

Aspectos Ecológicos dos Isopoda Terrestres





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1517-8498
Abril/2008*

Documentos 249

Aspectos Ecológicos dos Isopoda Terrestres

**Maria Elizabeth Fernandes Correia
Adriana Maria de Aquino
Elen de Lima Aguiar-Menezes**

***Seropédica – RJ
2008***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2682-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

e-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)
José Guilherme Marinho Guerra
Maria Cristina Prata Neves
Veronica Massena Reis
Robert Michael Boddey
Maria Elizabeth Fernandes Correia
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

Expediente:

Revisores e/ou ad hoc: Maria Cristina Prata Neves e Eliane Maria Ribeiro da Silva

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Félix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

Foto da capa: Maria Elizabeth Fernandes Correia

1ª impressão (2008): 50 exemplares

C824a Correia, Maria Elizabeth Fernandes

Aspectos ecológicos dos isopoda terrestres / Adriana Maria de Aquino, Elen de Lima Aguiar-Menezes. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 23 p. (Documentos / Embrapa Agrobiologia, ISSN 1517-8498 ; 249)

1. Isopoda. 2. Aspecto ecológico. I. Aquino, A. M. de, colab. II. Aguiar-Menezes, E. de L., colab. III. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). IV. Título. V. Série.

CDD 595.372

Autores

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Bióloga, PhD em Ciência do Solo, Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: ecorreia@cnpab.embrapa.br

Adriana Maria de Aquino

Bióloga, PhD em Ciência do Solo, Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia.

BR 465, km 7 – Caixa Postal 74505, Cep 23851-970, Seropédica/RJ

e-mail: adriana@cnpab.embrapa.br

Elen de Lima Aguiar Menezes

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Entomologia,

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia

Rodovia BR 465, km 7, Caixa Postal 74505, Cep: 23851-970

Seropédica, RJ

e-mail: menezes@cnpab.embrapa.br

Apresentação

A preocupação crescente da sociedade com a preservação e a conservação ambiental tem resultado na busca pelo setor produtivo de tecnologias para a implantação de sistemas de produção agrícola com enfoques ecológicos, rentáveis e socialmente justos. O enfoque agroecológico do empreendimento agrícola se orienta para o uso responsável dos recursos naturais (solo, água, fauna, flora, energia e minerais).

Dentro desse cenário, a Embrapa Agrobiologia orienta sua programação de P&D para o avanço de conhecimento e desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável.

As atitudes de preservar e conservar a natureza são cada vez mais presentes na sociedade moderna gerando uma busca por sistemas de produção agropecuários apoiados em bases agroecológicas que permitam um uso responsável dos recursos naturais (solo, água, ar, flora, fauna, energia).

Dentro desse cenário, a Embrapa Agrobiologia construiu o seu plano diretor de pesquisa, desenvolvimento e inovação com a seguinte missão “gerar conhecimentos e viabilizar tecnologias e inovação apoiados nos processos agrobiológicos, em benefício de uma agricultura sustentável para a sociedade brasileira”.

O documento 249/2008 apresenta espécies de pequenos animais da ordem Isopoda que compõem a fauna do solo. Conhecer os aspectos ecológicos de componentes dos agroecossistemas permite manejar áreas agrícolas reduzindo os impactos ambientais negativos. As espécies mencionadas neste trabalho atuam na fragmentação de material vegetal depositado sobre o solo como parte do processo de ciclagem de nutrientes. A utilização destes animais também como bioindicadores da qualidade do solo é discutida como uma ferramenta potencial de monitoramento ambiental.

A presente publicação é indicada para estudantes, técnicos e pesquisadores das áreas de ciências agrárias e ambientais interessados em obter informações básicas sobre constituintes da biota do solo e suas respectivas funcionalidades agroecológicas.

Boa leitura!

Eduardo Francia Carneiro Campello
Chefe Geral da Embrapa Agrobiologia

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Taxonomia.....	7
Morfologia.....	9
Tipos Ecomorfológicos	9
Coleta e Preservação	11
Funcionalidade	12
Potencial de Utilização como Bioindicadores	14
Linhas de Pesquisa Promissoras	18
Referências Bibliográficas	19

Aspectos Ecológicos dos Isopoda Terrestres

Maria Elizabeth Fernandes Correia

Adriana Maria de Aquino

Elen de Lima Aguiar-Menezes

Introdução

A ordem Isopoda é uma das maiores ordens de crustáceos, sendo a maioria das 5.000 espécies habitantes de ambientes marinhos. No entanto, é nesta ordem que se encontra o maior grupo de crustáceos verdadeiramente terrestres, que são vulgarmente conhecidos como tatuzinhos-de-jardim, ou tatus-bola, devido à capacidade de algumas destas espécies de se curvarem, adquirindo uma forma totalmente esférica, em situações de perigo.

A maioria dos isópodes mede entre 5 e 15 mm, e possui uma coloração mal definida, geralmente acinzentada. Em termos evolutivos, acredita-se que estes crustáceos tenham evoluído diretamente do mar para a terra, não tendo uma transição em ambientes dulcícolas (HOLDICH, 1984).

Os Isopoda terrestres fazem parte da sub-ordem Oniscidea, que apresenta uma ampla distribuição, ocupando desde ambientes litorâneos, com diversas espécies do gênero *Lygia*, até desertos. A sua atividade saprofágica contribui de maneira significativa para a fragmentação da serrapilheira e incremento da colonização microbiana, regulando uma etapa fundamental do processo de decomposição (CASEIRO et al., 2000).

Devido à sua capacidade de tolerar altos níveis de metais pesados, têm sido amplamente utilizado como organismo modelo para estudos de ecotoxicologia e bioacumulação, mostrando-se um organismo chave para o monitoramento ambiental (HASSALL et al., 2005).

Taxonomia

Das 34 famílias de Oniscidae descritas, 19 já foram registradas para o Brasil, de acordo com SOUZA-KURY (1998), são elas:

- Armadillidae Brandt & Ratzenburg, 1831

- Armadillidiidae Brandt, 1833
- Balloniscidae Vandel, 1963
- Bathytropidae Vandel, 1952
- Dubioniscidae Schultz, 1995
- Eubelidae Budde-Lund, 1899
- Ligiidae Brandt & Ratzeburg, 1831
- Olibrinidae Budde-Lund, 1913
- Oniscidae Latreille, 1806
- Philosciidae Vandel, 1952; Taiti & Ferrara, 1980: 54; 1982: 1
- Platyarthridae Verhoeff, 1949
- Porcellionidae Brandt & Ratzeburg, 1831; Vandel, 1962: 575
- Pudeoniscidae Lemos de Castro, 1973
- Rhyscotidae Budde-Lund, 1904
- Scleropactidae Verhoeff, 1938
- Styloniscidae Vandel, 1952
- Trachelipodidae Strouhal, 1953
- Trichoniscidae Sars, 1899
- Tylidae Milne Edwards, 1840

Algumas espécies, tais como *Armadillidium vulgare*, *Armadillo spp.* e *Porcelio scaber*, encontram-se disseminadas ao redor do mundo, ocorrendo em vários tipos de habitat (PAOLETTI & HASSALL, 1999).

Morfologia

Os Isopoda possuem um corpo achatado dorsoventralmente, com a cabeça em formato de escudo e as placas dorsais (tergos) projetadas lateralmente. Os segmentos abdominais podem ser distintos ou fundidos em diversos graus, sendo que o último segmento abdominal está quase sempre fundido com o telson.

As peças bucais tendem a ser compactas, formando uma massa bucal prognata, protegida por apêndices especializados. Durante a alimentação o alimento é sustentado pelas pernas anteriores, enquanto a mastigação é feita pelas peças bucais.

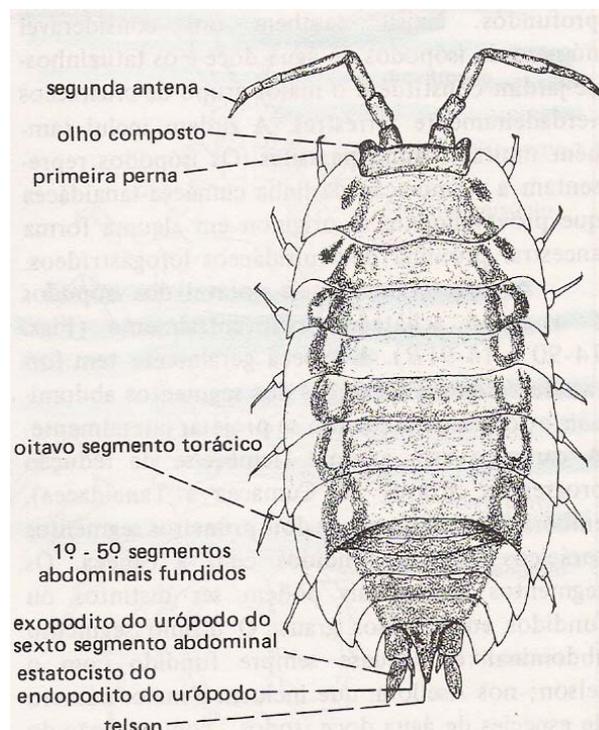


Figura 1- Padrão morfológico básico dos isópodes terrestres (*Oniscidae*), com os principais tipos de apêndices (BARNES, 1984).

Tipos Ecomorfológicos

Os isópodes terrestres desenvolveram diferentes categorias de arquiteturas corporais que estão intimamente relacionadas ao tipo de ambiente colonizado e ao comportamento dos grupos considerados. É claro que existem formas transicionais que apresentam características intermediárias entre os tipos ecomorfológicos já descritos, no entanto

90% das espécies podem ser facilmente classificadas neste tipos (SCHMALFUSS, 1984).

Os “corredores” típicos possuem um corpo estreito e alongado, pernas fortes e tergos delicados. Ao encontrarem-se descobertos, correm até encontrar um novo local que lhes sirva de abrigo (Figura 2).

Representantes desta categoria podem ser encontrados na família Philosciidae, na subfamília Trichoniscinae e nos gêneros *Ligidium*, *Porcellionides* e *Protracheoniscus*. No mesmo gênero podem ser encontradas espécies com hábito corredor ou aderente, como no caso de *Porcellio* (SCHMALFUSS, 1984).

Os que possuem hábito “aderente”, têm as placas dorsais largas, com a borda côncava. Se repentinamente encontram-se descobertos, eles são capazes de pressionar o corpo ao substrato, aderindo as bordas côncavas, de tal modo que torna-se difícil removê-lo (Figura 2). São representantes deste hábito os gêneros: *Trachepilus*, *Nagurus*, e algumas espécies de *Porcellio* (SCHMALFUSS, 1984).

O nome vulgar “tatu-bola” é atribuído às espécies de “roladores”, cujo corpo tem uma seção transversal semi-circular, de tal modo que quando se enrolam formam uma esfera perfeita. Os genuínos roladores pertencem às famílias Armadillidae, Eubelidae, Armadillidiidae, Sphaerosniscidae e Tylidae (SCHMALFUSS, 1984).

Os “espiniformes”, por sua vez, além de terem protuberâncias em forma de espinho no dorso, também são capazes de se enrolar. Todos são habitantes do solo de florestas tropicais e essa armadura de espinhos provê uma proteção contra os predadores, em geral vertebrados (SCHMALFUSS, 1984).

Os “rastejadores” são definidos de acordo com as seguintes características: possuem no máximo 5 mm, tergitos com estruturas em arco longitudinais, seção do corpo cilíndrica e pernas curtas e frágeis. São habitantes de interstícios e cavernas. As estruturas em arco minimizam a possibilidade de contato com substratos úmidos, evitando que o animal fique preso (SCHMALFUSS, 1984).

Os “não-conformistas” constituem uma reunião de arquiteturas corporais que não se enquadram em nenhuma outra, geralmente por terem adaptações específicas para um determinado nicho ou habitat,

tais como os que são habitantes de ninhos de aves, ou os que se enterram na areia para escapar de predadores (SCHMALFUSS, 1984).

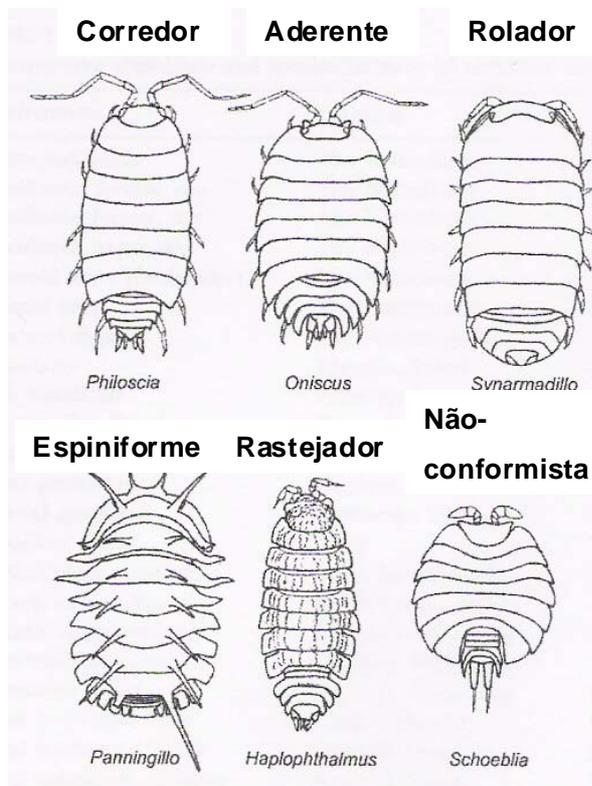


Figura 2- Tipos ecomorfológicos de isópodes terrestres (modificado a partir de SCHMALFUSS (1984).

Coleta e Preservação

Os isópodes podem ser coletados diretamente do ambiente com pinça ou sugador como os que normalmente se usam para a coleta de insetos. Este tipo de coleta tem um objetivo mais qualitativo, possibilitando que se busque diferentes tipos morfológicos.

Para amostragens quantitativas, pode-se fazer uso de quadrats de 40x40 cm de serrapilheira ou solo e a retirada dos espécimes por catação manual, como sugere PAOLETTI & HASSAL (1999).

As metodologias convencionalmente usadas para amostragem de fauna de solo funcionam bem para a coleta de Isopoda. A extração feita com funis de Berlese-Tüllgren ou com extratores de alto gradiente, com amostras de solo de diferentes tamanhos parecem ser mais eficientes, principalmente para as espécies de solo de tamanho

reduzido, como os das famílias Philosciidae, Platyarthridae e Trachelipidae nas regiões tropicais (PAOLETTI & HASSAL, 1999). Os extratores Winkler, por sua vez, não são adequados. KRELL et al. (2005) verificaram que os isópodes levavam até 7 semanas para deixarem a amostra e serem capturados em um extrator Winkler, e que somente 57% dos indivíduos chegavam à amostra.

A amostragem por monolitos de solo, proposta pelo Programa Tropical Soil Biology and Fertility (ANDERSON & INGRAM, 1993), também possibilita a coleta deste grupo, mas cuidados adicionais devem ser tomados, devido à alta mobilidade de algumas espécies que podem escapar da amostra.

As armadilhas “pitfall” são um método passivo, onde os animais caem na amostra. São menos laboriosas do que outros métodos de amostragem. Com esta metodologia é possível capturar um número relativamente grande de espécies, embora não se mostre adequada para estimar abundâncias (TOPPING & SUNDERLAND, 1992).

Para preservação, os espécimes devem ser fixados diretamente no álcool 70% e após 2 a 3 dias transferidos para álcool 75% com algumas gotas de glicerol (KASPRZAK, 1993).

Funcionalidade

Os isópodes são funcionalmente descritos como saprófagos, atuando principalmente na quebra da matéria vegetal, promovendo a sua fragmentação, sendo portanto considerados decompositores primários. Como não estão bem adaptados para cavar, não possuem uma atuação relevante na estruturação do solo. São originalmente onívoros, mas se alimentam preferencialmente de material vegetal em decomposição, que já sofreu algum tipo de ataque microbiano (SUTTON, 1972). As mandíbulas esclerotizadas tornam os isópodes capazes de mastigar o material vegetal da serrapilheira (WOLTERS & EKSHITT, 1997). A eficiência de assimilação está em torno de 10 a 70% (WARBURG, 1993). Além de serem saprófagos, os isópodes são coprófagos, ingerindo as próprias fezes (FACELLI & PICKETT, 1991); as fezes de outros animais saprófagos (SZLÁVECZ & POBOSZSNY, 1995) e as fezes de insetos fitófagos que caem no chão da floresta (ZIMMER & TOPP, 2002). A coprofagia resulta em uma redução da

relação C/N e maior atividade microbiana do que quando os isópodes se alimentam de serrapilheira (ZIMMER & TOPP, 2002).

As limitações impostas por uma dieta de origem essencialmente vegetal resultaram em algumas adaptações importantes. A associação com microrganismos é fundamental para a decomposição, já que os isópodes não são capazes de produzir enzimas que quebrem moléculas extremamente abundantes na matéria vegetal, como a celulose e a lignina. A sua atividade enzimática está restrita à produção de carboidrases, proteases, desidrogenases, esterases, lipases, arilamidases e oxidases (ZIMMER, 2002). A presença de *Bacillus cereus* e outras linhagens de *Bacillus* no tubo digestivo de *Porcellio scaber* assegura a produção de celulasas e hemicelulasas que são responsáveis por etapas essenciais da degradação dos polímeros vegetais (KÖNIG, 2006).

O consumo de serrapilheira pelos isópodes em experimentos feitos em microcosmo demonstrou uma ação estimuladora da comunidade microbiana do solo, promovendo um aumento da biomassa e da respiração microbianas. Como resultado, um aumento na disponibilidade de macronutrientes na superfície do solo também foi observado (KAUTZ & TOPP, 2000).

Uma outra adaptação importante é a produção de surfactantes, que são substâncias detergentes que reduzem a tensão superficial do conteúdo digestivo (ZIMMER, 1997). Estas substâncias são importantes para prevenir a ação de taninos na complexação de proteínas e enzimas digestivas. A função dos taninos nas plantas é criar um impedimento para a herbivoria, no entanto, eles persistem algum tempo na folha, mesmo após a sua senescência. A ação da chuva e de microrganismos da serrapilheira é capaz de reduzir a concentração desses polifenóis hidrossolúveis. Esta é a principal razão pela qual a fauna de solo saprófaga prefere consumir a serrapilheira já em decomposição do que a recém aportada ao solo. Experimentos demonstram inclusive que a intensa colonização microbiana de um substrato atua como um sinal, estimulando o consumo dos isópodes (ZIMMER et al., 2003).

As características da matéria orgânica e do solo, além das condições climáticas do ambiente, interferem diretamente no desenvolvimento dos isópodes. Serrapilheiras de baixa qualidade ou que estejam

contaminadas com metais pesados são menos consumidas, resultando em menor assimilação, reprodução e sobrevivência (LOUREIRO et al., 2006). Em certas situações, a serrapilheira de espécies vegetais introduzidas é rejeitada, e quando consumida, não promove ganho de peso para o animal, como o que foi observado para algumas espécies de *Acacia*, em Portugal (SOUSA et al., 1998). Também foi observado que as serrapilheiras de espécies vegetais crescidas em atmosfera com elevada concentração de CO₂, eram menos consumidas (-16%) do que em atmosfera padrão (COTRUFO et al., 1998).

Os isópodes respondem positivamente à adição de matéria orgânica ao solo, colonizando rapidamente pilhas de esterco e resíduos de cultura, mesmo quando estes contêm concentrações elevadas de xenobióticos (LOUREIRO et al., 2006). Da mesma forma, em florestas manejadas, observou-se uma alta densidade de isópodes em acúmulos de detritos de madeira sobre o solo (JABIN et al., 2004). Aliando-se ao fato de que são capazes de promover uma perda significativa de massa da matéria orgânica depositada (IRMLER, 2000), é possível imaginar o manejo desses organismos para otimizar os processos de decomposição, tanto em pilhas de composto, quanto em situações de cultivos que utilizem coberturas de solo.

Potencial de Utilização como Bioindicadores

A ocorrência de espécies de Isopoda e o número de indivíduos têm sido usados como indicadores da qualidade de paisagens naturais e antropizadas. No entanto, de acordo com PAOLETTI & HASSAL (1999), ainda é necessário um grande esforço de pesquisa para determinar níveis de abundância e diversidade associadas a cada tipo de paisagem. No Brasil, a maior parte dos trabalhos são de caráter taxonômico ou da biologia de determinadas espécies (ALMERÃO et al., 2006; ARAÚJO & BOND-BUCKUP, 2005).

No entanto, algumas tendências em relação à abundância parecem ocorrer de maneira generalizada. De acordo com PAOLETTI & HASSAL (1999), a abundância é maior em pradarias semi-naturais do que em ambientes florestais, que por sua vez, abrigam uma maior densidade do que as áreas agrícolas.

Dados da região sudeste do Brasil, demonstram que nos ambientes florestais, os isópodes são em geral mais abundantes, com densidades que variam de 19 a 370 indivíduos.m⁻², sendo que em ambientes mais úmidos, as densidades são mais elevadas. Um exemplo desta variação é encontrado na Tabela 1, para as áreas de floresta secundária seca e úmida, em Valença (RJ). Estas florestas são adjacentes e com o mesmo tempo de regeneração, sendo sua principal diferença, a face da encosta exposta mais ao sol, fazendo com que seja mais seca. A amostragem feita na mesma época e com a mesma metodologia, mostra que na floresta mais úmida pode ser encontrado quase o dobro do número de indivíduos (CORREIA et al., 2001).

Em cultivos anuais, a variação foi de 3 a 24 indivíduos, mas é interessante notar que a densidade mais elevada dentre as situações apresentadas na Tabela 1, é a do consórcio entre maracujá e o amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*), em sistema de produção agroecológica. A densidade variou entre 211 a 600 indivíduos.m⁻², dependendo da época de amostragem (CORREIA & PINHEIRO, 1999). Muito provavelmente a cobertura do solo com *A. pintoii* e o sombreamento promovido pelo manejo do maracujá em “cortinas”, tenham fornecido um ambiente rico em matéria orgânica de alta qualidade, e com temperaturas amenas e boas condições de umidade.

Tabela 1- Densidades de isópodes, expressas em número de indivíduos.m⁻², em diferentes tipos de paisagem na região sudeste.

Vegetação	Indivíduos.m ⁻²	Localidade	Paisagem	Estado	Solo	Metodologia	Referência
Cultivos							
Cultivos anuais	3 a 24	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF ¹	REIS (2000)
Cana-de-açúcar	27 a 38	Seropédica	Produção Agroecológica	RJ	Argissolo	Berlese ²	CORREIA & PINHEIRO (1999)
Consórcios							
Maracujá/ <i>Arachis pintoi</i>	211 a 600	Seropédica	Produção Agroecológica	RJ	Argissolo	Berlese	CORREIA & PINHEIRO (1999)
Milho/Caupi	3 a 11	Seropédica	Produção Agroecológica	RJ	Argissolo	Berlese	CORREIA & PINHEIRO (1999)
Mandioca	3	Ubatuba	Encosta	SP	Cambissolo	Berlese	SILVA (2005)
Pousios 1 a 5 anos	37 a 100	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF	REIS (2000)
Mata Atlântica							
Floresta secundária (15 anos)	40	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF	REIS (2000)
Floresta secundária (30 anos)	59	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF	REIS (2000)
Floresta secundária (70 anos)	43	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF	REIS (2000)
Floresta secundária	92	Paraty	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Floresta secundária úmida	215	Valença	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Floresta secundária seca	115	Valença	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Floresta secundária	19	Ubatuba	Encosta	SP	Cambissolo	Berlese	SILVA (2005)
Floresta Atlântica	220	Linhares	Tabuleiros	ES	*	Berlese	CORREIA (1994)
Floresta Atlântica	150	Maricá	Restinga	RJ	Areias Quartzosas	Berlese	OLIVEIRA (1997)
Floresta Atlântica	370	Ilha Grande	Ilha/Encosta	RJ		Berlese	SILVA (1998)
Floresta Atlântica	45	Ubatuba	Encosta	SP	Cambissolo	Berlese	SILVA (2005)
Floresta Atlântica	32	Paraty	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Plantios Florestais							
Sistema Agroflorestal	70	Paraty	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Acacia mangium	229	Seropédica	Baixada	RJ	Planossolo	Berlese	COSTA (2002)
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	223	Seropédica	Baixada	RJ	Planossolo	Berlese	COSTA (2002)
<i>Eucalyptus grandis</i>	288	Seropédica	Baixada	RJ	Planossolo	Berlese	COSTA (2002)
Pastagens							
Pasto	0	Bom Jardim	Encosta	RJ	Cambissolo	TSBF	REIS (2000)
Pasto	1,8	Paraty	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)
Pasto abandonado	67	Valença	Encosta	RJ	*	TSBF	CORREIA et al. (2001)

*- Não há informações sobre o tipo de solo.

¹-Metodologia de monolitos de solo descrita por Anderson & Ingram (1993).; ²-Metodologia de extratores Berlese-Tüllgren (GARAY, 1989).

Os plantios florestais também apresentaram densidades elevadas, independentemente da espécie arbórea, variando entre 229 e 288 indivíduos.m⁻². As mais baixas densidades foram registradas para as áreas de pastagem com 1,8 indivíduos.m⁻², em área de pastagem em Paraty (RJ). No entanto, quando a pastagem encontra-se abandonada e iniciando a sucessão vegetal, a colonização de isópodes ocorre e a densidade chega a 67 indivíduos.m⁻² (CORREIA et al., 2001).

Em relação à diversidade de espécies, há uma queda no número de espécies em áreas de agricultura e silvicultura intensiva, provavelmente decorrente da alta mortalidade promovida por efeitos diretos e indiretos do manejo, tais como a aplicação de inseticidas e herbicidas (PAOLETTI & HASSALL, 1999).

Além dos parâmetros de densidade e diversidade utilizados como bioindicadores da qualidade do ambiente, os isópodes têm sido amplamente utilizados na pesquisa sobre contaminação e bioacumulação de metais pesados no solo, em parte, por serem relativamente grandes, abundantes e fáceis de coletar e manter em laboratório. Além disso, eles são capazes de acumular altos níveis de cobre e outros metais pesados (HASSALL, 2005), por terem adotado uma estratégia de tolerância, acumulando e imobilizando estes metais, em vez de diminuir a absorção ou aumentar a excreção (PAOLETTI & HASSALL, 1999). A acumulação ocorre em um órgão chamado hepatopâncreas, que tem por finalidade produzir enzimas para o metabolismo e acumular substâncias de reserva (SCHILL & KÖHLER, 2004). Aparentemente, estocar e imobilizar seria mais econômico em termos energéticos do que realizar um transporte ativo para excretar os metais pesados. A intensidade dos comportamentos de resposta à contaminação: rejeição do alimento, acumulação ou excreção, é variável entre espécies, como observaram SCHILL & KÖHLER (2004). Segundo estes autores *Oniscus asellus* exibe um comportamento de acumulação constante de tal forma, que o número e tamanho de grânulos no hepatopâncreas que continham metais era proporcional à distância da fonte de contaminação. No caso de *Porcellio scaber*, a acumulação ocorre até um nível de contaminação, e depois o alimento é rejeitado. Da mesma forma, a acumulação de metais interfere com o acúmulo de substâncias de reserva em *O. asellus*, enquanto que em *P. scaber* isso não acontece.

Linhas de Pesquisa Promissoras

Apesar de serem um grupo com ampla distribuição geográfica, com várias espécies cosmopolitas, existem várias lacunas no conhecimento sobre a biologia dos Isopoda. HASSAL et al. (2005) sumarizaram quais as principais questões científicas e linhas de pesquisa de maior relevância sobre os isópodes e que foram discutidas no VI Simpósio Internacional sobre a Biologia dos Isopoda Terrestre. São elas:

- Em termos fisiológicos e moleculares, a atuação enzimática na absorção do cobre que é essencial para a produção de hemocianina, a molécula de transporte de gases nos crustáceos, ainda é desconhecida. Da mesma forma, sobre os fatores de regulação da concentração de cobre e outros metais pesados e os mecanismos de absorção/ excreção existe pouca informação disponível.
- A utilização de isópodes em estudos ecotoxicológicos se desenvolveu por serem organismos sensíveis a diferentes componentes químicos e apresentarem bioacumulação. No entanto, eles são capazes de colonizar ambientes altamente contaminados. Quais são os mecanismos de tolerância ou adaptação aos contaminantes?
- Outra questão faz referência às interações com a microbiota. Sabe-se que tais associações são essenciais, no entanto, pouco se sabe sobre que grupos de microrganismos mais tem efeito sobre os isópodes ou como estes se beneficiam da ingestão da serrapilheira colonizada pela microbiota.
- Como os isópodes exibem fototaxia negativa, ou seja, fogem de ambientes iluminados, pouco se sabe do seu comportamento, especialmente o reprodutivo. Neste sentido, estudos com microsátélites podem ajudar a traçar árvores genealógicas e esclarecer questões sobre competição reprodutiva.
- Questões ecológicas ligadas à história de vida, ou seja, às diferentes estratégias e atributos da população, que fazem com que ela cresça e permaneça no ambiente, ainda estão por ser esclarecidas.

- Novas espécies têm sido descritas, em todo o mundo. Como estas descobertas, e a aplicação de técnicas moleculares podem aperfeiçoar o conhecimento filogenético dos Isopoda terrestres?

Por fim, é importante considerar o potencial deste grupo em agroecossistemas, principalmente os de base conservacionista. Como estimular a diversidade, abundância e atividade destes organismos? O manejo deste e de outros grupos benéficos da fauna do solo é um dos principais desafios de pesquisa em Biologia do Solo.

Referências Bibliográficas

ALMERÃO, M. P.; MENDONÇA JR., M.S.; QUADROS, A.F.; PEDÓ, E.; SILVA, L.G.R; ARAÚJO, P.B. Terrestrial isopod diversity in the subtropical Neotropics: Itapuã State Park, southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v.94, p. 473-477, 2005.

ANDERSON, J. D. ; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility**: a handbook of methods. 2. ed. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 171 p.

ARAÚJO, P.B.; BOND-BUCKUP, G. Population structure and reproductive biology of *Atlantoscia floridana* in southern Brazil. **Zootaxa**, v. 1018, p. 55-60, 2005.

CASEIRO, I.; SANTOS, S.; SOUSA, J.P.; NOGUEIRA, A.J. A; SOARES, A. M.V.M. Optimization of culture conditions of *Porcellio dilatatus* (Crustacea, Isopoda) for laboratory test development. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 47, p. 285-291, 2000.

CORREIA, M.E.F. **Organização da Comunidade de Macroartrópodos Edáficos em um Ecossistema de Mata Atlântica de Tabuleiros, Linhares (E.S.)**. 1994. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CORREIA, M. E. F.; LIMA, D. A.; FRANCO, A. A. ; CAMPELLO, E. F. C.; TAVARES, S. R. L. Comunidades da macrofauna do solo em áreas de floresta secundária de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. In: **V Congresso Brasileiro de Ecologia do Brasil**, UFRGS, Porto Alegre, CD, 2001

CORREIA, M.E.F.; PINHEIRO, L. A. B. Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica, Seropédica (R.J.). Embrapa Agrobiologia, Embrapa CNPAB-**Circular Técnica**, n. 3, 1999, 15 P.

COSTA, P. **Fauna do solo em plantios experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd.** 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

COTRUFO, M.F.; BRIONES, M.J.I.; INESON, P. Elevated CO₂ affects field decomposition rate and palatability of tree leaf litter: Importance of changes in substrata quality. **Soil Biology Biochemistry**, v. 30, n.12, p. 1565-1571, 1998.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamic and effects on plant community structure. **Botanical Reviews**, v. 57, 1-32, 1991.

HASSALL, M.; ZIMMER, M.; LOUREIRO, S. Questions and possible new directions for research into the biology of terrestrial isopods. **European Journal of Soil Biology**, v. 41, p.57-61, 2005.

HOLDICH, D.M. The cuticular surface of woodlice: a search for receptors. In: SUTTON, S.L.; HOLDICH, D.M. **The biology of terrestrial Isopods**. Proceedings of a Symposium at the Zoological Society of London, 1983, n. 53, p. 9-48, 1984.

IRMLER, U. Changes in the fauna and its contributions to mass loss and N release during leaf litter decomposition in two deciduous forests. **Pedobiologia**, v. 44, p. 105-118, 2000.

JABIN, M.; MOHR, D.; KAPPES, H.; TOPP, W. Influence of deadwood on density of soil macro-arthropods in a managed oak- beech forest. **Forest Ecology and Management**, v. 194, p.61-69, 2004.

KASPRZAK, K. Methods for fixing and preserving soil animals. In: GÓRNY, M.; GRÜM, L. **Methods in soil zoology**. Polish Scientific Publishers, Warszawa, p. 321-345, 1993.

KAUTZ, G.; TOPP, W. Acquisition of microbial communities and enhanced availability of soil nutrients by the isopod *Porcellio scaber* (Latr.) (Isopoda: Oniscidae). **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, p.102-107, 2000.

KÖNIG, H. Bacillus species in the intestine of termites and other soil invertebrates. **Journal of Applied Microbiology**, v. 101, p. 620-627, 2006.

KRELL, F-T; CHUNG, A.Y.C.; DEBOISE, E.; EGGLETON, P.; GIUSTI, A.; INWARD; KRELL-WESTERWALBESLOH, S. Quantitative extraction of macro-invertebrates from temperate and tropical leaf litter and soil: efficiency and time-dependent taxonomic biases of the Winkler extraction. **Pedobiologia**, v. 49, p.175-186, 2005.

LOUREIRO, S.; SAMPAIO, A.; BRANDÃO, A.; NOGUEIRA, A.J. A.; SOARES, A. Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. **Science of Total Environment**, v. 369, p. 119-128, 2006.

OLIVEIRA, L.C.M. **Caracterização da comunidade de macroartrópodes edáficos em uma mata de restinga, Maricá (R.J.)**. 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PAOLETTI, M. G.; HASSAL, M. Woodlice (Isopoda: Oniscidae): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 157-165, 1999.

REIS, L.L. **Sistema de Agricultura Migratória na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro: Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade**. 2000. 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SCHILL, R.O.; KÖHLER, H-R. Energy reserves and metal-storage granules in the hepatopancreas of *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber* (Isopoda) from a metal gradient in Avonmouth, UK. **Ecotoxicology**, v. 13, p. 787-796, 2004.

SCHMALFUSS, H. Eco- morphological strategies in terrestrial isopods. In: SUTTON, S.L.; HOLDICH, D.M. **The biology of terrestrial Isopods**. Proceedings of a Symposium at the Zoological Society of London, 1983, n. 53, p. 49-63, 1984.

SILVA, R.F. **Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura**. 1998. 165f. Dissertação (Mestrado em Agronomia- Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SUTTON, S.L. Woodlice. Ed. Ginn, Londres, 1972.

SOUSA, J.P.; VINGADA, J.V.; LOUREIRO, S.; GAMA, M.M. da; SOARES, A. M.V.M. Effects of introduced exotic tree species on growth, consumption and assimilation rates of the soil detritivore *Porcellio dilatatus* (Crustacea : Isopoda). **Applied Soil Ecology**, v.9, p. 399-403, 1998.

SZLÁVE CZ, K.; POBOZSNY, M. Coprophagy in isopods and diplopods: a case for indirect interaction. **Acta Zoologica Fennica**, v. 196, p. 124-128, 1995.

TOPPING, C.J.; SUNDERLAND, K.D. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies by a study of spiders in a field of winter wheat. **Journal of Applied Ecology**, v. 29, p. 485-491, 1992.

WARBURG, M.R. Evolutionary Biology of Land Isopods. Springer Verlag, Berlim, 1993, 159 p.

WOLTERS, V.; EKSCHMITT, K. Gastropods, isopods, diplopods and chilopods: neglected groups of the decomposer food web. In: BENCKISER, G. Fauna in soil ecosystems. Recycling process, nutrient fluxes, and agricultural production. Ed. Marcel Decker inc., New York, 1997, 414 p.

ZIMMER, M. Surfactants in the gut fluids of *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidae), and their interactions with phenolics. **Journal of Insect Physiology**, v.43, n.11, p. 1009-1014, 1997.

ZIMMER, M. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidae): an evolutionary- ecological approach. **Biological Reviews**, v. 77, p. 455-493, 2002.

ZIMMER, M.; KAUTZ, G.; TOPP, W. Leaf litter-colonizing microbiota: supplementary food source or indicator of food quality for *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidae)? **European Journal of Soil Biology**, v. 39, p. 209-216, 2003.

ZIMMER, M.; TOPP, W. Relationships between woodlice (Isopoda: Oniscidae) and microbial density and activity in the field. **Biology and Fertility of Soils**, v.30, p. 117-123, 1999.

ZIMMER, M.; TOPP, W. The role of coprophagy in nutrient release from feces of phytophagous insects. **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, p. 1093-1099, 2002.

Embrapa

Agrobiologia

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

