnida > Dromopoda > Scorpiones

Os escorpiões são aracnídeos facilmente reconhecíveis pelos dois grandes apêndices (pedipalpos) terminados em pinças, que possuem na região anterior da cabeça, e pela cauda segmentada e curvada, cujo último segmento, que constitui o aparelho de veneno, é dilatado e termina por um aguilhão (Nunes s/d; Polis et al. 2015). Estes aracnídeos têm hábitos noturnos e vivem principalmente na superfície do solo, escondendo-se sob rochas ou em tocas durante o dia, e emergindo à noite para caçarem e se alimentarem (Polis et al. 2015). Os escorpiões são predadores oportunistas, em especial de insectos de corpo mole e de outros aracnídeos (Polis et al. 2015). Em virtude da sua diversidade e abundância serem reduzidas na maioria das regiões geográficas, têm limitado potencial enquanto bioindicadores (revisão de Gerlach et al. 2013).



Exemplar de *Buthus ibericus*, mostrando as largas e poderosas pinças que podem ser usadas para segurar e dominar as presas, e o aguilhão na extremidade posterior do corpo, que é usado para injectar veneno nas presas e paralisá-las

Specimen of *Buthus ibericus*, showing the large and powerful pincers which may be used to grasp and subdue prey, and the sting at the end of their tail that is used to inject venom in preys to paralyze them

Scorpions are arachnids easily recognized by the two large appendages (known as pedipalps) ending in pincers, at the front, as well as by the segmented tail, often carried in a characteristic forward curve over the back, ending with a venomous stinger (Nunes s/d; Polis et al. 2015). These arachnids are nocturnal, live mostly on the soil surface, hiding under rocks or in burrows during the day, and emerging at night to hunt and feed (Polis et al. 2015). They are opportunistic predators mostly of soft-bodied insects and other arachnids (Polis et al. 2015). Because of their low diversity and abundance in most geographical areas, they may have limited potential as bioindicators (reviewed by Gerlach et al. 2013).

## Arthropoda &gt; Chelicerata &gt; Arachnida &gt; Dromopoda &gt; Solifugae

Os solífugos são aracnídeos com aspecto robusto e hirsuto, que possuem longos pedipalpos, em resultado dos quais aparentam ter cinco pares de patas; são predadores vorazes de insectos e outros aracnídeos; vivem na superfície do solo, sendo predadores cursoriais (i.e. adaptados especificamente para a corrida), capazes de percorrerem longas distâncias em busca de alimento (Savary 2016). *Gluvial dorsalis* é uma espécie endémica da Península Ibérica (o que significa que só existe nesta região geográfica), cuja protecção é, por isso, recomendada; na Catalunha já é protegida por legislação desde 1992 (González-Moliné et al. 2008).



*Gluvial dorsalis*, um endemismo Ibérico  
*Gluvial dorsalis*, an Iberian endemism

Camel spiders are arachnids with strong and hairy appearance, presenting long pedipalps which give the impression that they have five pairs of legs; they are voracious predators mostly of insects and other arachnids; they live on the soil surface, being cursorial predators (i.e. adapted specifically to run), capable of covering considerable distances in search of food (Savary 2016). *Gluvial dorsalis* is an endemic specie from Iberian Peninsula (what means that exist only in this geographic region) whose protection is thus recommended; in Catalonia it is already protected by legislation since 1992 (González-Moliné et al. 2008).



## Arthropoda > Chelicerata > Arachnida > Micrura > Acari

Os ácaros são aracnídeos de dimensões pequenas ou muito pequenas, patas curtas e reduzida diferenciação entre o tórax (onde estão inseridas as patas) e o abdómen não segmentado. Este facto leva a que o corpo aparente ser constituído por uma única estrutura de forma ovalada. A cor varia de clara / esbranquiçada a castanha-escura e algumas espécies têm o corpo piloso (ProSoil s/d).

Estes organismos são dos mais abundantes, diversos e bem sucedidos artrópodes que habitam o solo (Jeffery et al. 2010; Turbé et al. 2010). Têm grande diversidade de estilos de vida e hábitos alimentares e, consequentemente, desempenham diversas funções no solo. A maioria das espécies fragmenta detritos vegetais, ingere solo e matéria orgânica ou alimenta-se de decompositores primários, contribuindo, deste modo, para a estruturação do solo e formação do húmus, assim como para a regulação da composição e actividade das comunidades de organismos do solo (Jeffery et al. 2010). Os ácaros do solo e da folhada podem ser incluídos em três grupos: oribatídeos, mesostigmatídeos e prostigmatídeos.

Os oribatídeos que são, a nível mundial, os mais numerosos artrópodes que vivem no solo (Dhooria, 2016), são considerados importantes elementos decompositores deste habitat, por se alimentarem de uma grande variedade de material da folhada, incluindo bactérias e leveduras, algas, fungos e madeira apodrecida.

Mites are arachnids with small or minute bodies, short legs, and little differentiation between the thorax (where the legs are attached) and the unsegmented abdomen, which give them appearance of having a single oval body. Their colour vary from clear / white to dark brown and some species are hairy (ProSoil s/d).

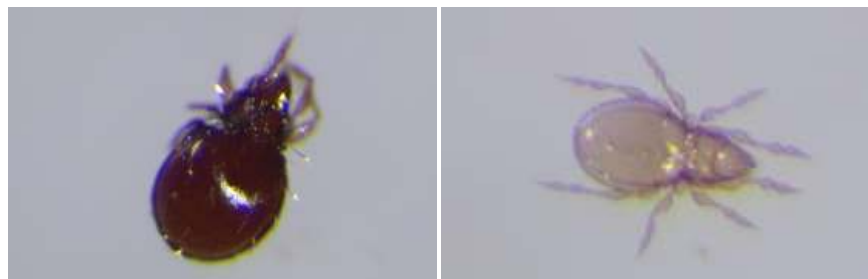
These organisms are one of the most abundant, diverse and successful group of arthropods inhabiting soil (Jeffery et al. 2010; Turbé et al. 2010). They have a variety of life styles and feeding behaviour and, thereafter, a variable function within the soil. Most species break up plant detritus, ingest soil and organic matter or feed on primary decomposers, thus contributing to the formation of soil structure and soil humus, as well as to regulate the composition and activity of the communities of soil organisms (Jeffery et al. 2010).

There are three categories of soil and leaf litter mites: oribatids, mesostigmatids and prostigmatids.

Oribatids that are the world's most numerous arthropods living in soil (Dhooria 2016), are considered important component of soil decomposers, by feeding on a variety of leaf litter material, including bacteria and yeast, algae, fungi and rotting wood.

Os mesostigmatídeos são predadores de vida livre no solo e na folhada, consumindo pequenos invertebrados, como colêmbolos e outros ácaros, assim como bactérias e fungos. Os prostigmatídeos têm hábitos alimentares muito variados, incluindo nemátodos, artrópodes de menor tamanho e algas, fungos e bactérias, enquanto alguns grupos parasitam outros animais (Johnson & Catley 2002).

Em virtude de os ácaros desempenharem papéis fundamentais em processos biológicos chave do solo, consideram-se organismos adequados para serem usados como bioindicadores das alterações da qualidade do solo, especialmente das resultantes das práticas culturais e da poluição (Jeffery et al. 2010). Em especial, a abundância, composição em espécies e diversidade de oribatídeos, num dado habitat, são bons indicadores da saúde do solo (Dhooria 2016).



Os ácaros oribatídeos contribuem para a decomposição dos resíduos vegetais e mineralização da matéria orgânica

Oribatid mites contribute to the decomposition of plant residues and the mineralization of organic matter

Mesostigmatids are free-living predators in the soil and litter, eating small invertebrates like springtails, other mites, bacteria, and fungi. Prostigmatids have a highly variable feeding habit, including nematodes, other smaller arthropods and algae, fungi, and bacteria, whilst some live on other animals as parasites (Johnson & Catley 2002).

Because mites play influential roles in key biological processes they are suitable organisms to be used as bioindicators of changes in soil quality, especially due to land use practices and pollution (Jeffery et al. 2010). Namely the abundance, species composition and diversity of oribatids, in a particular habitat, are good indicators of soil health (Dhooria 2016).



Os mesostigmatídeos são ácaros grandes e activos, que têm grande importância na limitação de pragas de insectos

Mesostigmatids are large active mites with great importance in the control of insect pests



Os trombidídeos são prostigmatídeos que se comportam como predadores activos, no estado adulto, enquanto durante as primeiras fases de desenvolvimento são, frequentemente, parasitas de insectos e/ou aracnídeos  
The red velvet mites, in the prostigmatids, are active predators as adults, while when young immature are often parasites of insects and/or arachnids



Os bdelídeos são prostigmatídeos predadores que habitam no solo, folhas e folhada  
Snout mites are predatory prostigmatids that inhabit soil, leaves and leaf litter



## Arthropoda &gt; Chelicerata &gt; Arachnida &gt; Micrura &gt; Megoperculata &gt; Palpigradi

Os palpígrados são uma ordem pouco comum de delicados aracnídeos, de cor pálida e desprovidos de olhos. Estes organismos podem ser reconhecidos por possuírem uma estrutura alongada, semelhante a uma cauda (flagelo), que os torna superficialmente semelhantes a escorpiões. Contudo, ao contrário do que sucede nos escorpiões, esta estrutura não possui um aguilhão (Nardi 2007). O primeiro par de patas dos palpígrados é relativamente longo e serve de antenas, enquanto os pedipalpos (i.e. o segundo par de apêndices articulados) são usados para se deslocarem, levando a que aparentem possuir cinco pares de patas (Jeffery et al. 2010). Os palpígrados passam toda a vida no solo e acredita-se que, à semelhança da maioria dos aracnídeos, sejam predadores. Contudo recentemente verificou-se que a espécie europeia das cavernas, *Eukoenenia spalaesa*, se alimenta de cianobactérias, em lugar de invertebrados (Smrž et al. 2013).



Exemplar de palpígrado  
Specimen of microwhip scorpion

Palpigrades or microwhip scorpions are a rare order of tiny pale and eyeless arachnids. They can be recognized by the presence of an elongate tail-like structure (flagellum) that makes them appear superficially like scorpions. However palpigrades tail does not bear a sting, as is characteristics of the tail of the true scorpions (Nardi 2007). Their first pair of legs is relatively large and serve as antenna, while the pedipalps (i.e. the second pair of head appendages) are used in walking and so they look like they had five pairs of legs (Jeffery et al. 2010). Palpigrades spend their entire lives in the soil and, as most arachnids, they are believed to be predators. However recently it was shown that the European cave-dwelling species *Eukoenenia spalaesa* is specialized to feed on cyanobacteria rather than invertebrates (Smrž et al. 2013).



## Arthropoda > Chelicerata > Arachnida > Micrura > Megoperculata > Araneae

As aranhas são aracnídeos que se caracterizam por terem o corpo dividido em duas regiões (o cefalotórax e o abdómen), e possuírem um par de pequenos apêndices na região anterior do corpo, designados pedipalpos. Estes organismos são predadores que se alimentam principalmente de insectos, embora possam consumir outros artrópodes, incluindo outras aranhas (Wise 1993). Algumas aranhas são caçadoras activas, que perseguem as presas; outras, pelo contrário, tecem teias para as capturarem (Culin et al. 2016). Muitas aranhas injectam veneno nas presas para as matarem rapidamente, enquanto outras envolvem-nas primeiro numa estrutura sedosa, para as imobilizarem (Culin et al. 2016). As espécies de maiores dimensões encontram-se principalmente à superfície do solo ou na folhada, frequentemente escondendo-se ou protegendo-se sob pedras e madeira caída.



As aranhas-lobo (família Lycosidae) vivem no solo, por vezes escondidas debaixo de pedras ou em buracos e, geralmente, não tecem teias; em vez disso, procuram activamente as presas

Wolf spiders (Lycosidae family) lives on the ground (some hide in holes or under rocks) and usually do not spin webs; instead they actively seek out their preys

Spiders are arachnids which have a body divided into two parts (the cephalothorax and the abdomen), and a pair of small appendages at the front, called pedipalps. They are predators that feed primarily on insects but also on other arthropods including other spiders (Wise 1993). Some spiders are active hunters that pursue their prey; others, instead, weave webs to capture them (Culin et al. 2016). Many others inject venom into their prey to kill it quickly, whereas others first use silk wrappings to immobilize them (Culin et al. 2016). Larger species are mostly found in soil surface or in litter, often hiding or sheltering under rocks and fallen wood.

Algumas espécies de aranhas fazem buracos no solo, a partir do qual capturam as presas. Também há um número significativo de espécies de pequeno tamanho, que habitam poros do solo e cavidades (Jeffery et al. 2010).

Algumas das aranhas mais comuns no solo das vinhas da Região Demarcada do Douro incluem licosídeos, gnafosídeos, zodariídeos e agelinídeos (Gonçalves et al. 2017).

Em virtude da sua diversidade e porque algumas famílias são conspícuas e de identificação relativamente fácil, as aranhas têm sido usadas como indicadores de características específicas do habitat ou de alterações no mesmo, com potencial para serem também usadas como indicadores do êxito da condução do habitat ou da sua recuperação. Por outro lado, as aranhas acumulam pesticidas das suas presas e por isso podem ser usadas como acumuladores ecológicos, para indicarem os níveis de toxinas ambientais (revisão de Gerlach et al. 2013; Culin et al. 2016).



*Castianeira badia* (família Corinnidae) vulgarmente designada aranha-nómada-das-pedras, é um endemismo Ibérico. As aranhas deste género mimetizam formigas de grandes dimensões; embora, em boa verdade, não se assemelhem a formigas na forma e aparência, comportam-se como elas; algumas espécies levantam o primeiro par de patas e usam-no como antenas, caminhando apenas sobre seis patas

*Castianeira badia* (Corinnidae family) is an ant-mimicking sac spider and also an Iberian endemism. The spiders of this genus are mimics of large ants; though they do not really resemble ants in shape and appearance, they behave like them; some species raise their first pair of legs and wave them like antennae, and walk on six legs

Some species burrow holes into the soil from which they catch their prey. There is also a significant number of small species which inhabit soil pores and cavities (Jeffery et al. 2010).

Some of most common spiders which occur in the soil of Douro Demarcated Region vineyards, include funnel weavers (Agelenidae), ground spiders (Gnaphosidae), wolf spiders (Lycosidae) and ant spiders (Zodariidae) (Gonçalves et al. 2017).

As spiders are diverse, and some families are conspicuous and relatively easily to identified, these have been used as indicators of specific habitat characteristics or of habitat change, with potential to be also used as indicators of the success of habitat management and habitat restoration. Spiders accumulate pollutants and pesticides from their preys, and so they can be used as ecological accumulators to indicate environmental toxin levels (reviewed by Gerlach et al. 2013; Culin et al. 2016).



*Eratigena feminea* (família Agelenidae) (A), um endemismo Ibérico, e uma teia típica da família Agelenidae (B). As aranhas desta família constroem teias horizontais, de forma foliácea, com um pequeno tubo em forma de funil onde permanecem à espera das presas, para escapar de eventuais predadores

The funnel-web spider *Eratigena feminea* (Agelenidae family) (A), an Iberian endemism and a typical web from Agelenidae family (B). These spiders construct a horizontal web (sheet-like web which is used to catch preys) with a small funnel-like tube, which is used for hunting and protection



*Zodarion styliferum* (família Zodariidae) é uma espécie de aranha mimética de formigas e predadora destes insectos. As aranhas deste género assemelham-se a formigas em tamanho, forma e comportamento. Embora isso possa contribuir para escaparem aos predadores, o mimetismo permite-lhes aproximarem-se, sem serem notadas, de formigas, das quais se alimentam, em exclusividade

*Zodarion styliferum* (Zodariidae family) is an ant-mimic and ant-eater spider. Zodarion spiders resemble ants in size, shape and behaviour. Although it could also help them to escape from predators, mimicry allows spiders to approach ants unnoticed, as they feed exclusively on them



*Oecobius machadoi* (família Oecobiidae),  
um endemismo Ibérico

*Oecobius machadoi* (Oecobiidae family)  
an Iberian endemism



*Haplodrassus dalmatensis* (A), *Callilepis* spp. (B) e *Micaria* spp. (C) (família Gnaphosidae). As aranhas desta família perseguem as presas, não possuindo estruturas de captura, como teias. As do género *Micaria*, mimetizam formigas (mirmecomorfismo) ao possuírem patas finas, corpos delegados e abdômen com constrictões e bandas transversais de pêlos contrastantes que fazem lembrar a segmentação do corpo das formigas

*Haplodrassus dalmatensis* (A), *Callilepis* spp. (B) e *Micaria* spp. (C) (Gnaphosidae family). These are ground spiders that generally run behind prey not having capture mechanisms like webs. Spiders from *Micaria* genera mimic ants (myrmecomorphy) by having thin legs, slender bodies and their abdomen often display constrictions and transverse bands of contrasting setae that mimic the ant's segmentation







Malacostraca / Malacostracans  
· Isopodes terrestres/ Terrestrial isopods



## Arthropoda > Crustacea > Malacostraca > Eumalacostraca > Peracarida > Isopoda > Oniscidea

Os isópodes terrestres têm esqueleto externo rígido e sete pares de patas, de tamanho e morfologia semelhantes. O corpo é algo achatado dorso-ventralmente, tem forma oval alongada e cor acastanhada ou acinzentada. Um dos grupos de isópodes terrestres, onde se inclui o vulgarmente designado bicho-de-conta, tem o hábito de, quando perturbado, se enrolar sobre si mesmo, com as patas dobradas, formando uma bola. Os isópodes terrestres são comuns em especial em ambientes com elevada humidade relativa, encontrando-se frequentemente debaixo de pedras, troncos de árvores, na folhada dos bosques, entre a vegetação dos prados e até mesmo em arbustos e na copa das árvores. São activos principalmente durante a noite, para limitarem as perdas de água por evaporação (Jeffery et al. 2010).



Isópode terrestre  
Terrestrial isopod

Terrestrial isopods (commonly known as woodlice) have an hard armored exoskeleton and seven pairs of legs more or less of the same size and morphology (Jeffery et al. 2010). They are somewhat dorso-ventrally flattened and elongate oval in shape, brownish or greyish in color. One group of terrestrial isopods, the pill bugs, can roll into a ball with their legs tucked inside, when disturbed. Terrestrial isopods are most common in environments with a high degree of relative humidity. They are usually found under stones, tree logs, in the leaf litter of the woods, among grass in meadows, and even on bushes and in the tree canopy, being active mainly during the night in order to limit water loss due to evaporation (Jeffery et al. 2010).

Os isópodes terrestres são, maioritariamente, decompositores, alimentando-se de material vegetal morto, embora também se alimentem de restos de animais mortos e estrumes, e ocasionalmente consumam bactérias, fungos e plantas vivas. O seu papel nos processos de decomposição, através da fragmentação dos resíduos vegetais e estimulação e/ou ingestão de microrganismos do solo, é muito importante na reciclagem de nutrientes (revisão de El-Wakeil 2015). Estes organismos são indicadores ecológicos e biogeográficos de grande interesse, porque a maioria está estreitamente associada ao solo, têm reduzida capacidade de dispersão, são geralmente abundantes e a sua ocorrência regista-se facilmente (Jeffery et al. 2010).



Isópode terrestre enrolado sobre si mesmo  
Terrestrial isopod wrapped around itself

In general terrestrial isopods are scavengers eating mostly dead or decaying plant material (Johnson & Catley, 2002), though they also eat dead animal remains and dung and occasionally ingest bacteria, fungi and living plants. Their role in decomposition processes through the fragmentation of litter material and stimulation and/or ingestion of soil microorganisms is very important in the cycling of nutrients (reviewed by El-Wakeil 2015). Terrestrial isopods are very good ecological and biogeographical indicators because most of them are closely linked to the soil, have a low dispersal ability, and are often abundant and easily recorded (Jeffery et al. 2010).





Entognata / Entognathus  
.Colêmbolos / Springtails  
.Diplura / Diplurans  
.Protura / Proturans



## Arthropoda > Hexapoda > Entognatha > Collembola

Os colêmbolos são pequenos hexápodes (i.e. animais com seis patas) de corpo mole, desprovidos de asas, e com cor que pode variar, mas que é principalmente cinzenta, esbranquiçada ou purpúrea (ProSoil s/d). Conjuntamente com os ácaros, os colêmbolos são o mais abundante grupo de invertebrados da folhada (Johnson & Catley 2002). Estes organismos são comuns no solo, folhada e outra matéria orgânica morta e em decomposição (Romoser & Stoffolano-Jr 1994) desempenhando um papel importante na reciclagem de nutrientes e na micro-estruturação do solo (Rusek 1998). Os colêmbolos são principalmente detritívoros e microbívoros (i.e. consumidores de microrganismos); alimentam-se de hifas de fungos e outros detritos orgânicos, sendo dos principais agentes de regulação biológica das populações microbianas (Jeffery et al. 2010). Para além disso, como estão geralmente presentes em grande número, muitas vezes representam uma importante fonte de alimento para predadores do solo generalistas (ProSoil s/d).



Colêmbolos que vivem na superfície do solo, com corpo pigmentado provido de pêlos, apêndices relativamente longos e furca desenvolvida

Above the soil springtails, with a pigmented body with hairs, relatively long appendages and developed furca

Collembola (commonly known as springtails), are small soft-bodied hexapods (i.e. animals with six legs), wingless, and with colours that may vary, but are mostly grey, white or purplish (ProSoil s/d). Together with mites, springtails make up the most abundant group of leaf litter invertebrates (Johnson & Catley 2002). They are common in soil, leaf litter and other decaying dead organic matter (Romoser & Stoffolano-Jr 1994) playing an important role in nutrient cycling and soil microstructure (Rusek 1998). Most springtails are primarily detritivores and microbivores (i.e. which feeds on microorganisms); they feed on fungal hyphae and other organic detritus, being one of the main biocontrol agents on microbial populations (Jeffery et al. 2010). Moreover as they are generally present in large numbers often form an important food source for generalist soil predators (ProSoil s/d).

Há vários grupos de colêmbolos: alguns vivem na superfície da folhada, outros vivem em camadas do solo mais profundas. Os colêmbolos que vivem à superfície são maiores, em geral pigmentados, têm olhos compostos, e apêndices relativamente longos, assim como escamas ou pêlos para evitarem a desidratação. Os que vivem em camadas mais profundas do solo são geralmente de menores dimensões, de cor pálida, desprovidos de olhos ou com olhos reduzidos, e têm apêndices pouco desenvolvidos (Johnson & Catley 2002; Jeffery et al. 2010). A furca, um apêndice abdominal que permite dar saltos longos para escapar aos predadores, é bem desenvolvida na maioria das espécies adaptadas à vida na superfície do solo, enquanto nas espécies que vivem toda a sua vida no seu interior, é muito reduzida ou mesmo ausente (Hopkin 1997). Os colêmbolos são organismos muito úteis como bioindicadores das alterações da qualidade do solo, especialmente das resultantes da intensificação do seu uso e da poluição, porque respondem a uma variedade de factores ambientais e ecológicos, e também devido à sua abundância e diversidade (revisão de Gerlach et al. 2013).



Colêmbolo que vive na superfície do solo, com corpo pigmentado provido de pêlos, apêndices longos e furca desenvolvida  
An above the soil springtail, with a pigmented body with hairs, long appendages and developed furca



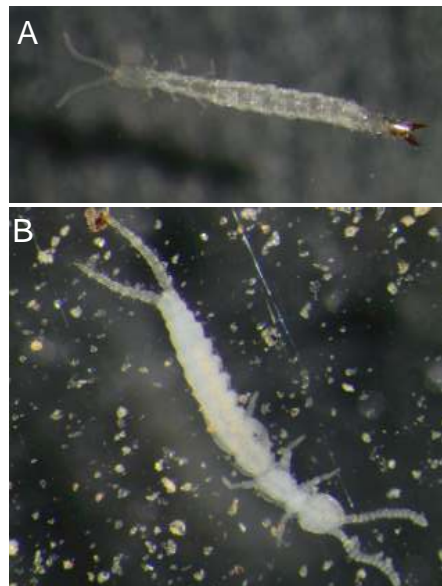
Colêmbolo que vive no interior do solo, com corpo desprovido de pigmentação, sem olhos, com apêndices pouco desenvolvidos e furca ausente  
A true soil inhabitant springtail, with body without pigmentation, no eyes and small appendages and furca absent

There are several groups of springtails: some live on the surface of the leaf litter, others deeper down in the soil. Springtails found on the surface are larger, usually pigmented, with compound eyes, relatively long appendages as well as scales or hairs to help prevent desiccation. Those that live deeper in soil layers usually are smaller, colorless, with diminished eyes or no eyes, and reduced appendages (Johnson & Catley 2002; Jeffery et al. 2010). The furca, an abdominal tail-like appendage that allow long jumps to escape from predators, is well developed in the majority of species adapted to the surface, while in species who spend all their life in the soil, it is greatly reduced or even absent (Hopkin 1997). Collembola are very useful organisms to be used as bioindicators of changes in soil quality, especially due to land use intensification and pollution, because they respond to a variety of environmental and ecological factors and due to their high abundance and diversity (reviewed by Gerlach et al. 2013).



## Arthropoda > Hexapoda > Entognatha > Diplura

Os diplura são pequenos hexápodes (i.e. animais com seis patas), desprovidos de olhos, com corpos alongados, incolores ou de cores claras, antenas longas e um par de estruturas sensoriais na extremidade do abdômen (cercos), que podem ter a forma de longos filamentos articulados lembrando antenas, ou serem semelhantes a pinças (Jeffery et al. 2010). Os diplura geralmente vivem nas camadas mais profundas do solo, ou na camada de folhada, com preferência por solos com humidade relativamente alta e estável (Jeffery et al. 2010). A maioria são predadores, provavelmente de outros pequenos artrópodes, como colêmbolos e ácaros, assim como nemátodes e enchytraeídeos, embora também possam consumir micélios de fungos e detritos vegetais (Jeffery et al. 2010). Os diplura são parte da comunidade de organismos que contribui para a decomposição e reciclagem de nutrientes orgânicos.



Diplura com cercos abdominais em forma de pinças (superfamília Japygoidea) (A); e com cercos abdominais desenvolvidos em dois longos filamentos articulados (superfamília Campodeoidea) (B)

Diplura with abdominal cerci of the type pincer-like (superfamily Japygoidea) (A); and with abdominal cerci developed in two long articulated filaments (superfamily Campodeoidea) (B)

Diplurans are small hexapods (i.e. animals with six legs), eyeless, with elongated colourless, or pale-colored bodies, long antennae and a pair of segmented sensory structures (cerci) at the rear, which may be long and thread-like, or short and pincer-like (Jeffery et al. 2010). Diplura usually live in deeper layers of soil, or in the litter layer, preferring soils with relatively high and stable moisture contents. Most are predators, probably of other small arthropods, such as collembolan and mites, as well as nematodes and enchytraeids, although they also can consume fungal mycelia and plant detritus (Jeffery et al. 2010). These organisms are part of the community of decomposers that help break down and recycle organic nutrients.

## Arthropoda > Hexapoda > Entognatha > Protura

Os protura são minúsculos hexápodes caracterizados pela ausência de asas, antenas e olhos. O seu corpo é alongado e cilíndrico, em geral incolor, esbranquiçado ou de cor clara (Jeffery et al. 2010). O primeiro par de patas é, aparentemente, usado como órgão sensorial, substituindo as inexistentes antenas. Muitas espécies podem ser encontradas no solo, folhada, musgos e madeira em decomposição. A suas necessidades dietéticas são mal conhecidas, mas algumas hipóteses apontam para que se possam alimentar de fungos micorrízicos e outra microflora, integrando a comunidade de decompositores que contribui para fragmentação e reciclagem de nutrientes orgânicos. Por outro lado são presas importantes para espécies predadoras (Jeffery et al. 2010).



Exemplar de protura  
Protura specimen

Proturans are minute soil-inhabiting hexapods, characterized by the lack of wings, antennae and eyes. Their bodies are elongated and cylindrical, usually colorless, whitish or pale (Jeffery et al. 2010). The first pair of legs carried like antennae, apparently serve as sensory organs. Many species can be found in moist habitats, inhabiting soil, leaf litter, moss and decaying wood. Their dietary requirements are poorly known, but some hypotheses state that they may feed on mycorrhizal fungi and other microflora, being part of the community of decomposers that help break down and recycle organic nutrients. Moreover, they are also important prey for predatory species (Jeffery et al. 2010).





## Insectos / Insects

- .Carabídeos / Ground beetles
- .Estafilínídeos / Rove beetles
- .Formigas / Ants
- .Grilos / Crickets
- .Mutílídeos / Velvet ants





## Arthropoda &gt; Hexapoda &gt; Insecta &gt; Coleoptera &gt; Adephaga &gt; Caraboidea &gt; Carabidae

Os carabídeos são uma grande família de insectos cujos membros diferem consideravelmente entre si em tamanho, forma e cor (Triplehorn & Johnson 2005). Os adultos da maioria das espécies são de cor escura, brilhante, e algo achatados, com patas delgadas. Maioritariamente estão confinados ao solo, embora algumas espécies também subam às árvores e arbustos em busca de presas. Muitos destes insectos têm hábitos nocturnos escondendo-se durante o dia na folhada, ou debaixo de troncos e pedras. Na maior parte são predadores de invertebrados, como insectos, aranhas, lesmas e caracóis (Gailis & Turka 2013). Contudo, há muitas espécies que podem ser classificadas como omnívoras ou fitófagas ao alimentarem-se de pólen, pequenas sementes ou rebentos de diferentes plantas (Gailis & Turka 2013). Enquanto importantes predadores de muitas pragas e infestantes das culturas, os carabídeos têm um papel relevante em agricultura sustentável.



Larva de carabídeo  
A ground beetle larvae



*Calathus fuscipes*, uma espécie estritamente predadora, que se alimenta predominantemente de afídeos, lagartas e formigas

*Calathus fuscipes*, a strictly predator species that feed predominantly on aphids, caterpillars and ants

Ground beetles are a large family of insects whose members exhibit considerable variation in size, shape, and color (Triplehorn & Johnson 2005). The adults of most species are dark, shiny, and somewhat flattened, with slender legs. As their common English name suggest, ground beetles are largely confined to the ground, although some species also climb into trees and shrubs in search of prey. Many of these beetles are nocturnal and hide during the day in leaf litter, or under logs and stones. Mostly they are predators on invertebrates, such as insects, spiders, slugs and snails (Gailis & Turka 2013). However there are also many species which can be classified as omnivores or phytophages feeding on pollen, small sized seeds or sprouts of different plants (Gailis & Turka 2013). As significant predators of many pests and weeds in crops, ground beetles are important elements of sustainable agriculture.

Porque os carabídeos respondem rapidamente a alterações do habitat, provocadas pela mobilização do solo, rotação de culturas, poluição química e genética, uso de fertilizantes e fragmentação da paisagem, são considerados úteis bioindicadores ambientais ou ecológicos (Avgin & Luff 2010; Koivula 2011; Gailis & Turka 2013).

Because ground beetles have been shown to be sensitive to human induced environmental changes, such as soil tillage methods, crop rotation, chemical and genetic pollution, usage of fertilizers and landscape fragmentation, they are thought to be useful environmental or ecological indicators (Avgin & Luff 2010; Koivula 2011; Gailis & Turka 2013).



Carabídeos: *Harpalus* sp. (A), um género do qual muitas espécies se alimentam simultaneamente de artrópodes e sementes; *Penetretus rufipennis* (B) e *Brachinus* sp. (C), ambos predadores de artrópodes

Ground beetles: *Harpalus* sp. (A), a genus of which many species feed on both arthropods and seeds; *Penetretus rufipennis* (B) and *Brachinus* sp. (C), both predators of arthropods

## Arthropoda > Hexapoda > Insecta > Coleoptera > Polyphaga > Staphyliniformia > Staphylinoidae > Staphylinidae

Os estafilínídeos são uma das maiores famílias de insectos do Planeta. Tipicamente são delgados e alongados de cor negra ou castanha, e em geral podem ser reconhecidos pelas curtas asas anteriores (élitros), e pelo hábito de levantarem a extremidade do abdómen quando perturbados ou em corrida, muito à semelhança dos escorpiões (Triplehorn & Johnson 2005). A maioria das espécies vive no solo ou sobre ele, na folhada, musgos ou em matéria orgânica em decomposição. Maioritariamente são predadores generalistas de insectos e outros artrópodes. Contudo, muitas espécies alimentam-se de pólen ou de fungos. À semelhança dos carabídeos, os estafilínídeos são importantes em agricultura sustentável com potencial para serem usados como indicadores das práticas culturais adoptadas (Gailis & Turka 2013).



Larva de estafilínídeo  
A rove beetle larvae



*Ocypus olens*, espécie predadora, largamente distribuída na Europa, que caça outros invertebrados como lesmas, bichos-de-conta e outros coleópteros

*Ocypus olens*, a predator species widespread in Europe that hunts other invertebrates such as slugs, woodlice and other beetles

The rove beetles form one of the largest families of insects in the world. Typically, they are slender and elongate, black or brown in color, and can usually be recognized by the shortened front wings (elytra), as well as the behavior of raising the tip of the abdomen when disturbed or running, much as scorpions do (Triplehorn & Johnson 2005). Most species live on or in the soil, in ground litter, moss, or in decomposing organic matter. Mostly they are generalist predators on insects and other arthropods. However, many species are specialized feeders on pollen or are mycetophagous. Such as ground beetles, rove beetles are important elements of sustainable agriculture with potential to be used as indicators of the cultural practices adopted (Gailis & Turka 2013).



Estafilínídeos: *Atheta coriaria* (A) espécie que se alimenta de pequenos insectos e ácaros, estando disponível comercialmente para combater diversas pragas de insectos em culturas de estufa; e exemplar da subfamília Pselaphinae (B), admissivelmente predador de pequenos invertebrados, em particular colêmbolos e ácaros oribatídeos

Rove beetles: *Atheta coriaria* (A) a species that feeds on small insects and mites and is commercially available from several suppliers for control of greenhouse insect pests; and a Pselaphinae subfamily specimen (B) which is believed to be predator of small invertebrates, in particular springtails and oribatid mites



Estafilínídeos: *Quedius semiobscurus* (A) e *Oxypoda* sp. (B), espécies predadoras de outros artrópodes

Rove beetles: *Quedius semiobscurus* (A) and *Oxypoda* sp. (B), predator species of other arthropods



## Arthropoda > Hexapoda > Insecta > Hymenoptera > Apocrita > Vespoidea > Formicidae

As formigas são animais sociais que vivem em colónias altamente organizadas (Johnson & Catley 2002). São dos mais abundantes organismos da superfície terrestre, sendo encontradas na maioria dos habitats. O seu tamanho varia entre cerca de 2 e 25 mm e a sua cor é geralmente amarela, castanha, vermelha ou preta (Encyclopædia Britannica 2017). Caracterizam-se pela constrição do segundo segmento abdominal, para formar um nódulo bem distinto denominado pecíolo; além disso, nalgumas subfamílias o terceiro segmento abdominal também se modificou numa constrição nodular semelhante, formando um pós-pecíolo, daqui resultando indivíduos com dois nódulos distintos (Keller 2009).

As formigas são fundamentais ao funcionamento dos ecossistemas, estando presentes em diferentes níveis tróficos. Enquanto a maioria das espécies são omnívoras e generalistas (Cerdá & Dejean 2011), outras são importantes predadoras (Karhu 1998), herbívoras (Albert et al. 2005), necrófagas (Perez & Dupo 2013), ou consumidoras de melada e pólen.

As formigas estão envolvidas em relações mutualísticas com hemípteros, em particular cochonilhas e afídeos), protegendo-os dos seus inimigos, em troca de meladas (Styrsky & Eubanks 2007). Para além disso, são importantes na polinização (Hickman 1974) e dispersão de numerosas plantas (Beattie & Culver 1981).

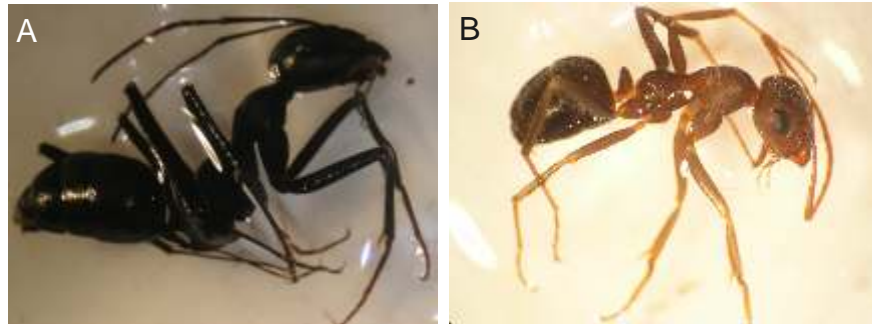
Ants are true social animals that live in highly organized colonies (Johnson & Catley 2002). They are also one of the most abundant organisms in terrestrial surface and are found in most habitats. They range in size from about 2 to 25 mm and their colour is usually yellow, brown, red, or black (Encyclopædia Britannica 2017). They are characterized by the constriction of second abdominal segment, to form a well distinguished node or scale, named petiole; moreover in some subfamilies the third abdominal segment was also modified into a similar constricted node to form the postpetiole thus resulting in ants with two distinct nodes (Keller 2009).

Ants are important for ecosystem functioning being present in many different trophic levels. While most species are omnivorous and generalists (Cerdá & Dejean 2011), others are important predators (Karhu 1998), herbivorous (Albert et al. 2005), scavengers (Perez & Dupo 2013), or honeydew and pollen feeders.

Ants are involved in mutualistic relationships with hemipterans, mainly mealybugs and aphids, protecting them from their enemies, in exchange for honeydew (Styrsky & Eubanks 2007). Moreover, they are important for pollination (Hickman 1974), and dispersal of numerous plants (Beattie & Culver 1981).

Devido aos seus efeitos na estrutura do solo, as formigas são consideradas importantes engenheiros do ecossistema (Folgarait 1998). Através da sua actividade, estes insectos modificam as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (Dauber & Wolters 2000; Dostál et al. 2005; Jouquet et al. 2006).

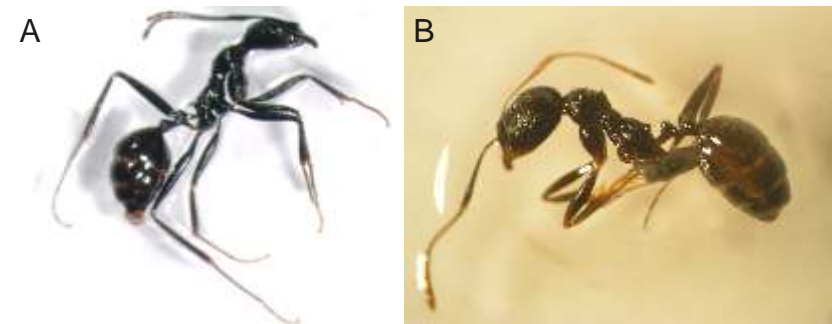
Devido à sua abundância, diversidade, presença na maioria dos habitats e facilidade do registo da sua ocorrência, as formigas são dos mais úteis grupos de indicadores podendo ser usadas em praticamente qualquer estudo comparativo ou de monitorização (revisão de Gerlach et al. 2013).



Exemplares da subfamília Formicinae: *Cataglyphis hispanica* (A), endemismo Ibérico que se alimenta de artrópodes mortos e *Iberoformica subrufa* (B), que se alimenta de artrópodes mortos, néctar e seiva de algumas plantas

Specimens of Formicinae subfamily: *Cataglyphis hispanica* (A), an Iberian endemism which feed on dead arthropods and *Iberoformica subrufa* (B), which feed on dead arthropods, nectar and sap from some plants

In addition, ants are ecosystem engineers, because of their effects on soil structure (Folgarait 1998). Through their activity, they modify the physical, chemical and microbiological properties of soil (Dauber & Wolters 2000; Dostál et al. 2005; Jouquet et al. 2006). Because ants are abundant, diverse, present in most habitats and easily recorded, they are one of the most useful indicator groups that can be used in almost any comparative or monitoring study (reviewed by Gerlach et al. 2013).



Exemplares da subfamília Myrmicinae: *Aphaenogaster iberica* (A), um endemismo ibérico e *A. gibbosa* (B); ambas omnívoras

Specimens of Myrmicinae subfamily: *Aphaenogaster iberica* (A), an iberian endemism, and *A. gibbosa* (B), both omnivorous



Exemplares da subfamília Myrmicinae: *Messor barbarous* (A), espécie herbívora vulgarmente conhecida por “formiga colhedora”, que colhe e se alimenta de frutos e sementes de plantas herbáceas e arbustivas; e *Pheidole pallidula* (B), uma espécie largamente distribuída na Região Mediterrânica, que se alimenta de insectos mortos, sementes, frutos ou mesmo néctar

Specimens of Myrmicinae subfamily: *Messor barbarous* (A), a herbivorous species commonly known as “harvest ant”, which collect and feed on seeds and fruits from grassland and scrubland plants; and *Pheidole pallidula*, a widespread species in the Mediterranean, which feeds on dead insects, seeds, fruit or even nectar.



Exemplares da subfamília Dolichodorinae: *Tapinoma nigerrimum* (A), espécie omnívora, que se alimenta de meladas de afídeos, e, em menor quantidade, de artrópodes; e *Linepithema humile* (B) espécie invasora vulgarmente designada formiga-argentina, e conhecida pelos efeitos negativos que causa, nomeadamente no declínio nas populações nativas de artrópodes e na alteração da estrutura das comunidades vegetais

Specimens of Dolichodorinae subfamily: *Tapinoma nigerrimum* (A), an omnivorous species which feed on aphid honeydew and, to a lesser extent, on arthropods; and *Linepithema humile* (B) an invasive species commonly known as argentine ant that cause negative effects namely in the decline of native arthropod and in the alteration of plant community structure

## Arthropoda > Hexapoda > Insecta > Orthoptera > Ensifera > Grylloidea > Gryllidae

Os grilos são insectos com o corpo algo cilíndrico e achatado verticalmente, em geral de cor castanha (EOL s/d; Wikiwand 2017). As suas patas posteriores são maiores e mais fortes do que os outros dois pares e têm, na extremidade do abdómen, um par de longos apêndices (cercos) e, nas fêmeas, um ovipositor cilíndrico, longo e delgado. Os grilos são principalmente insectos nocturnos bem conhecidos pelos sons característicos emitidos pelos machos para atrair as fêmeas. Ocorrem numa diversidade de habitats, sendo por vezes encontrados no solo, escondidos sob plantas mortas ou em plantas vivas. Alguns grupos vivem no interior do solo e escavam covas mais ou menos profundas (Wikiwand 2017), podendo desse modo contribuir para a porosidade do solo, e facilitar a percolação da água e o desenvolvimento radicular das plantas (Bagyaraj et al. 2016).

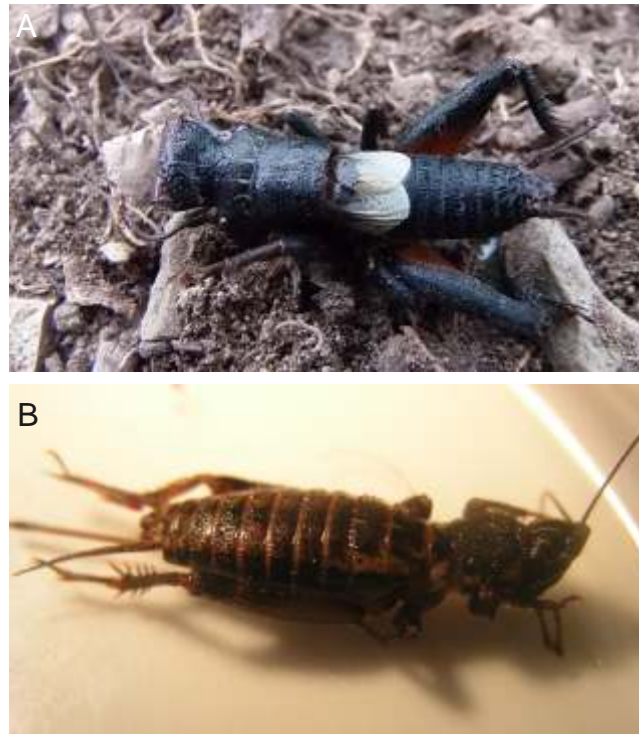


Os grilos podem desempenhar um importante papel na manutenção da fertilidade, estrutura e textura do solo  
Crickets could play an important role in maintaining fertility, structure and texture of soil

Crickets are insects with mostly cylindrical, somewhat vertically flattened bodies, usually of brown color (EOL s/d; Wikiwand 2017). Their back legs are larger and stronger than the other two pairs. At the tip of the abdomen, crickets have a pair of long appendages (cerci) and, in females, a cylindrical, long and narrow ovipositor. They are mainly nocturnal insects well-known for the chirping sounds made by males to attract a mate. Crickets occur in varied habitats and sometimes are found on the soil, hiding under dead plants or on live plants. Some groups are subterranean excavating shallow or deep burrows (Wikiwand 2017), and can contribute to render the soil porous, which helps in water percolation and in the development of root plants (Bagyaraj et al. 2016).



Os hábitos alimentares dos grilos são muito diversos, existindo espécies que são estritamente herbívoras, outras que são principalmente predadoras, enquanto muitas outras são detritívoras. Em particular, estes insectos são referidos como consumidores de sementes mais importantes do que os carabídeos, pelo que podem desempenhar um papel importante na protecção biológica contra infestantes (revisão de Ichihara et al. 2015). Também interessante, numa perspectiva de agricultura sustentável, é o papel desempenhado por espécies predadoras e detritívoras. Os grilos são potencialmente úteis enquanto bioindicadores, ao poderem indicar alterações verificadas a nível ecológico ou em resultado da gestão dos habitats, e serem sensíveis aos efeitos da poluição (revisão de Gerlach 2013).



*Sciobia lusitanica*: macho (A) e fêmea (B). Esta é uma espécie endémica Ibero-Marroquina de grilídeo com aparência estranha (prolongamento da cápsula cefálica) e sensível a alterações do habitat

*Sciobia lusitanica*: male (A) and female (B). This is an Iberian-Moroccan endemic specie of cricket with odd-looking appearance (cephalic prolongation) and it is sensitive to changes in its habitat

The feeding habits of crickets are diverse and some species are strictly herbivorous, other are mostly predators, while many are omnivorous scavengers and consume organic materials, as well as decaying plant material, fungi and some seedling plants (EOL s/d). Predators and scavengers can play a vital role in regulating pest insect and weed populations and are especially important to sustainable agricultural production. In particular, crickets are reported to be more important seed consumers than ground beetles and thus could contribute to biological weed control (reviewed by Ichihara et al. 2015). Crickets are potentially useful as bioindicators because they have been found to indicate ecological change and the effects of habitat management, and may also be sensitive to pollution (reviewed in Gerlach 2013).

## Arthropoda > Hexapoda > Insecta > Hymenoptera > Apocrita > Vespoidea > Mutillidae

Os mutilídeos são vespas solitárias que se assemelham a grandes formigas pubescentes, porque as fêmeas são desprovidas de asas e têm a maior parte do corpo coberta de espessas sedas (Brothers et al. 2000). Estas fêmeas podem ser facilmente distinguidas das formigas porque o pecíolo não apresenta nódulos e porque os segmentos torácicos encontram-se fundidos, existindo no máximo dois (Gillett-Kaufman 2007). Os machos são alados, também densamente pubescentes, geralmente maiores do que as fêmeas (Triplehorn & Johnson 2005) e, ao contrário destas, têm três segmentos torácicos distintos. Nos mutilídeos existe forte dimorfismo sexual e os padrões de cor, assim como o tamanho relativo dos dois sexos numa mesma espécie, podem ser muito diferentes. Estes insectos encontram-se geralmente em regiões áridas (Triplehorn & Johnson 2005). As larvas da maioria das espécies cuja biologia se conhece, são parasitóides externos, solitários, de larvas desenvolvidas ou pupas de abelhas e vespas. Mais raramente têm sido observadas a atacar outros insectos, como coleópteros e dípteros (Triplehorn & Johnson 2005).



Mutilídeos: macho (A) e fêmea (B)  
Velvet ants: male (A) and female (B)

Velvet ants are solitary wasps that resemble big hairy ants, because the females are wingless and have most of their body covered with coarse setae (Brothers et al. 2000). They can easily be distinguished from ants by the lack of petiole nodes as well as because the thoracic segments are fused and have at most two segments (Gillett-Kaufman 2007). The males of velvet ants are winged, densely pubescent, usually larger than the females (Triplehorn & Johnson 2005) and, unlike the females, they have three thoracic segments. Nevertheless, an extreme sexual dimorphism is displayed within this family and the color patterns and the relative body size of the two sexes of the same species can be very different. Mutillidae are generally found in arid areas (Triplehorn & Johnson 2005). The larvae of most species whose life histories are known are solitary external parasitoids of mature larvae or pupae of various wasps and bees. Rarely have been found to attack beetles and flies (Triplehorn & Johnson 2005).



Miriápodes / Myriapods  
. Centípedes / Centipedes  
. Milípedes / Millipedes  
. Sinfíla / Symphylans





## Arthropoda > Myriapoda > Chilopoda

Os quilópodes ou centípedes, como são vulgarmente conhecidos, têm o corpo alongado, constituído por vários segmentos, cada um dos quais com um único par de patas. O primeiro par de patas está transformado em estruturas associadas a glândulas de veneno, conhecidas por forcípulas, sendo esta transformação a característica morfológica mais evidente neste grupo de artrópodes (Bonato et al. 2010). A maioria das espécies habita na folhada e no solo ou debaixo de pedras, casca, ou madeira nas florestas (Edgecombe & Giribet 2010).

As espécies que vivem próximo da superfície do solo são geralmente maiores e têm o corpo achatado com um número menor de segmentos e patas mais longas e mais robustas.



Exemplar de centípede que vive próximo da superfície do solo, com o corpo achatado, reduzido número de segmentos, patas longas e robustas, permitindo-lhes movimentos muito rápidos

Centipede specimen that live close to soil surface, with flattened body, low number of segments, and long and strong legs allowing very fast movements

Chilopoda, or centipedes as they are more commonly known, have an elongated body, composed of several segments, each one with a single pair of legs. The first pair of walking legs is modified in venomous appendages known as forcipules, being this modification the most conspicuous morphological character unite the members of Chilopoda (Bonato et al. 2010). Most species inhabit leaf litter and soil, or are found under stones, bark, or wood in forests (Edgecombe & Giribet 2010).

Species that live close to soil surface are usually larger and have flattened body with lower number of segments and longer and stronger legs.

As espécies de centípedes que se especializaram a viver em camadas mais profundas do solo são, em geral, de cores mais claras ou mesmo despigmentadas, têm menor tamanho ou, pelo menos, o corpo mais estreito, quase cilíndrico, um número elevado de segmentos e patas diminutas (Jeffery et al. 2010).

Os centípedes são um importante grupo de predadores em muitos habitats terrestres. A maioria das espécies são nocturnas e geralmente alimentam-se de pequenos insectos, colêmbolos, ácaros, aranhas, nemátodes, enchytraeídeos e mesmo minhocas (Jeffery et al. 2010).



Exemplar de centípede especializado a viver em camadas mais profundas do solo, com o corpo delgado, quase cilíndrico, pálido ou despigmentado e maior número de segmentos

Individual of centipede specialised to life in deeper layers of the soil, with narrower, almost cylindrical body, pale or pigmentless and higher number of segments.

Centipede species that specialised to live in deeper layers are generally more pale or even pigmentless, with a smaller or at least narrower body, almost cylindrical and have higher number of segments and minute legs (Jeffery et al. 2010). Centipedes are an important group of generalist predators in many terrestrial habitats. Most species are nocturnal and usually feed on small insects and their larvae, on collembolans, acari, spiders, nematodes, enchytraeids and even earthworms (Jeffery et al. 2010).

## Arthropoda > Myriapoda > Diplopoda

Os diplópodes ou milípedes, como são mais vulgarmente designados, têm o corpo longo e segmentado. À excepção do primeiro segmento, a seguir à cabeça, que não tem apêndices, e dos segmentos imediatamente a seguir que, apenas têm um par de patas, possuem dois pares de patas por segmento (Jeffery et al. 2010). Geralmente vivem em ambientes húmidos, no interior das camadas de folhada e na parte superior do solo, debaixo de pedras, troncos ou casca, e normalmente são activos durante a noite (Johnson & Catley 2002; Jeffery et al. 2010). A maioria das espécies actualmente conhecidas são detritívoras, alimentando-se de folhas em decomposição e outros materiais vegetais mortos, contribuindo para a sua fragmentação e estimulando, assim, a actividade microbiana essencial para a reciclagem de nutrientes (Jeffery et al. 2010; Bagyaraj et al. 2016). Outras espécies são omnívoras ou carnívoras, podendo pregar pequenos artrópodes e minhocas (Jeffery et al. 2010). Os milípedes são indicadores, potencialmente úteis, da diversidade das comunidades de decompositores na folhada e nas camadas superiores do solo (revisão de Gerlach et al. 2013).



Exemplares de milípedes  
Individuals of millipedes

Diplopoda, or millipedes as they are more commonly known, have long, segmented bodies with two pairs of legs per segment, except for the first segment behind the head, which does not have any appendages at all, and the next few segments which only have one pair of legs (Jeffery et al. 2010). They generally live in the upper soil layer and in leaf litter where it is moist, under rocks, logs or bark, being usually active at night (Johnson & Catley 2002; Jeffery et al. 2010). Most millipedes currently known are detritivores that eat decaying leaves and other debris from dead plant, contributing to their fragmentation, thereby stimulating microbial activity essential for nutrient cycling (Jeffery et al. 2010; Bagyaraj et al. 2016). A few species are omnivorous or carnivorous, feeding on small arthropods, such as insects and centipedes, or on earthworms (Jeffery et al. 2010). Millipedes are potentially useful indicators of the diversity of the decomposer communities in leaf-litter and upper soil layers (reviewed in Gerlach et al. 2013).

## Arthropoda > Myriapoda > Symphyla

Os sinfílos são pequenos microartrópodes que se assemelham a centípedes mas são menores, e ao contrário destes, são translúcidos (Jeffery et al. 2010). Os sinfílos têm doze pares de patas, das quais as primeiras são geralmente de tamanho reduzido; não têm olhos e possuem duas longas antenas segmentadas. Os últimos segmentos do corpo são delgados, desprovidos de patas e têm um par de cercos e dois longos pêlos sensoriais (Jeffery et al. 2010). Algumas espécies alimentam-se principalmente de fungos e matéria orgânica em decomposição desempenhando, assim, um papel na reciclagem de nutrientes. Outras espécies podem causar prejuízos sérios em culturas agrícolas, ao consumirem sementes, plântulas e raízes finas (Jeffery et al. 2010).



Exemplar de sinfíla  
Individual of symphylan

Symphylans are minute arthropods that resemble centipedes but are smaller and, unlike centipedes, are translucent (Jeffery et al. 2010). They have twelve pair of legs, of which the first are generally reduced in size; the head has long, segmented antennae, and eyes are lacking. The last segments of their body are slender, legless and possesses a pair of cerci and two long sensory hairs (Jeffery et al. 2010). Some symphylans species feed primarily on fungi and decaying organic matter, thereby playing a role in cycling nutrients. A few species can cause serious damage in agricultural crops by consuming seeds, seedlings and fine roots (Jeffery et al. 2010).





Referências bibliográficas  
References





## Referências bibliográficas

## References

- Albert MJ, Escudero A, Iriondo JM. 2005. Assessing ant seed predation in threatened plants: a case study. *Acta Oecologica*, 28: 213–220.
- Avgin SS, Luff, ML. 2010. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact. *Munis Entomology & Zoology*, 5 (1): 209-215.
- Bagyaraj DJ, Nethravathi CJ, Nitin KS. 2016. Soil Biodiversity and Arthropods: Role in Soil Fertility. *In: Chakravarthy AK, Sridhara S. (eds.). Economic and Ecological Significance of Arthropods in Diversified Ecosystems*, 17-51 pp. DOI 10.1007/978-981-10-1524-3\_2
- Beattie AJ, Culver DC. 1981. The guild of myrmecochores in the herbaceous flora of West Virginia forests. *Ecology*, 62: 107–115.
- Bird SB, Coulson RN, Fisher RF. 2004. Change in soil and litter arthropods abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation. *Forest Ecology and Management*, 202: 195–208.
- Bonato L, Edgecombe G, Lewis J, Minelli A, Pereira L, Shelley R, Zapparoli MA. 2010. Common terminology for the external anatomy of centipedes (Chilopoda). *ZooKeys*, 69: 17–51.
- Buglife. 2017. Pseudoscorpions. Disponível em <https://www.buglife.org.uk/bugs-and-habitats/pseudoscorpions> (acedido em 22 de Fevereiro de 2017).
- Brothers DJ, Tschuch G, Burger F. 2000. Associations of mutillid wasps (Hymenoptera, Mutillidae) with eusocial insects. *Insectes sociaux*, 47: 201–211.
- Cerdá X, Dejean A. 2011 Predation by ants on arthropods and other animals. *In: Polidori C. (ed.) Predation in the Hymenoptera: An Evolutionary Perspective*. Kerala - India: Transworld Research Network. pp 39-78.
- Culin J, Levi HW, Levi LR. 2016. Spider. Disponível em <https://www.britannica.com/animal/spider-arachnid> (acedido em 27 de Fevereiro de 2017).
- Culliney TW. 2013. Role of Arthropods in Maintaining Soil Fertility. *Agriculture*, 3: 629–659.
- Dauber J, Wolters V. 2000. Microbial activity and functional diversity in the mounds of three different ant species. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 93–99.
- Decaëns T, Jiménez JJ, Gioia C, Measey GJ, Lavelle P. 2006. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, 42: S23–S38.
- Dhooria MS. 2016. *Fundamentals of Applied Acarology*. Springer, 470 pp.
- Dostál P, B eznová M, Kozlí ková V, Herben T, Ková P. 2005. Ant induced soil modification and its effect on plant below-ground biomass. *Pedobiologia*, 49: 127–137.
- Edgecombe GD, Giribet G. 2010. Evolutionary Biology of Centipedes (Myriapoda: Chilopoda). *Annu. Rev. Entomol.*, 52:151–170.
- Eisenbeis G. 2006. Biology of soil invertebrates. *In: König H, Varma A (Eds.) Intestinal Microorganisms of termites and other invertebrates*. *Soil Biology*, 6: 3-53.
- El-Wakeil KFA. 2015. Effects of terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea) on leaf litter decomposition processes. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 69: 10–16.
- Encyclopædia Britannica. 2017. Ant. Disponível em <https://www.britannica.com/animal/ant> (acedido em 6 de Setembro de 2017)
- EOL. s/d. Gryllidae. Disponível em <http://eol.org/pages/996/details> (acedido em 6 de Setembro de 2017)
- FAO. 2015. Soils and biodiversity soils host a quarter of our planet's biodiversity. International year of soils 2015. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i4551e.pdf> (acedido em 1 de Agosto de 2016).
- Folgarait PJ. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1221-1244.
- Gailis J, Turka I. 2013. Discussion on ground beetles and rove beetles as indicators of sustainable agriculture in Latvia: Review. *Research for Rural Development*, 1: 56-62.
- Gerlach J, Samways M, Pryke J. 2013. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of Insect Conservation*, 17:831–850.

## Referências bibliográficas

## References

- Gonçalves F, Carlos C, Aranha J, Torres L. 2017. Does habitat heterogeneity affect the diversity of epigeic arthropods in vineyards? Agriculture and Forest Entomology. DOI: 10.1111/afe.12270.
- González-Moliné AL, Melic A, Barrientos JA. 2008. Taxonomía, distribución geográfica e historia natural del endemismo ibérico *Gluvia dorsalis* (Latreille, 1817) (Solifugae: Daesiidae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 42: 385–395.
- Gillett-Kaufman J L. 2007. Featured Creatures. University of Florida. Disponível em <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/wasps/mutillidae.htm#top> (acedido em 6 de Setembro de 2017).
- Hickman JC. 1974. Pollination by ants: a low-energy system. Science, 184: 1290–1292.
- Hopkin SP. 1997. Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). Oxford, Oxford University Press, 330 pp.
- Ichihara M, Matsuno K, Inagaki H, Saiki C, Mizumoto S, Yamaguchi S, Yamashita M, Sawada H. 2015. Creation of paddy levees to enhance the ecosystem service of weed seed predation by crickets. Landscape Ecol Eng, 11: 227–233.
- Jeffery S, Gardi C, Jones A, Montanarella L, Marmo L, Miko L, Ritz K, Peres G, Römbke J, van der Putten WH (eds.). 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 127 pp.
- Johnson EA, Catley KM. 2002. Life in the leaf litter. American Museum of Natural History. Center for Biodiversity and Conservation. 28 pp.
- Jouquet P, Dauber J, Lagerlöf J, Lavelle P, Lepage M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. Applied Soil and Ecology, 32: 153–164.
- Karhu KJ. 1998. Effects of ant exclusion during outbreaks of a defoliator and a sap-sucker on birch. Ecological Entomology, 23: 185–194.
- Keller R. 2009. Archetype. Ant reconstruction one homology at a time. Disponível em <http://blog-rkp.kellerperez.com/> (acedido em 22 de Setembro de 2017)
- Koivula MJ. 2011. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. ZooKeys, 100: 287–317.
- Lavelle P, Decaëns T, Aubert M, Barot S, Blouin M, Bureau F, Margerie P, Mora P, Rossi J.-P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology, 42: S3–S15.
- Nardi JB. 2007. Life in soil: a guide for naturalists and gardeners. University of Chicago Press, 336 pp.
- Nunes J. s/d. Escorpiões – animais enigmáticos. Naturlink. Disponível em <https://naturlink.pt/article.aspx?menuid=2&cid=10724&bl=1&viewall=true> (acedido em 2 de Julho de 2017).
- Perez JEJ, Dupo ALAB. 2013. Arthropod community structure during the early stages of leaf litter decomposition. Asian Journal of Biodiversity, 4: 84 – 98.
- Pimentel D, Wilson C, McCullum C, Huang R, Dwen P, Flack J, Tran Q, Saltman T, Cliff B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. Bioscience, 47: 747–758.
- Polis GA, Clarkson JD, Culin J, Gertsch WJ. 2015. Scorpion. Encyclopædia Britannica, inc. Disponível em <https://www.britannica.com/animal/scorpion> (acedido em 22 de Fevereiro de 2017).
- ProSoil s/d. Prosoil factsheet. Disponível em <http://www.prosoilproject.uk/en/media/non-au/prosoil/annex/Mesofauna---central-to-nutrient-cycling.pdf> (acedido em 6 de Setembro de 2017).



- Pulleman M, Creamer R, Hamer U, Helder J, Pelosi C, Pérès G, Rutgers M. 2012. Soil biodiversity. Biological indicators and soil ecosystem services—an overview of European approaches. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4: 529–538.
- Romoser WS, Stoffolano-Jr JG. 1994. *The Science of Entomology* (3rd Edition). USA: Wm. C. Brown Communications, Inc., 532 pp.
- Rusek J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1207–1219.
- Savary WE. 2016. The Arachnid Order Solifugae. Disponível em <http://www.solifugae.info/> (acedido em 22 de Fevereiro de 2017).
- Sierwald P, Bond JE. 2007. Current Status of the Myriapod Class Diplopoda (Millipedes): Taxonomic Diversity and Phylogeny. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 401–420.
- Shapiro L. s/d. Pseudoscorpiones. Disponível em <http://eol.org/pages/220/details> (acedido em 6 de Setembro de 2017).
- Smrž J, Kovář M, Mikeš J, Lukešová A. 2013. Microwhip scorpions (Palpigradi) feed on heterotrophic cyanobacteria in slovak caves – a curiosity among Arachnida. *PLoS ONE*, 8(10): e75989. doi:10.1371/journal.pone.0075989.
- Styrsky JD, Eubanks MD. 2007. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 151–164.
- Turbé A, De Toni A, Benito P, Lavelle P, Lavelle P, Ruiz N, Van der Putten WH, Labouze E, Mudgal S. 2010. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG Environment), 250 pp.
- Triplehorn CA, Johnson NF. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*, 7th ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA. 864 pp.
- Wise D. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge, England Cambridge, University Press, 328 pp.
- Wurst S, De Deyn GB, Orwin K. 2013. Soil biodiversity and functions, in: Wall DH, Bardgett RD, Behan-Pelletier V, Herrick JE, Jones TH, Ritz K, Six J, Strong DR, van der Putten WH (ed.). *Soil Ecology and Ecosystem Services*. Oxford University Press. pp 28-44.
- Wikiwand. 2017. Cricket (insect). Disponível em [http://www.wikiwand.com/en/Cricket\\_\(insect\)](http://www.wikiwand.com/en/Cricket_(insect)) (acedido em 6 de Setembro de 2017).





Trabalho financiado pelo projecto INTERACT - “Integrated Research in Environment, Agro-Chain and Technology””, no. NORTE-01-0145-FEDER-000017, na sua linha de investigação VitalityWine, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do NORTE 2020 ( by the European Regional Development Fund (ERDF) through NORTE 2020 (Programa Operacional Regional do Norte 2014/2020), assim como por Fundos Europeus de Investimento através do FEDER/COMPETE/POCI - Programa de Competitividade e Internacionalização, no âmbito do projeto POCI-01-0145-FEDER-006958 e Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto UID/AGR/04033/2013

Funded by the INTERACT project – “Integrated Research in Environment, Agro-Chain and Technology”, no. NORTE-01-0145-FEDER-000017, in its line of research entitled VitalityWine, co-financed by the European Regional Development Fund (ERDF) through NORTE 2020 (North Regional Operational Program 2014/2020), as well as by European Investment Funds by FEDER/COMPETE/POCI– Operacional Competitiveness and Internationalization Programme, under Project POCI-01-0145-FEDER-006958 and National Funds by FCT - Portuguese Foundation for Science and Technology, under the project UID/AGR/04033/2013

