

**Anais do 5º Encontro
Latino Americano de
Ecologia e Taxonomia
de Oligoquetas
de 8 e 9 de junho de 2015
Curitiba, PR, Brasil
2ª edição**



ELAETAO

ISSN 1980-3958
Dezembro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 311

**Anais do 5º Encontro Latino
Americano de Ecologia e
Taxonomia de Oligoquetas
de 8 e 9 de junho de 2015
Curitiba, PR, Brasil
2ª edição**

*Marie Luise Carolina Bartz
George Gardner Brown*
Editores

Embrapa
Brasília, DF
2017

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,

83411-000, Colombo, PR - Brasil

Caixa Postal: 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

www.embrapa.br/florestas

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê Local de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente: José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida e Neide Makiko Furukawa

Membros: Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego, Guilherme

Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria

Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderês Aparecida de Sousa

Revisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos

Normalização bibliográfica: Francisca Rasche

Editoração eletrônica: Luciane Cristine Jaques

1ª edição - versão digital (2015)

2ª edição - versão digital (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Florestas

Encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas (5. :
2015 : Curitiba, PR, Brasil).

Anais, 5º Encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas, Curitiba, 8 e 9 de junho de 2015. [recurso eletrônico] / editores técnicos: Marie Luise Carolina Bartz, George Gardner Brown.

– 2. ed. - Colombo : Embrapa Florestas, 2017.

132 p. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 311)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

Título da página da web (acesso em 30 dez. 2017).

1. Oligoquetas – Evento. 2. Fauna do solo. 3. Ecologia. 4. Taxonomia. I. Bartz, Marie Luise Carolina. II. Brown, George Gardner. III. Série.

CDD (21 ed.) 631.46

© Embrapa 2017

Editores

Marie Luise Carolina Bartz

Bióloga, doutora em Agronomia, professora da
Universidade Positivo, Curitiba, PR

George Gardner Brown

Agrônomo, doutor em Ecologia, pesquisador da
Embrapa Florestas, Colombo, PR

Comissão Organizadora

George Gardner Brown, Embrapa Florestas
Marie Luise Carolina Bartz, Universidade Positivo
Klaus Dieter Sautter, Universidade Positivo
Ana Meyer, Universidade Positivo
Patrick Lavelle, Institut de Recherche pour le Développement
Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Embrapa Florestas
Jeferson Dieckow, Universidade Federal do Paraná
Luis Cunha, Cardiff University
Peter Kille, Cardiff University
Elena Velásquez, Universidad Nacional de Colombia

Comissão Científica

George Gardner Brown, Embrapa Florestas
Marie Luise Carolina Bartz, Universidade Positivo
Patrick Lavelle, Institut de Recherche pour le Développement
Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Embrapa Florestas
Jeferson Dieckow, Universidade Federal do Paraná
Zaida Inês Antonioli, Universidade Federal de Santa Maria
Amarildo Pasini, Universidade Estadual de Londrina
Luis Cunha, Cardiff University
Peter Kille, Cardiff University
Elena Velásquez, Universidad Nacional de Colombia

Nota: Os trabalhos que integram estes Anais do 5º ELAETAO foram submetidos à análise da Comissão Científica do evento. O processo de seleção seguiu critérios preestabelecidos por esta Comissão. Contudo, todas as afirmativas, opiniões, conceitos, resultados e conclusões, citações e referências, aqui documentadas, são de inteira responsabilidade de seus autores.

Apresentação

O solo abriga e sustenta uma ampla gama de organismos, incluindo engenheiros do ecossistema que mundialmente representam milhares de espécies importantes para o funcionamento edáfico. Os engenheiros edáficos incluem as minhocas, as formigas e os cupins, além de algumas espécies de milipéias e besouros que modificam a estrutura do solo e a distribuição de recursos (especialmente matéria orgânica) no solo para outros organismos, incluindo as raízes das plantas. Esses animais afetam diversos serviços ambientais considerados de grande importância para produção agrícola e florestal sustentável, como a produção vegetal, a emissão de gases de efeito estufa, o controle da erosão e de pragas e doenças das plantas e dos animais, a retenção e infiltração da água no solo, a dispersão de sementes, a polinização, a ciclagem de nutrientes e a pedogênese.

Portanto, o presente evento visa compartilhar as experiências obtidas pelos diversos grupos de pesquisadores trabalhando com oligoquetas terrestres. A 5ª edição do Encontro Latino-Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETAO) reuniu os maiores especialistas em oligoquetas terrestres na América Latina.

Comissão Organizadora

**5º ENCONTRO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA E TAXONOMIA DE OLIGOQUETAS
(ELAETAO)
8 E 9 DE JUNHO**

08/jun	9:00-9:15	<i>Abertura do ELAETAO5</i> , representantes das instituições organizadoras
	9:15-9:30	<i>Introdução ao Encontro, apresentação do cronograma das atividades</i> , George Brown, Embrapa Florestas
	9:30-10:00	<i>Palestra introdutória</i> , Earthworms in a self-organized soil: seven remaining questions without clear answers, Patrick Lavelle, IRD, Cali, Colômbia
	10:00-10:20	Coffee-break (Hall do Bloco Vermelho)
	10:20-10:40	<i>Using molecular tools to describe the origin and expansion of invasive species</i> , Lise Dupont, UPEC, Paris, França
	10:40-11:00	<i>Explorando a biodiversidade das minhocas nas florestas tropicais usando o Barcoding de DNA</i> , Thibaud Decaëns, CEFÉ, Montpellier, França
	11:00-11:20	<i>O potencial do DNA Barcode para a taxonomia de minhocas: Identificação e conservação de espécies brasileiras</i> , Elodie da Silva, Embrapa Florestas/CNPq, Colombo
	11:20-11:40	<i>Genotyping of putative <u>Urobenus brasiliensis</u> Benham, 1886 (Clitellata: Rhinodrilidae) reveals geographically clustered cryptic lineages</i> , Samuel James, University of Iowa, USA
	11:40-12:00	<i>Hot but not too hot to handle: Earthworms living in a volcanic edge</i> , Luis Cunha, Cardiff University/Embrapa Florestas, Colombo
	12:00-13:40	Almoço
	13:40-14:00	<i>Drilobase, a global database on earthworms</i> , Dr. Emanuel Lapiéd, Bioforsk, Ås, Noruega
	14:00-14:20	<i>Local extinction of earthworm diversity in Eastern Amazon threatens soil ecosystem services</i> , Guillaume Rousseau, UEMA, São Luis
	14:20-14:40	<i>Riqueza de minhocas e conservação dos remanescentes florestais do Centro de Endemismo Belém no Pará, Brasil</i> , MarluCIA Martins, MPEG, Belém
	14:40-15:00	<i>Registro de minhocas em unidades de conservação do Brasil – 12 anos de trabalhos!</i> Marie Bartz, Universidade Positivo, Curitiba
	15:00-15:30	Coffee-break (Hall do Bloco Vermelho)
	15:30-15:50	<i>Composição das comunidades de minhocas nas regiões de San Casimiro e La Cortada del Papelón, estados Aragua e Miranda, Venezuela</i> , Luis Hernández, UEMA, São Luis
	15:50-16:10	<i>Enquitreídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta) em diferentes usos do solo no Estado do Paraná</i> , Cíntia Niva, Embrapa Cerrados, Planaltina
	16:10-17:10	Workshop <i>Uso de técnicas moleculares para detecção de biodiversidade de oligoquetas</i>
	17:10-17:30	Relatório dos grupos e discussão geral
	17:30	Encerramento das atividades do dia

09/jun	9:00-9:30	<i>Earthworms and plant growth: Novel mechanisms and their implications</i> , Manuel Blouin, UPEC, Paris, França
	9:30-9:50	<i>A metagenomics approach towards the understanding of earthworm-microbe interaction in sugarcane rhizosphere</i> , Lucas Braga, CENA/USP, Piracicaba
	9:50-10:10	<i>Las lombrices: ingenieros claves en la recuperación de suelos degradados en cultivos de té en la China</i> , Elena Velásquez, UNAL, Palmira, Colômbia
	10:10-10:30	Coffee-break (Hall do Bloco Vermelho)
	10:30-10:50	<i>Identification of the origin and age of soil aggregates using NIRS</i> , Anne Zangerlé, Universität Tübingen, Braunschweig, Alemanha
	10:50-11:10	<i>Atributos físico-químicos de coprólitos de <u>Rhinodrilus alatus</u>, <u>Glossoscolex paulistus</u> e <u>Glossoscolex sp.</u></i> Guilherme Cardoso, UFPR/Embrapa Florestas, Curitiba
	11:10-11:30	<i>Evaluation of soil quality in different land-use systems of Southern Brazil</i> , Elodie da Silva, Embrapa Florestas/CNPq, Colombo, Brasil
	11:30-11:50	<i>Minhocas como bioindicadoras da qualidade dos solos brasileiros</i> , Herlon Nadolny, UFPR/Embrapa Florestas, Curitiba
	11:50-12:10	<i>Relações entre populações de minhocas (Annelida : Oligochaeta) e atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais manejados na Amazônia Brasileira</i> , Sandra Tapia Coral, UNAL, Letícia, Colômbia
	12:10-13:40	Almoço
	13:40-14:00	<i>Oligoquetos (<u>Amyntas spp.</u>) e fitonematóides (<u>Meloidogyne javanica</u>) na cultura do tomateiro (<u>Solanum lycopersicum</u>)</i> , Wilian Demetrio, UFPR, Curitiba
	14:00-14:20	<i>População de minhocas em áreas cultivadas com arroz na UFSM</i> , Zaida Antonioli, UFSM, Santa Maria
	14:20-14:40	<i>O uso de enquitreídeos (Oligochaeta, Enchytraeidae) como bioindicadores em solo de cultivo orgânico e convencional</i> , Orlando Assis, UTFPR, EMATER, Curitiba
	14:40-15:00	<i>Ecotoxicogenomics of earthworms: overview of studies at Cardiff</i> , Petter Kille, Cardiff University, Gales
	13:40-15:40	<i>Ecotoxicity of mercury in <u>Eisenia andrei</u> and <u>Ponstoscolex corethrurus</u> as a tool of ecological risk assessment in tropical ecosystems</i> , Andressa Buch, UFF, Niterói
	15:40-16:00	<i>Vermicompostagem em propriedades de agricultores familiares</i> , Maria Eunice Souza, UFV, Viçosa
	16:00-16:20	<i>Comportamento de construção de câmara de estivação por <u>Rhinodrilus alatus</u> e sua relação com a pluviosidade</i> , Raquel Hosken da Silva, UFMG, Belo Horizonte
	16:20-18:00	Coffee-break (Hall dos pôsteres no bloco da Pós-Graduação) e Apresentação de Pôsteres
	18:00	Encerramento das atividades do dia

Sumário

Apresentações orais	12
Earthworms in a self-organized soil: seven remaining questions without clear answers.....	13
Using molecular tools to describe the origin and expansion of invasive species.....	19
Dissecting tropical earthworm biodiversity patterns in tropical rainforests through the use of DNA barcoding	21
Potencial do DNA barcode para a taxonomia de minhocas: identificação e conservação de espécies brasileiras.....	23
Genotyping of putative <i>Urobenus brasiliensis</i> Benham, 1886 (Clitellata: Rhinodrilidae) reveals geographically clustered cryptic lineages.....	25
Hot but not too hot to handle: earthworms living in a volcanic edge	27
The Drilobase project, a tool for knowledge dissemination and multi-topic scientific research on earthworms.....	29

Local extinction of earthworm diversity in eastern Amazon threatens soil ecosystem services	31
Riqueza de minhocas e conservação dos remanescentes florestais do Centro de Endemismo Belém no Pará, Brasil	33
Registro de minhocas em unidades de conservação do Brasil – 12 anos de trabalhos	35
Composição das comunidades de minhocas nas regiões de San Casimiro e La Cortada del Papelón, Estados Aragua e Miranda, Venezuela	37
Enquiteídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta) em diferentes usos do solo no Estado do Paraná.....	46
Earthworms and plant growth: novel mechanisms and their implications.....	48
A metagenomics approach towards the understanding of earthworm-microbe interaction in sugarcane rhizosphere.....	49
Las lombrices: ingenieros claves en la recuperación de suelos degradados en cultivos de té en la China	51
Near-Infrared Spectroscopy for identifying the origin of macroaggregates and burrows.....	53
Atributos físico-químicos de coprólitos de <i>Rhinodrilus alatus</i> , <i>Glossoscolex paulistus</i> e <i>Glossoscolex</i> sp.	54
Evaluation of soil quality in different land-use systems of South Brazil	56
Minhocas como bioindicadoras da qualidade dos solos brasileiros....	57

Relações entre populações de minhocas (Annelida : Oligochaeta) e atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais manejados na Amazônia Brasileira	67
Oligoquetos (<i>Amyntas</i> spp.) e fitonematóides (<i>Meloidogyne javanica</i>) na cultura do tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	69
População de minhocas em áreas cultivadas com arroz na UFSM.....	71
O uso de enquitreídeos (Oligochaeta, Enchytraeidae) como bioindicadores em solo de cultivo orgânico e convencional.....	73
Ecotoxicity of mercury in <i>Eisenia andrei</i> and <i>Ponstoscolex corethrurus</i> as a tool of ecological risk assessment in tropical ecosystems	75
Vermicompostagem em propriedades de agricultores familiares	77
Comportamento de construção de câmara de estivação por <i>Rhinodrilus alatus</i> e sua relação com a pluviosidade	79
Posters	89
Granulometria de resíduo sólido de frigorífico na vermicompostagem com esterco bovino.....	90
Macrofauna edáfica em agroecossistemas no Norte do Paraná	92
Influência do solo contaminado com cobre em minhocas <i>Eisenia andrei</i> Bouché (1972).....	94
Minhocas em sistemas de uso do solo: estudo de caso em Assistência, SP.....	101

Ecotoxicidade em minhocas do inseticida flubendiamida amplamente utilizado na cultura do tomate	103
Riqueza de espécies de minhocas em mata nativa, reflorestamento de <i>Araucaria angustifolia</i> e <i>Pinus elliottii</i> na Floresta Nacional de Três Barras, SC	105
Comunidades de minhocas em diferentes tipos de uso do solo localizados na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira- MG	107
Comunidades de minhocas em solos com diferentes usos no município da Lapa – Paraná	117
Notas sobre a ocorrência de <i>Rhinodrilus priollii</i> Righi 1967 (Annelida : Oligochaeta) em fragmento florestal na cidade de Manaus, Amazônia Brasileira	127
Indicadores de qualidade do solo em sistemas de uso do solo: estudo de caso em Assistência, SP	129
Engenheiros do solo em sistemas agroecológicos	131

Apresentações Orais

Earthworms in a self-organized soil: seven remaining questions without clear answers

*Patrick Lavelle*¹

*Alister Spain*²

The self-organization processes that start to operate early in soil formation continue to do so throughout soil development, remaining active in mature fully developed soils (LAVELLE et al., 2006; PERRY, 1995). Their continuing operation leads to the development within soils of a clearly defined hierarchical pattern whose units occur over five discrete spatial scales extending from micrometres to kilometres and greater. The units comprising each level in the hierarchy consist of subsystems of pores and aggregates created through the operation of physical, chemical and biological processes; each level supports a specific set of organisms.

Within the soil system, individual units occur within a nested structure of increasing size extending from:

1. the smallest biological aggregates formed by microbes, which occur at the scale of micrometres;
2. intermediate sized (50-100 μm) aggregates colonized by such micropredators as nematodes and protists that regulate microbial activities through predation;
3. the functional domains of ecosystem engineers (predominantly earthworms, termites and ants) that create biogenic pores and aggregates over scales extending from centimetres to metres;

¹*Intitut de Recherche pour le Développement, Cali, Colômbia, patrick.lavelle@ird.fr*

²*James Cook University, Townsville, Australia*

4. Soil horizons, considered as three-dimensional mosaics of similar structures of biogenic and physical origin;
5. Landscapes that group geographically related soils and their associated ecosystems within different landforms.

Earthworms, as predominant ecosystem engineers, play specific and well identified roles within this system (BLOUIN et al., 2005; BROWN et al., 1999, 2000; SCHEU, 2003). Activation and selection of the microbial component from the dormant soil microbial community occurs mainly in the anterior part of their gut through the addition of water and intestinal mucus (MARTIN et al., 1987) and the thorough mixing that takes place in the gizzard (BAROIS; LAVELLE, 1986; PASS, 2015; TRIGO et al., 1999). Stimulated through a priming reaction provoked by the presence of the mucus, selected microorganisms are expected to express their enzymatic abilities during passage through the first half of the gut. Further digestion of soil organic matter occurs during passage through the posterior part of the gut where mucus is no longer present. The products of this microbial digestion are finally assimilated by the earthworms and gut microbes.

The energy released through this mutualist digestion process largely fuels earthworm bioturbation activities. These lead to the accumulation of large biogenic structures, macropores and macroaggregates, which may comprise up to 90% of the volume of surface horizons in some soils (BLANCHART et al., 1999).

The three dimensional arrangement of pores and aggregates of biogenic origin provides habitats for smaller organisms (microorganisms and the micro- and mesofauna) (EMERSON, 2006) and creates conditions for the provision of ecosystem services at larger scales (LAVELLE et al., 2006):

- hydrological services, which are mediated through the control of soil porosity and associated water infiltration, retention and transfer processes;

- climate regulation services, which are enhanced through those earthworm activities that accelerate C cycling and allow sequestration of partially humified substrates within their compact cast structures (LAVELLE et al., 1993); and
- plant production services, which are stimulated by earthworms through a variety of chemical, physical and biological processes.

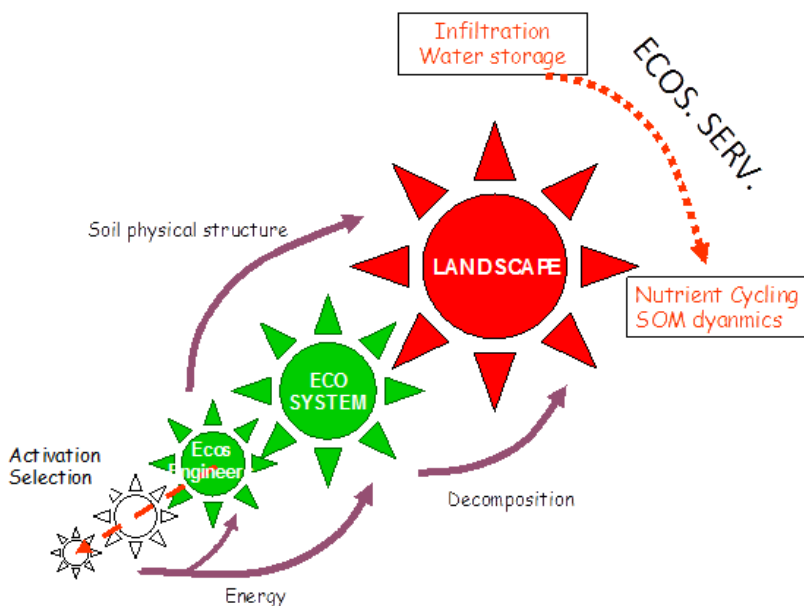


Fig. 1. Earthworms in a self-organized soil: interactions with other soil organisms and the provision of ecosystem services.

This holistic model is based on a number of hypotheses, not all of which have been completely verified. However, development of this model has led to the formulation of a number of questions related to soil function:

1. Which microbial communities are associated with the drilosphere?
Do they represent a component of a bulk soil microbial community that is temporarily enhanced during gut transit?

2. What happens when an earthworm ingests the diverse components of the soil foodweb? Are such components as protists and nematodes just digested or are specific groups promoted, for example mycorrhizae or plant pathogens, with further consequences for microbial control in the plant rhizosphere?
3. What are the structures and roles of ecological mediators, the chemical compounds with energetic and/or hormonal activity released by earthworms?
4. What are the exact energy and C balances of earthworm activities? To what degree do desiccated and partly desiccated casts protect C from mineralization and for how long do they need to remain intact in soil to equilibrate the C and energy costs of their formation?
5. What are the assembly rules constraining the mosaic of functional domains created by earthworms and other ecosystem engineers? Can we identify patterns that favour such soil functioning as water infiltration or retention?
6. What organisms create particular aggregate types and what are their turnover times under different environmental circumstances? The temporal and spatial dynamics of the mosaic of biogenic structures created by earthworms and other ecosystem engineers have been largely ignored. Can we understand and model such processes as their turnover?
7. How do earthworms stimulate the growth of plants and protect them from diseases and pests? To what degree do earthworms modify plant gene expression and what are the microbial, hormonal or other mechanisms involved?

Referências

BAROIS, I.; LAVELLE, P. Changes in respiration rate and some physicochemical properties of a tropical soil during transit through *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae, Oligochæta). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 18, n. 5, p. 539-541, 1986.

BLANCHART, E.; ALBRECHT, A.; ALEGRE, J.; DUBOISSET, A.; GILOT, C.; PASHANASI, B.; LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L. Effects of earthworms on soil structure and physical properties. In: LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. F. (Ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. London: CAB International, 1999. p. 149-172.

BLOUIN, M.; ZUILY-FODIL, Y.; PHAM-THI, A. T.; LAFFRAY, D.; REVERSAT, G.; PANDO, A.; TONDOH, J.; LAVELLE, P. Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. **Ecology Letters**, v. 8, p. 202-208, 2005.

BROWN, G. G.; BAROIS, I.; LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. **European Journal of Soil Biology**, v. 36, p. 177-198, 2000.

BROWN, G. G.; PASHANASI, B.; VILLENAVE, C.; PATRON, J. C.; SENAPATI, B. K.; GIRI, S.; BAROIS, I.; LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; BLAKEMORE, R. J.; SPAIN, A. V.; BOYER, J. Effects of earthworms on plant production in the tropics. In: LAVELLE, P.; BRUSSAARD, L.; HENDRIX, P. F. (Ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. London: CAB International, 1999. p. 87-147.

EMERSON, W. W. The structure of soil crumbs. **European Journal of Soil Science**, v. 10, n. 2, p. 235-244, 2006.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, v. 25, p. 130-150, 1993.

LAVELLE, P.; DECAENS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. S3-S15, 2006.

MARTIN, A.; CORTEZ, J.; BAROIS, I.; LAVELLE P. Les mucus intestinaux de Ver de Terre, moteur de leurs interactions avec la microflore. **Revue d'Ecologie et Biologie du Sol**, v. 24, p. 549-558, 1987.

PASS, D. **The earthworm microbiome**. 2015. Thesis (PhD) - Cardiff University, UK.

PERRY, D. A Self-organizing systems across scales. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 241-245, 1995.

SCHEU, S. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. **Pedobiologia**, v. 47, p. 846-856, 2003.

TRIGO, D.; BAROIS, I.; GARVIN, M. H.; HUERTA, E.; IRISSON, S.; LAVELLE, P. Mutualism between earthworms and soil microflora. **Pedobiologia**, v. 43, p. 866-873, 1999.

Using molecular tools to describe the origin and expansion of invasive species

*Lise Dupont*¹

Colonisation is a feature of the population biology of all organisms and its ecological and evolutionary consequences are highly scale dependent. Long-distance dispersal, often due to fortuitous or intentional dispersal events linked to human activities, can expose colonizing populations to novel selective forces and only some introduced species are successful at confronting these new challenges. As a result, they can become highly invasive and exhibit rapid range expansion. Molecular approaches, becoming commonplace in studies of biological invasions, allow to investigate in detail the evolutionary and ecological forces that shape invasiveness. Population genetics, molecular barcoding and phylogenetics are increasingly used to identify cryptic invasions and determine if multiple cryptic species are present, to determine invader source region(s) and likely invasion vector(s), to evaluate whether or not multiple invasions have occurred, to assess the degree and impacts of any founder events due to small invasive populations and to identify the presence and effects of hybridization between native and invasive species. Here, I illustrate the use of molecular tools in invasion biology with a phylogeographic analysis of *Pontoscolex corethrurus* range expansion. This endogeic earthworm species known to be widely tolerant to environmental factors is one of the most widespread earthworm species in tropical zone. Although it has been widely used as biological model in

¹Université Paris Est Créteil, Paris, França, lise.dupont@u-pec.fr

studies of soil ecology and ecotoxicology, little is known about its history of invasion and the evolutionary processes involved in its colonization success.

Dissecting tropical earthworm biodiversity patterns in tropical rainforests through the use of DNA barcoding

*Thibaud Decaëns*¹

*David Porco*¹

*Samuel W. James*²

*George G. Brown*³

*Elodie Da Silva*⁴

*Lise Dupont*⁵

*Emanuel Lapiéd*⁶

*Rodolphe Rougerie*⁷

*Pierre Taberlet*⁸

*Virginie Roy*⁹

Colonisation is a feature of the population biology of all organisms and its ecological and evolutionary consequences are highly scale dependent. Long-distance dispersal, often due to fortuitous or intentional dispersal events linked to human activities, can expose colonizing populations to novel selective forces and only some introduced species are successful at confronting these new challenges. As a result, they can become highly invasive and exhibit rapid range expansion. Molecular approaches, becoming commonplace in studies of biological invasions, allow to investigate in detail the evolutionary and ecological forces that shape invasiveness. Population genetics, molecular barcoding and phylogenetics are increasingly used to identify cryptic invasions and determine if multiple cryptic species

¹CEFE UMR 5175 CNRS, University of Montpellier, Montpellier, France , thibaud.decaens@cefe.cnrs.fr

²Department of Biology, University of Iowa, Iowa City, USA

³Embrapa Florestas, Colombo, PR, Brazil

⁴Post-Doctoral Scholar, Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brazil

⁵UMR IEES Paris-Biodis, Université Paris-Est Créteil, France

⁶Bioforsk, Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research, Ås, Norway

⁷Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 75205, Paris, France

⁸UMR LECA, Grenoble, France

⁹UMR IEES Paris-DIIM, Université Paris-Est Créteil, France

are present, to determine invader source region(s) and likely invasion vector(s), to evaluate whether or not multiple invasions have occurred, to assess the degree and impacts of any founder events due to small invasive populations and to identify the presence and effects of hybridization between native and invasive species. Here, I illustrate the use of molecular tools in invasion biology with a phylogeographic analysis of *Pontoscolex corethrurus* range expansion. This endogeic earthworm species known to be widely tolerant to environmental

Potencial do DNA barcode para a taxonomia de minhocas: identificação e conservação de espécies brasileiras

*Elodie da Silva*¹

*Samuel W. James*²

*Marcio Gonçalves da Rosa*³

*Guilherme Schühli*⁴

*Marie L. C. Bartz*⁵

*Herlon Nadolny*⁶

*George G. Brown*⁴

Das mais de 800 espécies de minhocas estimadas no Brasil, apenas cerca de 250 são conhecidas, deste modo grandes áreas no país continuam com poucos registros de espécies. Considerando as dificuldades taxonômicas enfrentadas para identificar os animais de solo, ferramentas usando DNA podem facilitar e melhorar a exploração da biodiversidade e a sua descrição. Nesse contexto, o DNA barcoding é uma iniciativa a nível mundial que busca desenvolver um padrão global em taxonomia e promover a rápida compilação de sequências de alta qualidade em um banco de dados (Barcode of Life Data Systems - BOLD). Os objetivos do presente trabalho foram de i) coletar e identificar espécies de minhocas em várias regiões do Brasil com o uso do DNA barcode para auxiliar na conservação das espécies brasileiras e ii) enriquecer o banco de dados do projeto BR-BOL (Brazilian Barcode of Life) com novas

¹Pós-doutoranda, bolsista CNPq – Embrapa Florestas, Colombo, PR, elodie_dasilva@live.br

²University of Iowa, Iowa City, IA, EUA

³Doutorando, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC

⁴Pesquisadores, Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁵Professora, Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁶Doutorando, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

sequencias. As minhocas foram coletadas em 112 locais de 2004-2014. As sequencias do gene COI obtidas foram separadas em especies potenciais (MOTUs) segundo a divergência entre as sequências de nucleotídeos e identificadas morfologicamente quando possível. Os 364 indivíduos avaliados foram separados em 149 MOTUs, sendo 37% deles indivíduos únicos. A maioria (55%) era dos gêneros *Fimoscolex* ou *Glossoscolex*, dos quais a maioria é de espécies novas, que ainda precisam ser descritas. O DNA barcode permitiu estudar a diversidade de minhocas de modo eficiente e rápido. No Brasil, essa ferramenta é especialmente útil considerando a atual limitação de taxonomistas.

Genotyping of putative *Urobenus brasiliensis* Benham, 1886 (Clitellata: Rhinodrilidae) reveals geographically clustered cryptic lineages

***Samuel W. James*¹**

***Marcos Locatelli*²**

***Marie L. C. Bartz*³**

***Elodie da Silva*⁴**

***George G. Brown*⁵**

***Dilmar Barreta*⁶**

***Andrew Forbes*⁷**

Urobenus brasiliensis is an epigeic or polyhumic endogeic earthworm widely distributed in southern and southeastern Brazil. Motivated by the detection of numerous deeply (>10% K2P distance in COI DNA barcode) divergent lineages, we first obtained DNA barcodes and AFLP genotyping from numerous individuals collected in the region. These two data sets agreed broadly on the existence of 4 main genetically isolated geographic clusters designated as north coastal (NC), north interior (NI), south coastal (SC) and south interior (SI), though these are not monophyletic groups and there are deep divergences within the geographic clusters. Morphological characters varied within, not among, clusters. In the second phase we obtained

¹Adjunct Associate Professor, Department of Biology, University of Iowa, Iowa City, IA, USA, samuel-james@uiowa.edu

²Soil Laboratory, UDESC-Chaçpecó, Chapecó, SC

³Assistant Professor, Department of Biology, Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁴Post-Doctoral Scholar, Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brazil, elodie_dasilva@live.fr

⁵Senior Researcher, Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁶Associate Professor, Agronomy Department, UDESC-Chaçpecó, Chapecó, SC

⁷Assistant Professor, Department of Biology, University of Iowa, Iowa City, IA, USA

additional individuals from locations previously and not previously sampled, the latter including the type locality of the species. For these we obtained DNA barcodes only, and used those data to determine geographical cluster membership. Type locality specimens were >16% divergent from all other *Urobenus* sampled, including those of the NC geographical cluster within which they fell. Therefore *U. brasiliensis* must be delimited by genetic markers characteristic of the type locality population. We could not detect any reliable means of morphological assignment of individuals to “true” *Urobenus brasiliensis* as opposed to the other genetically defined lineages. The other lineages of *Urobenus* formerly included within the nominal species will be described as new species, pending review of other described *Urobenus* species. We also observed the type material of *Alexidrilus lourdesae* Righi 1971 and designated the genus as a junior synonym of *Urobenus*.

Hot but not too hot to handle: earthworms living in a volcanic edge

Luis Cunha¹

Rafael Montiel²

Pablo Orozco-terWengel³

Marta Novo³

Armindo Rodrigues⁴

Andrew Morgan⁵

Peter Kille⁶

Communities of organisms inhabiting extreme terrestrial environments provide a unique opportunity to better understand how organisms' cope with challenges posed by multiple geogenic stressors. High abundance of two invasive earthworms, the epigeic megascolecid *Amyntas gracilis* and the pantropical endogeic *Pontoscolex corethrurus* in the Furnas geothermal field (São Miguel Island, Azores) indicates its outstanding tolerance to this particular environment. Metal concentrations in actively volcanic (Furnas) and volcanically inactive (Macela) soils were found to be similar; however, Furnas soil was characterised by elevated temperature (15 °C differential), relative hypoxia, extremely high CO₂ tension, and accompanying acidity. RNA-seq data generated from the exposed animals revealed an inherent mechanistic answer to the multi-stressor environment. Morphometric analyses, specifically epidermal

¹Pós Doutorando Marie Curie, Embrapa Florestas, Colombo, PR & Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Park Place, Cardiff, UK, luisnevescunha@gmail.com

²Pesquisador, Langebio, CINVESTAV, Irapuato-León, México

³Lecturer, Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Park Place, Cardiff, UK

⁴Pós Doutorando Marie Curie, Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Park Place, Cardiff, UK

⁵Professor, Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG), Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal

⁶Professor, Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Park Place, Cardiff, UK

thickness, was performed to confirm that the in situ mesocosms successfully produced a stressed phenotype previously associated with exposure to the tripartite stress experienced by earthworms living proximal to the active calderas. The epidermis of earthworm's transplanted to the non-volcanic soil was approximately twice the thickness of the epidermis of conspecifics exposed to Furnas soil. We have also shown that *Pontoscolex corethrurus* to be a genetically heterogeneous complex within the São Miguel landscape and is probably differentiated into cryptic species. The population exposed to the hostile soil conditions within the volcanic caldera possesses the lowest within-population mitochondrial diversity with several nuclear loci evidencing positive selection, parameters indicative of a genetically unique population only distantly related to conspecifics living outside the caldera.

The Drilobase Project, a tool for knowledge dissemination and multi-topic scientific research on earthworms

Emmanuel Lapied^{1,2}
*Philippe Kurlapski*³

The Drilobase Project™ (DP) is a non profit organization whose objectives are 1) to stimulate the interest of the general public to earthworms and the soil fauna, 2) to provide reliable informations to decision makers, 3) to provide useful informations to professionals (i.e. in the agricultural and agronomical sectors) and 4) to contribute to the scientific research. To reach these ambitious goals, DP develops and manages since 2013 DriloBASE - *The World Earthworm Database* and the information blog *earthworms.net*.

DriloBASE is a collaborative wiki-based system written in PHP/SQL with the Mediawiki software. This latest has become today one of the most robust database systems since it was specially designed for a high data traffic. Thus, a large number of contributors can work in the same time. The Semantic MediaWiki extension adds semantic annotations that helps to search, organise, tag, browse, evaluate and share the database content. It allows also a great range of database requests and data extraction based on single or cross-tabulated variables.

¹Bioforsk, Soil and Environment Department, Fr. A. Dahlvei 20, 1430 Ås, Norway, elapied@yahoo.com

²Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Isotope Laboratory, Fougnerbakken 3, 1430 Ås, Norway

³Telematix, 180 rue de l'Etang, 60840 Breuil-le-Sec, France

The database includes 3 different and complementary modules:

- DriloBASE *TAXO* is a freely accessible module. This tool gathers the more recent knowledge on the earthworm biology and ecology. Data are managed by scientists collaborating to the project and are given per valid taxon.
- DriloBASE *BIBLIO* is a freely accessible bibliographical module which will allow, at term, references on earthworms to be searched by author, title, journal or keywords. A preliminary version is currently integrated to DriloBASE *TAXO*. The complete and independent version will be available at short term. To date, DriloBASE *BIBLIO* contains 3393 bibliographical references.
- DriloBASE *GEO* is a database opened only to scientists collaborating to the project and allows an input of a wide range of data (biogeography, life history traits, ecology, ecotoxicology, etc.) per field sample or field site. Each sample is geolocalized and a distribution map of each sampled species is automatically updated. Results of data analysis will be regularly transferred to DriloBASE *TAXO* after publication in scientific journals.

To date, DriloBASE *TAXO* contains 23 families, 398 genus and 5282 species. Checklists of earthworm species are already updated for 100 locations (or 77% of land surfaces) on the 249 constituting the entire world. This preliminary result highlights that 83,2% of the species described in the world are known from a single location and 95 % from only 4 locations. If most of the known species are localized in the tropics, relative data per 1 000 000 km² indicate a higher diversity per surface unit in Western Europe. Such result heavily biased by a geographical imbalance in the sampling effort, reveals the extent of the diversity remaining to be discovered in the tropics.

Local extinction of earthworm diversity in Eastern Amazon threatens soil ecosystem services

Guillaume Rousseau¹

Paulo Silva¹

Alexandra Piedade¹

Claúdio Carvalho²

George G. Brown³

Samuel W. James⁴

The Belém Endemism Center (CEB), the oldest frontier of Brazilian Amazon, is highly deforested (76%). Forests are fragmented (patches <1,000 ha) within a matrix dominated by degraded pastures and young fallows. Soil macro-invertebrates of the region are largely unknown despite their crucial role in soil ecosystem services provision. This study focused on the effects of soil degradation on earthworm species composition and diversity in the CEB and São Luís island. Climate is tropical humid with a marked dry season and dominant soils are Ultisols. Earthworms were collected from 2007 to 2011 at the end of the rainy season through the TSBF methodology. Four sites were collected in the CEB and one in the São Luís island. At each site young (3-7y) medium (11-15y) and old (20-40y) fallows were sampled, along with forest remnants when present. In addition, other locally relevant soil uses were sampled: pastures (2 sites), agroforestry systems with palm oil (1 site) and chop-and-mulch prepared manioc crop (1 site). A total of 12 genus and 26 morfo-species were identified with an average 7.4 (+/-5.6) species per site. Between-class Principal Component Analysis (BCA) revealed that

¹*Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, São Luís, MA, guilirous@yahoo.ca*

²*Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA*

³*Embrapa Florestas, Colombo, PR*

⁴*Biology Department, University of Iowa, Iowa City, IA, USA*

sites were very contrasted in composition and diversity, site effect accounting for 21% of worm composition and 50% of diversity ($P=0.0001$). Past soil use explained 11% of worm composition and 32% of diversity ($P=0.0001$) while present soil use explained 9.5% of composition and 21% of diversity ($P=0.0001$). Most species were collected in only one site, only *Pontoscolex corethrurus* was present at all sites and *Urobenus* sp. at four sites. In the Tomé-Açu site (Pará State), only *P. corethrurus* was present. The high Beta diversity revealed for earthworms in the CEB reinforces the need for more protected areas while local extinction of native species and *P. corethrurus* invasion threatens the soil ecosystem services provision.

Riqueza de minhocas e conservação dos remanescentes florestais do centro de endemismo Belém no Pará, Brasil

Marlúcia Bonifácio Martins¹

Bianca Santos²

Samuel W. James³

Marie L. C. Bartz⁴

O estudo de comunidades de macrofauna e outros atributos edáficos em áreas sob diferentes níveis de conservação pode ser um ponto de partida importante para entender os processos nos solos destes habitats. O centro de endemismo Belém (CEB) é uma das áreas de endemismo mais ameaçadas da Amazônia dado à ocupação histórica das frentes pioneiras. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a composição e a abundância das minhocas presente em 10 remanescentes florestais de diferentes tamanhos no CEB. Para coleta de macrofauna foi utilizado o método recomendado pelo programa “Tropical Soil Biological and Fertility” (TSBF). Também foi realizada busca ativa de minhocas 30 minutos por ponto na qual consiste em revolver o solo com auxílio de pás. Foram encontradas no CEB 177 indivíduos adultos identificados em 16 espécies sendo elas *Pontoscolex corethurus*, *Pontoscolex* sp.1, *Pontoscolex* sp.2, *Righiodrilus* sp.1, *Righiodrilus* sp.2, *Righiodrilus* sp.3, *Righiodrilus* sp.4, *Righiodrilus* sp.6, *Holoscolex* sp.1, *Glossodrilus* sp.1, *Glossodrilus* sp.2, *Diaguíta* sp.1, *Diaguíta* sp.2, *Andiorrhinus* sp.1, *Andiorrhinus* sp.2, *Andiorrhinus* sp.3. As estimativas de riqueza

¹Museu Paraense Emílio Goeldi, caixa postal 399, Belém, PA, Brasil, marlucia@museu-goeldi.br

²Bolsista INCT-Museu Paraense Emílio Goeldi, CP 399, Belém, PA

³University of Iowa, Iowa City, IA, USA

⁴Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Positivo, Curitiba, PR

indicam que entre a proporção de jovens e adultos variou entre os locais e períodos de coleta não indicando um padrão específico que permita prever a melhor época para captura de adultos. A abundância de *P. corethurus* foi testado como um indicador do estado de conservação do remanescente florestal.

Registro de minhocas em unidades de conservação do Brasil – 12 anos de trabalhos

*Marie L. C. Bartz*¹
*Elodie da Silva*²
*Alessandra Santos*³
*Herlon Nadolny*³
*Guilherme Cardoso*³
*Maurício Zagatto*³
*Priscila da Fonseca*³
*Jamil de Moraes Pereira*⁴
*Dilmar Baretta*⁵
*Seana Davidson*⁶
*Alexander Feijoo*⁷
*Samuel W. James*⁸
*Thibaud Deaëns*⁹
*George G. Brown*¹⁰

As minhocas possuem papel importante nas funções do solo e são consideradas indicadoras de qualidade. No entanto ainda existe uma grande lacuna no conhecimento das espécies que ocorrem no território brasileiro. No Brasil existem 886 unidades de conservação (UCs) federais, 729 estaduais e 147 municipais, totalizando 1762 áreas distribuídas em quase 1,5 milhão de quilômetros quadrados. Para tanto, o presente trabalho mostra os resultados obtidos ao longo dos últimos 12 anos de amostragens qualitativas de minhocas

¹Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil, bartzmarie@gmail.com

²Pós-doutoranda, Embrapa Florestas, Colombo, PR

³Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes, MG

⁵Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ensino Superior do Oeste, Chapecó, SC

⁶University of Washington, Seattle, Washington, EUA

⁷Universidade Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

⁸University of Iowa, Iowa city, IA, EUA

⁹Université de Montpellier/CEFE, Montpellier, França

¹⁰Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR

realizadas em 49 unidades de conservação (UCs) distribuídas em 10 estados do Brasil. Das 49 UCs amostradas, a maior parte se concentra na região sul e sudeste, sendo que 16 estão localizadas no estado no Paraná e 12 no estado de São Paulo. Foram encontradas espécies pertencentes às famílias Lumbricidae, Acanthodrilidae, Megascolecidae, Ocnerdriidae, Rhinodrilidae e Glossocolecidae, as quais estão distribuídas em 14 gêneros: um gênero peregrino (*Ponstocolex*), seis gêneros de espécies exóticas (*Dichogaster*, *Amyntas*, *Polypheretima*, *Eisenia*, *Octolasion* e *Dendrodrilus*) e nove nativas (*Andiorrhinus*, *Rhinodrilus*, *Urobenus*, *Tupinaki*, *Guarani*, *Glossoscolex*, *Fimoscolex*, *Eukeria*, *Kerriona*), sendo que mais de 90 das espécies nativas são novas espécies. Os gêneros mais frequentes foram: *Pontoscolex* (33 UCs), *Glossocolex* (29 UCs), *Urobenus* (19 UCs) e *Fimoscolex* (16 UCs). Das espécies nativas encontradas, mais de 90% são novas espécies que precisam ser descritas, mostrando a importância da manutenção das unidades de conservação para levantamento de biodiversidade brasileira.

As 49 unidades de conservação amostradas representam apenas 3% das UCs do país e somente em 8 (16%) foram encontradas apenas espécies nativas de minhocas. O número de espécies encontradas variou de uma a 13, dependendo da UC.

Composição das comunidades de minhocas nas regiões de San Casimiro e La Cortada del Papelón, Estados Aragua e Miranda, Venezuela

Luis Hernández¹

Introdução

Os oligoquetos representam um grupo de organismos que participam ativamente na modificação de propriedades e processos dentro do solo (LAVELLE et al., 1997). Sua atividade nos ecossistemas naturais é diversa e variam segundo o tipo de solo, sendo que diferentes espécies de minhocas têm diferentes histórias de vida, comportamentos e requerimentos ambientais, podendo ocupar diferentes nichos ecológicos. Segundo a sua estratégia de alimentação e construção de galerias, as minhocas podem ser classificadas dentro de três categorias ecológicas básicas; epigeicas, anecicas e endogeicas (LAVELLE, 1988).

A comunidade de oligoquetos de categoria epigeica é mais susceptível de sofrer mudanças, já que o nicho ecológico ocupado por elas desaparece parcial ou totalmente de forma acelerada uma vez iniciado o processo de transformação de habitats por ações antrópicas ou naturais. Dependendo de certos fatores como o tempo de recuperação do ambiente, proximidades a outras regiões alteradas ou as condições estabelecidas pelo agricultor durante adequados períodos, as áreas modificadas podem ser recuperadas parcialmente ou recolonizadas

¹Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agroecologia - Bolsista FAPEMA - Universidade Estadual de Maranhão, São Luís, MA, hglm72@gmail.com

por outras espécies que possuem mais facilidades para aproveitarem os novos recursos.

Atualmente é conhecido a preferência do uso de certas espécies de minhocas de solo de categoria epigeicas para produção de adubos. Caracteres como o tamanho do coprolito, rápida reprodução e adaptação a diferentes nichos são chaves na efetividade para acelerar o processo de mineralização adequada. Por tanto, minhocas como *Eisenia foetida* e *Eisenia andrei* têm sido amplamente usadas em diferentes pesquisas, indicando que estas espécies epigeicas contribuem rapidamente na melhora das características do solo mediante a incorporação de matéria orgânica e disponibilização de P e N (KAUSHIK; GARG, 2003; TAJBAKHS et al., 2008). Em ambientes naturais existem várias espécies que desenvolvem esta função, mas geralmente são desconhecidas. Na Venezuela, os estudos indicam que o processo de alteração favorece o estabelecimento de espécies exóticas ou nativas do gênero *Amyntas* e *Pontoscolex* (DRACHEMBERG, 1992; RIGHI, 1984). Estes organismos exóticos, embora contribuam com processos de mineralização da matéria orgânica e areação do solo, tendem a estar associados com impactos negativos em ecossistemas nativos, principalmente por afetarem diversidade original (LAVELLE et al., 2006; SCHIEDECK et al., 2009; STEFFEN, 2013).

Devido à susceptibilidade destes organismos a sofrerem rápidas mudanças na estrutura comunitária, por causa de alterações no ambiente, podem ser usados como bioindicadores da qualidade do solo (PAOLETTI, 1999).

Atualmente existe pouca pesquisa na Venezuela com foco na oligoetofauna. O estudo constitui o primeiro reporte sobre comunidades de minhocas em San Casimiro e La Cortada del Papelón, o qual é de interesse porque nos últimos anos a velocidade de degradação de certas áreas de importância biológica está impossibilitando descreve-las, por tanto, estudos rápidos sobre

macrofauna, são alternativas de registros prévios que descrevem o ambiente antes de uma mudança irreversível e permitem avaliar os possíveis impactos de desaparecimento de certas espécies no futuro ou a proliferação de novas espécies exóticas que antigamente não estavam presente.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as comunidades de minhocas em áreas naturais e alteradas que apresentam contínuas mudanças e estão sujeitas à degradação em diferentes intensidades, com a finalidade de descrever o ambiente no estado atual para possíveis comparações no futuro.

Material e métodos

O trabalho foi realizado nas cidades de San Casimiro e La Cortada del Papelón (aproximadamente, 10° 00' 19" N, 67° 01' 10" W e 10° 02' 25" N, 66° 57' 00" W, respectivamente). As altitudes variaram entre 502-944 m. As localidades não apresentam estações meteorológicas próximas, não entanto, existe um registro de precipitação média mensal para San Casimiro na época de chuva (maio-agosto) que varia entre 123-254 mm (BENACCHIO et al. 1983), o clima é do tipo Aw (segundo Koeppen). La Cortada del Papelón apresenta características de transição entre o clima de savana e bosque úmido tropical, com solos do tipo argilosos, pelo menos no lugar avaliado. Também apresentam maior frequência de precipitação por estar em uma região de alcance.

Foi realizado uma análise exploratório selecionando diferentes áreas: jardins, mangueiras, bananeiras 15 anos, bananeiras 3 anos, cultivo misto, abacateiros e beira do rio.

O período de amostragem mudou dependendo das regiões, o primeiro foi feito em 2010 e as últimas amostras foram colhidas em 2014, sobre tudo para caracterizar ambientes novos que antigamente

não apresentavam muita atividade de minhocas.

Já que as áreas foram pequenas, em cada lugar foram colhidas três amostras distando entre si 5 metros, utilizado o método do TSBF, extraindo monólitos de 25 X 25 cm, até profundidades de 10-15 cm dependendo de certas regiões onde as minhocas estiveram a maior profundidade e foi necessário cavar mais fundo para não quebra-las. As amostras de solo foram triadas em campo e as minhocas adultas coletadas foram mortas em cerveja fria para evitar traumas e possíveis quebra de órgãos por estresse, logo foram fixadas por 48 horas em formaldeído (4%) e conservadas finalmente em álcool 70%. As amostras foram identificadas e armazenadas em uma coleção pessoal em San Casimiro, Aragua, Venezuela.

Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta a descrição das espécies encontradas nas diferentes regiões. Espécies exóticas como *Methapire houlleti*, *Perionyx excavatus*, *Amyntas rodericensis* e *Amyntas gracilis* foram encontradas em áreas de jardins, beiras do rio ou associadas a solos onde o cultivo de bananeiras tem aproximadamente 15 anos. Outras espécies como *Periscolex* sp, e *Glossodrilus* sp1, estiveram associadas a cultivos mistos e habitats dominados por arvores como mangueiras. Observou-se que *Pontoscolex corethrurus* esteve associada às áreas mais mexidas como acontece neste caso particular nos abacateiros que foram plantados perto de uma região de descarte de águas de uso doméstico, enquanto que *Rhinodrilus* sp. e *Glossodrilus* sp2, estiveram associadas a zonas de cultivos de bananeiras jovens de aproximadamente 3 anos. *Methapire houlleti* e *P. excavatus* apresentaram uma alta densidade na beira do rio ($36 \pm 3,61$ ind/m² e 20 ± 1 ind/m², respetivamente) ao igual que *P. corethrurus* ($21,33 \pm 1,53$ ind/m²) nos abacateiros. Espécies não exóticas como

Tabela 1. Composição de comunidades de oligoquetos em diferentes regiões das cidades de San Casimiro e La Cortada del Papelón, estados Aragua e Miranda, Venezuela.

Espécie	Ambiente	Lugar	Coordenadas N	Coordenadas W	Altura (msnm)	Densidad (ind/m ²)	Ano
<i>Methapire houlleti</i>	Jardim	Pueblo Nuevo, San Casimiro	10° 00' 19,52"	67° 01' 10,52"	502	2,67 ± 0,58	2010
<i>Perionyx excavatus</i>	Jardim	Pueblo Nuevo, San Casimiro	10° 00' 19,52"	67° 01' 10,52"	502	16 ± 1	2014
<i>Methapire houlleti</i>	Pântano	Rio Guambra, San Casimiro	10° 00' 30,03"	67° 01' 16,79"	505	36 ± 3,61	2010
<i>Perionyx excavatus</i>	Pântano	Rio Guambra, San Casimiro	10° 00' 30,03"	67° 01' 16,79"	505	20 ± 1	2011
<i>Periscolex</i> sp.	Cultivo de milho, feijão e bergamota	Santa Maria, San Casimiro	10° 02' 15,56"	67° 02' 15,09"	944	4 ± 1	2011
<i>Glossodrilus</i> sp.1	Mangueiras	La Peña, San Casimiro	10° 00' 34,99"	67° 02' 06,87"	831	8 ± 1	2011
<i>Pontoscolex corethrurus</i>	Abacateiros	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 28,07"	66° 57' 03,01"	595	21,33 ± 1,53	2010
<i>Amyntas rodericensis</i>	Bananeiras 15 anos	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 25,14"	66° 57' 00,44"	612	10,66 ± 1,53	2013-2014
<i>Methapire houlleti</i>	Jardim	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 28,38"	66° 57' 01,88"	593	12 ± 1	2014
<i>Amyntas gracilis</i>	Bananeiras 15 anos	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 25,14"	66° 57' 00,44"	612	1,33 ± 0,58	2012
<i>Rhinodrilus</i> sp.	Bananeiras (3 anos)	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 25,21"	66° 56' 58,55"	616	17,33 ± 2,08	2014
<i>Glossodrilus</i> sp.2	Bananeiras (3 anos)	Fazenda Familia Rodríguez, La Cortada del Papelón	10° 02' 25,21"	66° 56' 58,55"	616	2,67 ± 1,15	2014

Glossodrilus sp2 e *Periscolex* sp resultaram ser pouco frequentes (2,67 ± 1,15 ind/m² e 4 ± 1 ind/m², respetivamente).

A maioria destas espécies exóticas já tinham sido reportadas em diferentes regiões da Venezuela (DRACHEMBERG, 1992; RIGHI, 1984), contudo é a primeira descrição realizada para San Casimiro e La Cortade del Papelón. Espécies como *P. excavatus* e *Periscolex* sp não tinham sido reportadas anteriormente. Na região de San Casimiro existe uma espécie de minhocoçu dominante que ainda não tem

sido identificada e possivelmente pertence à família Megascolecidae, não entanto a ausência de espermatecas e a carência de chaves taxonômicas concretas dificultam a descrição do gênero.

As amostras colhidas em San Casimiro se caracterizam por estarem afastadas e no caso das localidades La Peña e Santa Maria existe uma barreira constituída por um rio (Guambra), a colheita em ambas áreas de montanhas e no próprio rio mostra que só as áreas mais elevadas e com pouca população ainda conseguem manter certos gêneros nativos como *Glossodrilus* sp1 e *Periscolex* sp. Já nas margens do rio minhocas do tipo *M. houlleti* e *P. excavatus* aparecem mostrando certo grau de degradação ou introdução de espécies exóticas. Possivelmente a dispersão dessas espécies até os jardins seja devido ao sistema de subministro de água alternativo proveniente do rio que fornece a prefeitura em épocas de seca e o uso de areias do rio para obras diversas.

Na fazenda da família Rodríguez foi observada a presença de uma grande quantidade de minhocas exóticas epigeicas em áreas que permanecem alteradas há muito tempo e constituíram habitats ideais para colonização das mesmas. Uma característica ressaltante dos cultivos de bananeiras antigos é a presença de uma capa de solo preta de aproximadamente 10-15 cm, possivelmente existe uma ação sinérgica entre a macrofauna do solo, o aporte frequente de matéria orgânica e a constante umidade que aceleram a transformação do solo, como tem sido reportado para espécies epigeicas de menores tamanhos (KAUSHIK; GARG, 2003).

P. corethrurus aparece como uma espécie de minhoca indicadora de solos medianamente contaminados na área de cultivo de abacateiros, que esta próxima à saída de águas domésticas contendo resíduos de comida e detergentes. O primeiro reporte para esta espécie foi feita no ano 1944 (CORDERO, 1944) em La Cortade del Guayabo e em 1984 Righi confirmou novamente a presença dela no país.

As minhocas pertencentes aos gêneros *Rhinodrilus* e *Glossodrilus* constituem o relictos das comunidades nativas na fazenda. Um novo gênero na região (dado não mostrado) ainda não descrito totalmente e que foi colido em áreas de floresta antes do desmatamento poderia representar melhor a oligoquetofauna original.

Espera-se com este estudo contribuir na descrição inicial de comunidades de minhocas nas regiões já mencionadas e que seja uma base para o seguimento das mudanças dos habitats nos próximos anos.

Conclusões

As comunidades de minhocas das regiões estudadas nas localidades de San Casimiro e La Cortada del Papelón estão caracterizadas pela presença de espécies principalmente exóticas e epigeicas. Os cultivos de bananeiras, avaliados na fazenda, apresentam maior diversidade de espécies exóticas, quanto mais antigo sejam. Adicionalmente, observou-se que *P. corethrurus* esteve associada a áreas com certo grau de poluição. *Rhinodrilus* sp, *Glossodrilus* sp2 e *Periscolex* sp são as minhocas que mais caracterizam o ambiente original antes de ser modificado.

Referências

BENACCHIO, S.; EDUARDO, E.; WILLIAM, A. Estimación de épocas de siembra para vários cultivos en el sur del estado Aragua. **Agronomia Tropical**, v. 33, n. 1-6, p. 7-21, 1983.

CORDERO, E. H. Oligoquetos sudamericanos de la familia Glossoscolecidae. IV: Sobre algunas especies de Venezuela. Comunicaciones **Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 1, n. 14, p. 1-6, 1944.

DRACHEMBERG, C. Morfología y taxonomía de tres representantes de la familia Megascolecidae (Annelida: Oligochaeta) de Venezuela. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, v. 52, n. 137, p. 105-112, 1992.

KAUSHIK, P.; GARG, V. K. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. **Bioresource Technology**, v. 90, n. 3, p. 311-316, 2003.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v. 33, p. 159-193, 1997.

LAVELLE, P.; DECAENS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P. e ROSSI, J.-P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, S. 1, p. S3-S15, 2006.

LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system. **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, n. 3, p. 237-251, 1988.

PAOLETTI, M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 74, n. 1, p. 137-155, 1999.

RIGHI, G. Nova contribuição ao conhecimento dos Oligochaeta da Venezuela. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 35, p. 243-256, 1984.

SCHIEDECK, G.; SCHIAVON, G.de A.; MAYER, F.A. e LIMA, A.C.R. Percepção de agricultores sobre o papel das minhocas nos agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 856-859, 2009.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; JACQUES, R. J.S. Importância ecológica e ambiental das minhocas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 137-147, 2013.

TAJBAKSH, J.; ABDOLI, M. A.; GOLTAPPEH, E. M.; ALAHDADI, I.; MALAKOUTI, M. J. Recycling of spent mushroom compost using earthworms *Eisenia foetida* and *Eisenia andrei*. **The Environmentalist**, v. 28, n. 4, p. 476-482, 2008.

Enquiteídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta) em diferentes usos do solo no Estado do Paraná

Cintia Carla Niva¹

Orlando Assis²

Alessandra Santos³

Amarildo Pasini⁴

Julio Cezar Franchini⁵

Klaus D. Sautter⁶

George G. Brown⁷

A importância dos organismos edáficos na manutenção da funcionalidade do solo tem sido cada vez mais estudada, bem como a sua contribuição nos serviços ambientais. Entretanto, ainda pouco se conhece da ecologia e da diversidade destes organismos, especialmente dos invertebrados, no Brasil. Os enquiteídeos são microanelídeos saprófagos comumente encontrados na maioria dos solos do mundo, desde que haja umidade, matéria orgânica e oxigenação suficientes. O seu potencial como indicadores da influência de diferentes usos do solo é reconhecido na Europa, mas ainda pouco se conhece deste potencial no Brasil. A maior parte dos

¹*Pesquisadora, Embrapa Cerrados, CP 08223, Planaltina, DF, cintia.niva@embrapa.br*

²*Extensionista da EMATER-PR, Mestrando, Ciência Tecnologia Ambiental, UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000, Curitiba, PR*

³*Mestranda, Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR*

⁴*Professor, Depto Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR*

⁵*Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR*

⁶*Professor, Universidade Positivo, Curitiba, PR*

⁷*Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR*

estudos sobre enquitreídeos no Brasil se concentram no Estado do Paraná. No presente trabalho, são apresentados os resultados de levantamentos de abundância e riqueza de gêneros de enquitreídeos realizados nos municípios de Curitiba, Ponta Grossa e Santo Inácio. Os sistemas avaliados incluíram florestas nativas, pastagens, áreas de sistemas agropastoris, agrosilvopastoris, plantio direto, sistema orgânico e convencional e parques urbanos. De modo geral, a abundância média de enquitreídeos em cada sistema variou de 2.000 a 30.000 indivíduos.m⁻² e o mostraram-se sensíveis aos diferentes usos do solo, tendendo a apresentar maior abundância e riqueza em sistemas conservacionistas. O gênero *Enchytraeus* foi identificado em todos os sistemas avaliados, muitas vezes representando 50% ou mais de todos os indivíduos analisados de áreas cultivadas. O potencial dos enquitreídeos como indicadores da qualidade do solo em diferentes sistemas de produção agrícola e naturais é discutido.

Earthworms and plant growth: novel mechanisms and their implications

*Manuel Blouin*¹

Earthworms are responsible for many physical, chemical, biochemical and ecological modifications of soils. These modifications have consequences for plant growth and development. However, despite a well established positive effect of earthworms on plant growth, the identification of soil modifications responsible for this positive effect is still problematic as these modifications often occur simultaneously. In our laboratory, we tested several mechanisms independently; we found that the effect of earthworms on water availability for the plant, on nitrogen release, or parasite biocontrol were not sufficient to explain alone the positive effect of plant growth. The emission of signal molecules affecting plant growth, development or immunity seems to be a necessary mechanism to understand this effect. I will propose a new hypothesis on the coupling between nutrient release and emission of signal molecules, which could explain the synchronization between the kinetics of organic matter mineralization and nutrient uptake by the plant. Preliminary results about the effect of earthworm casts on plant growth and development in split-root systems, about the quantification of microorganisms involved in the nitrogen cycle as well as about a mathematical model of signal molecule diffusion support this hypothesis. Some elements suggest that this coupling hypothesis could eventually be generalized to the effect of other soil organisms on plant growth.

¹Assistant Professor, Institute of Ecology and Environmental Sciences of Paris, University Paris Est Créteil, Créteil, France, blouin@u-pec.fr

A metagenomics approach towards the understanding of earthworm-microbe interaction in sugarcane rhizosphere

Lucas Palma Perez Braga¹

Clovis D. Borges²

Caio A. Yoshiura²

George G. Brown³

Siu M. Tsai⁴

Not only earthworm burrows, casts and gut are hotspots for microbial activity. We show here that the impact on soil-borne microbes can be extended outside drilosphere. In a realistic proportion we joined agricultural soil, sugarcane, earthworms and straw and applied next-generation sequencing (Illumina-MiSeq; whole community shotgun) to track these interactions in bulk soil and rhizosphere from macrocosms. In our results, *Bacteria* growth was stimulated in bulk soil from worm-plant system and *Alphaproteobacteria* increased its relative abundance (qPCR). *Opitutae* appears to be inhibited by earthworms in plant-straw-earthworms system. In this systems we also observed stimulated growth for *Bacilli*, *Methanopyri*, *Thermomicrobia* and *Betaproteobacteria*. While in rhizosphere, on plant-straw-earthworms system, worms increased *Opittae* and *Thermomicrobia* and reduced drastically the abundance of *Archaea*. Concluding, they were capable to modulate soil microbial community in bulk soil and in rhizosphere

¹Doutorando do programa de pós-graduação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) – Bolsista FAPESP, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, lppbraga@cena.usp.br

²Doutorando do programa de pós-graduação do CENA

³Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴Professor Titular do CENA, Piracicaba, SP

and their impact can be different according to straw presence. Our contribution outlines also the possibility of detecting earthworm-microbes interactions in metagenomic datasets. Exploring more deeply this interaction may help to improve knowledge towards increasing our capacity to use natural resources more efficiently in agricultural systems.

Las lombrices: ingenieros claves en la recuperación de suelos degradados en cultivos de té en la China

*Elena Velásquez*¹

*Nuria Ruiz*²

*Chi Zhang*³

*Dai Jun*³

*Patrick Lavelle*⁴

Aproximadamente 160 millones de hectáreas de suelo están degradadas en China, muchas de ellas han estado sometidas a cultivos sin ninguna interrupción y sin medidas de protección del medio ambiente, generando grandes problemas ecológicos y sociales (ROZELLE et al., 1997; WANG, 2007). En la región de Yingde (Guangzhou) predominan los cultivos de té con muchos años de producción y con serios problemas de salinización debido al manejo inadecuado de riego. Estos suelos tienen generalmente baja fertilidad y la degradación se puede ver en su bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico (CIC), poca diversidad de fauna del suelo y pH muy ácido, sumado a una alta compactación del suelo y por ende a la erosión. Este trabajo evaluó la capacidad de la técnica de Fertilización Bio-Orgánica (FBO) para recuperar suelos degradados en plantaciones de té en la región de Yingde en China. Esta técnica permitió, no solo, mejorar la calidad del suelo y aumentar la biodiversidad de fauna del suelo, sino reducir

¹Profesora asociada, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia

²Pesquisadora, Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris, France

³Pesquisadores do College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, 510642 Guangzhou, China

⁴Pesquisador, Instituto de Recherche pour le Développement, Cali, Colombia

la utilización del uso de fertilizantes químicos de origen industrial gracias a la utilización de materia orgánica proveniente de las podas del mismo cultivo así como de estiércol de cerdo con la posterior inoculación de lombrices de tierra locales. Los diferentes Análisis de Componentes Principales mostraron diferencia significativa en el aumento de las poblaciones de macrofauna del suelo y mejor calidad fisicoquímica en los cultivos con FBO ($Pr < 0.0001$) comparado con el tratamiento testigo.

Near-infrared spectroscopy for identifying the origin of macroaggregates and burrows

Anne Zangerlé¹
Christophe. Hissler²
Yvan Capowiez³
Manuel Blouin⁴
Doyle McKey⁵
Patrick Lavelle⁶

A major obstacle to determining the impacts of different earthworm species on soil structure is that it remains impossible to identify the origin of casts and macropores in soil. This study investigates the contribution of different earthworm species to the macropore network and the macroaggregate composition of the soil matrix under natural conditions by taking into account the distribution of casts and burrows and by identifying their origin (the species that produced them) based on elemental content and NIR spectra of casts and burrow coatings. Experiments were conducted in nine field sites to study the impact of earthworm species composition, land use (grassland, forest and crops) and geology (sandstone, marls and schist) on the burrow network. First, we used X-ray computed tomography to obtain 3D images of the macropore network of sampled soil blocs (25*25*30cm) to visualize the orientation, length and volume of the burrows. Secondly, casts and drilosphere soils of macropores were analyzed by near infrared spectroscopy and CN elemental analysis to identify to the species level the origin of each biostructure and to quantify the contribution of each earthworm species to the burrow network and the macroaggregate composition of the soil matrix in the field. NIR spectra permitted to identify casts and burrows to their species level. Spatial mapping of burrow networks were obtained by combining results of X-ray CT tomography and spectral data of NIRS.

¹Universität Tübingen, Braunschweig, Germany, zangerleanne@yahoo.fr

²Luxembourg Institute of Science and Technology, Esch-sur-Alzette, Luxembourg

³INRA Centre d'Avignon, Avignon, France

⁴Institute of Ecology and Environmental Sciences of Paris, University Paris Est Créteil, France

⁵Université de Montpellier/CEFE, Montpellier, France

⁶Institut de Recherche pour le Développement, Cali, Colombia

Atributos físico-químicos de coprólitos de *Rhinodrilus alatus*, *Glossoscolex paulistus* e *Glossoscolex* sp.

Guilherme Borges Xarão Cardoso¹

Herlon Nadolny²

George G. Brown³

Patrick Lavelle⁴

Dentre os componentes mais importantes da fauna edáfica estão as minhocas e minhocuçus, esses, juntamente com cupins, formigas e larvas de besouros são considerados engenheiros do ecossistema. Seus coprólitos possuem características físico-químicas diferentes do solo devido a sua capacidade de selecionar o alimento. Este trabalho teve como objetivo avaliar quais são as mudanças físico-químicas e na qualidade da matéria orgânica (MO) do solo. As minhocas *Glossoscolex paulistus*, *Glossoscolex* n. sp. e *Rhinodrilus alatus* foram coletadas em sua área de ocorrência para avaliação das características físico-químicas e foram incubadas em potes plásticos com o solo de origem, os coprólitos foram coletados manualmente e secos ao ar. Para o experimento de NIRS as minhocas da espécie *G. paulistus* foram incubadas em potes plásticos por 24 h com três indivíduos, a fim de produzir cerca de 15 g de coprólitos, estes eram colocados dentro do solo novamente e mantidos por 1, 2, 3, 4, 8, 16 e 32 d, os coprólitos foram coletados manualmente e secos a 40°C, os coprólitos foram peneirados a 212 µm. Os resultados foram analisados com o

¹Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CAPES, Universidade Federal do Paraná, Campus Agrárias, Curitiba, PR, guilhermexc@gmail.com

²Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo - Bolsista CAPES - Universidade Federal do Paraná, Campus Agrárias, Curitiba, PR

³Pesquisador Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴Pesquisador Institut de Recherche pour Le Développement, Cali, Colombia

Software R. Em geral, coprólitos apresentaram maiores valores de nutrientes e menores de A e H+Al, *G. paulistus* teve maiores valores de silte e *R. alatus* maiores valores de argila. Para as análises de NIRS se espera que a assinatura da MO mude conforme a idade dos coprólitos, até se igualar ao solo. As minhocas são responsáveis por concentrar nutrientes em seus coprólitos, *G. paulistus* e *R. alatus* tem preferência por partículas menores.

Evaluation of soil quality in different land-use systems of Southern Brazil

*Elodie da Silva*¹

*Elena Velásquez*²

*Alessandra Santos*³

*Marie L. C. Bartz*⁴

*Patrick Lavelle*⁵

*George G. Brown*⁶

Since the degradation of ecosystems is associated with an important loss of soil biodiversity, there is an urgent need for soil quality evaluation in order to identify and develop more sustainable practices. A General Indicator of Soil Quality (GISQ) has been proposed by Velásquez et al. (2007) which combines a set of subindicators. These subindicators may also be considered as indicators of the performance of different ecosystem services (ES) such as soil structure and nutrient cycling. This study aimed to evaluate the impact of different land-use systems on soil quality in a Natural Reserve of South Brazil, in Lapa-Paraná. Variables associated with soil macrofauna diversity, fertility, physical properties and aggregate morphology were measured for each system. The highest GISQ average value was calculated for the Forest (0.80), while this system also had the highest values for macrofauna, chemical and physical subindicators. PCA analysis showed a significant separation ($p < 0.001$) of the Soybean crop from the others systems based on the lowest subindicators values. The GISQ reflected the provision of soil ES, showing that better soil quality produces more ES. The methodology used can be applied extensively and allows monitoring of land-use changes through time. It could therefore guide the implementation of soil restoration technologies.

¹Pós-doutoranda bolsista CNPq – Embrapa Florestas, Colombo, PR, Brasil, elodie_dasilva@live.fr

²Professora, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia

³Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Professora, Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁵Professeur émérite, Institut de Recherche pour le Développement, Cali, Colombia

⁶Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR

Minhocas como bioindicadoras da qualidade dos solos brasileiros

*Herlon Nadolny*¹
*George G. Brown*²
*Fabiane Vezzani*³
*Marie L. C. Bartz*⁴
*Dilmar Baretta*⁵
*Patrick Lavelle*⁶

Introdução

O solo é habitado por inúmeras espécies de invertebrados que contribuem para um bom funcionamento dos processos ecossistêmicos (LAVELLE, 1997, SWIFT et al., 2010). Esses processos envolvem a melhoria da qualidade física (estruturação), qualidade química (fertilidade) e aumentam as interações bióticas no solo (ROUSSEAU et al., 2013). As minhocas participam ativamente na agregação e porosidade do solo e por esses e outros motivos fazem parte do grupo dos engenheiros do ecossistema (LAVELLE, 1997; VELÁSQUEZ et al., 2012). Sendo membros da fauna edáfica, qualquer modificação no solo, realizada pelas ações humanas como

¹Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo - Bolsista CAPES - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, herlonnadolny@gmail.com

²Pesquisador Embrapa Florestas, Colombo, PR

³Professora do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Professora no Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁵Professor do Departamento de Ciência Animal da Universidade Estadual de Santa Catarina, Chapecó, SC

⁶Institut de Recherche pour le Développement, Cali, Colômbia

por exemplo pelas práticas florestais, agrícolas ou pecuárias, pode afetar as populações de minhocas e, conseqüentemente, seu papel no solo. A demanda crescente pela maior produção de alimentos, frequentemente leva ao uso de produtos químicos nocivos para as minhocas e o preparo intensivo do solo. Essas ações podem diminuir ou até mesmo excluir minhocas presentes nesses locais (PAOLETTI, 1999; PASQUALIN, 2007; TANCK et al., 2000).

Devido a sua sensibilidade a mudanças ocorridas no ambiente edáfico, as comunidades de minhocas podem ser usadas como indicadoras ambientais e da qualidade do solo (PAOLETTI, 1999). Em alguns países, existem programas que avaliam e monitoram a qualidade do solo, usando a abundância e diversidade de minhocas encontradas (FRÜND et al., 2011; SHEPHERD et al., 2008). Porém, no Brasil, esse tipo de programa ainda é inexistente, sendo que existe apenas um trabalho publicado com uma proposta de uso de minhocas como indicadoras da qualidade do solo em sistemas de plantio direto (BARTZ et al., 2013). Para usar as minhocas como bioindicadoras da qualidade do solo, é necessário associar suas populações em diversas condições de solo/clima/ecossistemas/manejo com a qualidade físico-química do solo (BROWN; JAMES, 2007; RÖMBKE et al., 2009). Esse tipo de associação tem sido feita somente em poucas ocasiões no Brasil como em plantios de café e comparações entre plantio convencional e direto (BLANCHART et al., 2007; PIMENTEL et al., 2011) e até o momento não foi feita uma revisão geral para as diferentes condições físico-químicas do solo e comunidades de minhocas em diversos ecossistemas brasileiros.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de reunir dados sobre populações de minhocas (abundância e diversidade), atributos ambientais e propriedades físico-químicas do solo, coletados por pesquisadores distribuídos pelo país e avaliá-los conjuntamente. A análise conjunta desses dados permitirá mostrar as interações entre as minhocas e os atributos ambientais, assim como os efeitos do manejo sobre as populações de minhocas. Desse modo, espera-

se esclarecer o real valor das minhocas como bioindicadoras da fertilidade e qualidade do solo, nas diferentes condições ambientais prevalentes no país (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

Material e métodos

Síntese dos dados disponíveis

Foram realizados levantamentos bibliográficos em busca de artigos científicos e outros trabalhos publicados na literatura nacional e estrangeira sobre populações de minhocas em ecossistemas brasileiros. Em alguns ecossistemas ou regiões do país foram realizadas coletas complementares pela equipe dos autores para avaliação mais rigorosa do uso das minhocas como bioindicadoras em determinados sistemas de uso e manejo do solo.

Todas as coletas de minhocas foram realizadas usando o método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (ANDERSON; INGRAM, 1993), ou ligeiramente modificado. Esse método também foi proposto pela ISO (2006) como método padrão de coleta de minhocas em regiões tropicais. Nele, são retirados monólitos de solo, de 20 até 50 cm quadrados, até 10, 20 ou 30 cm de profundidade, e o solo é triado manualmente no campo ou em local próximo.

As minhocas encontradas foram preservadas em álcool (70 a 99%) ou formol (4-10%). Quando possível, as minhocas coletadas foram identificadas em nível de espécie ou em nível genérico. Dos mesmos buracos de coleta, ou da área coletada, amostras compostas de solo na profundidade de 0 a 10, 0-20 ou 0-30 cm foram retiradas para análises físico-químicas usando método padrão da Embrapa (1997) ou (MARQUES; MOTTA, 2003).

Como resultados desse trabalho construiu-se uma base de dados com variáveis biológicas, edáficas e ambientais, incluindo os seguintes parâmetros/atributos:

- Variáveis edáficas físicas e químicas. Os atributos químicos foram: teores de K, Ca, Mg, P, C, N, valor de H+Al, S, V%, CTC, relação C:N e pH (CaCl_2) conforme Embrapa (2009). Os atributos físicos foram: quantidade de areia, silte e argila em gramas por quilograma ($\text{g}^{-\text{kg}}$), a classificação do solo conforme Embrapa (2013), umidade do solo e classe textural.
- Variáveis ambientais: topografia, altitude, localização geográfica (longitude e latitude), precipitação média (mês de coleta e anual), temperatura média (mês de coleta e anual), clima da região (Köppen), ecossistema, sistema de uso do solo (tipo de vegetação/cultura agrícola), nível de perturbação do solo com dados referentes ao último manejo realizado e o tempo de pousio (tomados do proprietário da área ou com o vizinho mais próximo).
- Variáveis biológicas, contendo os dados das populações de minhocas de cada local (densidade e biomassa total e riqueza de espécies).

Análises estatísticas

Os dados foram organizados em diferentes tabelas temáticas usando os parâmetros acima (biológicos, físico-químicos e ambientais). Realizaram-se análises de componentes principais, cruzando todas as variáveis das tabelas, usando o software livre “R” e o pacote de dados `ade4`, que possuem todas as ferramentas necessárias para obtenção dos resultados (BORCARD et al., 2011).

Para algumas análises estatísticas foram usadas ferramentas descritas por Velásquez et al. (2007), onde uma tabela com diferentes subindicadores permite uma análise global da qualidade do solo. O índice geral de qualidade do solo (GISQ) é baseado em uma seqüência de análises de componentes principais (PCA) para identificação das variáveis que melhor diferenciam os locais e a criação de subindicadores que posteriormente são usados para calcular os indicadores da qualidade do solo (VELÁSQUEZ et al., 2007).

Resultados e discussão

Foram reunidos dados de mais de 700 pontos de coletas, distribuídos pelo Brasil e realizados por diversos pesquisadores. Em alguns locais, os autores realizaram coletas em mais de 1 estação (seca e úmida) e em outros casos em mais de um ou dois anos, acompanhando a sucessão e rotação de culturas. Após compiladas todas as informações sobre populações de minhocas, observaram-se algumas lacunas na tabela principal. Esses espaços são decorrentes da seleção de parâmetros/atributos diferentes nos trabalhos realizados por diversos autores, resultando em locais de coleta com um número menor de atributos avaliados. Portanto, apenas selecionou-se um número mínimo de 12 atributos (densidade de minhocas = nº indiv. m⁻²; C, pH, Ca, Mg, K, P, CTC, V%, areia, silte, argila) para os quais havia 650 (pontos) locais de coleta.

O GISQ foi calculado usando sub-índices químicos, físicos e biológicos de qualidade do solo, e relacionaram-se os dados químicos e físicos separadamente com a populações de minhocas (Fig. 1).

Na figura 1, observa-se que o eixo 1 da PCA relacionou as populações de minhocas positivamente com os atributos químicos do solo. Os dois primeiros fatores da PCA explicaram 59% da variação, provavelmente devido a variabilidade nos dados, que contemplam uma ampla gama de tipos e manejos de solos no país analisados conjuntamente (VELÁSQUEZ et al., 2007). Portanto, os nutrientes do solo foram importantes determinantes da abundância de minhocas, considerando todos os dados para os quais havia análise de solo mais completa (n= 700 locais).

Enquanto aos dados físicos, não se encontraram relações positivas entre as minhocas e a % areia, silte e argila no solo. Os dois primeiros eixos desta análise explicaram 67% da variação dos dados, que foram basicamente determinados pela textura do solo (eixo 1) e as populações de minhocas (eixo 2).

Não houve diferença significativa, considerando o $p=5\%$, contudo a 1% , pelo teste de Fisher LSD a Pastagem (P) com $n=158$ e 94 ind m^{-2} e os sistemas integrados (SI), com $n=28$ e 118 ind m^{-2} diferenciaram da vegetação nativa (VN), com $n=329$ e 73 ind m^{-2} e as culturas agrícolas (CA), com $n=486$ e 71 ind m^{-2} . Os plantios florestais (PF), com $n=83$ e 87 ind m^{-2} não diferiram significativamente de todos os ecossistemas. Houve pouca variação conforme os ecossistemas (Fig. 2). Os SI, demonstraram os maiores valores populacionais de oligoquetas corroborando com os dados encontrados por Brown et al. (2009) que realizaram coletas de minhocas em sistemas agroflorestais no Paraná e São Paulo.

As áreas sob CA tiveram grande variação, por se tratar de áreas com uma grande variedade de culturas e sistemas de manejo (plantio convencional, plantio direto), considerados simulataneamente.

Ao contrário do esperado (HENDRIX et al., 1992; KRABBE et al., 1993), o C no solo (derivado da matéria orgânica) não teve relação positiva direta com as populações de minhocas (Fig. 1).

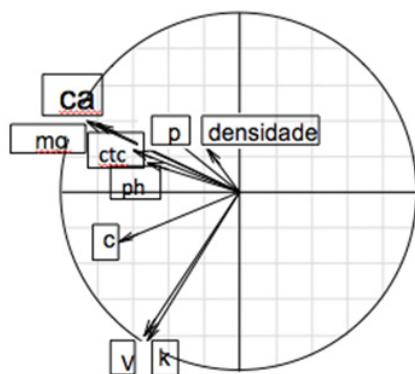


Fig. 1. PCA dos atributos químicos e densidade populacional de minhocas nos solos brasileiros.

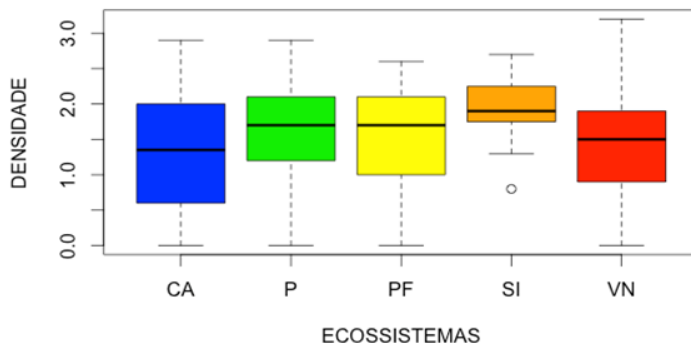


Fig. 2. Box-plot da densidade populacional de minhocas em função dos ecossistemas brasileiros. (CA)- cultura agrícola, (P)- pastagem, (PF)- plantio florestal, (SI)- sistemas integrados, (VN)- vegetação nativa.

Conclusões

As populações de oligoquetas tem grande variação conforme as características químicas do solo e o ecossistema. Houve tendência de aumento das populações em áreas onde a mobilização do solo é menor. Para um melhor entendimento e uso das minhocas como bioindicadoras da qualidade do solo, devem ser feitas mais análises utilizando melhor todos os parâmetros disponíveis, na tabela de dados que está sendo construída. Com o maior número de informações sobre os ecossistemas brasileiros se poderá utilizar dados populacionais de minhocas como bioindicadoras da qualidade do solo. E ainda saber quais as espécies que se adaptam melhor a determinados tipos de solo em regiões do Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os professores e técnicos do Departamento de Ciência do Solo da UFPR, que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho, aos pesquisadores e técnicos da Embrapa Florestas que também contribuíram com as pesquisas, aos colegas da pós graduação e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos e ao CNPq pelos custos de viagens de coleta.

Referências

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd ed. Oxford: Oxford University, 1993. 240 p.

BARTZ, M. L.; PASINI, A.; BROWN, G. G. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 39-48, 2013.

BLANCHART, E.; BERNOUX, M.; SARDA, X.; NETO, M. S.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M.; DOUZET, J.-M.; SCOPEL, E.; FELLER, C. Effect of direct seeding mulch-based systems on soil carbon storage and macrofauna in Central Brazil. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 72-1, p. 81-87, 2007.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. [S.l.]: Springer, 2011. 306 p.

BROWN, G. G.; JAMES, S. W. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina: biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 297-381.

BROWN, G. G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L. C. M.; **Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e mata atlântica em regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP e Adrianópolis, PR**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 51 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 184).

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 26-2, p. 1-18, 2010.

FRÜND, H.-C.; GRAEFE, U.; TISCHER, S. Earthworms as bioindicators of soil quality; In: Karaca, A. (Ed.). **Biology of earthworms**. [S.l.]: Springer, 2011. p. 261-278.

HENDRIX, P. F.; MUELLER, B. R.; BRUCE, R. R.; LANGDALE, G. W.; PARMELEE, R. W. Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on the Georgia Piedmont, USA. **Soil Biology Biochemistry**, v. 24, p. 1357-1361, 1992.

JIMÉNEZ, J. J.; LAVELLE, P.; DECAËNS, T. The efficiency of soil hand-sorting in assessing the abundance and biomass of earthworm communities. Its usefulness in population dynamics and cohort analysis studies. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 225-230, 2006.

KRABBE, E. L.; DRIEMEYER, D. J.; ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N. Avaliação populacional de oligoquetas e características físicas do solo em diferentes sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 23, p. 21-26, 1993.

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, v. 27, p. 93-132, 1997.

MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V. Análise química de solo para fins de fertilidade. In: LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E.; SERRAT, B. M.; WISNIEWSKI, C.; ALMEIDA, L.; MACHADO, M. A. M.; MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V.; KRIEGER, K. I.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, F. V. (Ed.). Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas. 2 ed. Curitiba: UFPR, 2003. p. 81-102.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2461-2470, 2008.

PAOLETTI, M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 137-155, 1999.

PASQUALIN, L. A.; DIONÍSIO, J. A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MARÇAL, C. T. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná - Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 7-18, 2012.

PIMENTEL, M. S.; DE POLLI, H.; AQUINO, A. M. DE; CORREIA, M. E. F.; ROUWS, J. R. C. Bioindicators of soil quality in coffee organic cultivation systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 546-553, 2011.

RÖMBKE, J.; SCHMITT, P.; HOEFER, H. The earthworm fauna of forests and anthropogenic habitats in the Coastal Region of Paraná (Southern Mata Atlântica), an example of sincere biodiversity reduction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1040-1049, 2009.

ROUSSEAU, L.; FONTE, S. J.; TÉLLEZC, O.; HOEKC, R. VAN DER; LAVELLE, P. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of Western Nicaragua. **Ecological Indicators**, v. 27, p. 71-82, 2013.

SHEPHERD, G.; STAGNARI, F.; PISANTE, M.; BENITES, J. **Visual soil assessment**. Rome: FAO, 2008.

SWIFT, M. J.; BIGNELL, D.; MOREIRA, F. M. de S.; HUISING, J. O inventário da diversidade biológica do solo: conceitos e orientações gerais. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Ed.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Ed. UFLA, 2010. 368 p.

TANCK, B. C. B.; SANTOS, H. R.; DIONÍSIO, J. A. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo do solo sobre a flutuação populacional do oligoqueta edáfico *Amyntas* spp. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 409-415, 2000.

VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P.; ANDRADE, M. GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 39, p. 3066–3080, 2007.

Relações entre populações de minhocas (Annelida : Oligochaeta) e atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais manejados na Amazônia Brasileira*

Sandra Celia Tapia-Coral¹

Elena Velásquez²

Samuel W. James³

Flávio J. Luizão¹

Populações de Oligochaetas, geralmente têm efeito significativo sobre a produção agrícola, e podem ser encontradas em diversos ambientes com umidade e matéria orgânica. A pesquisa foi realizada no período chuvoso (março/2007), no assentamento rural Tarumã-Mirim, km 21, BR-174, Manaus, AM. Coletamos 30 blocos de solo (50x50x20cm) em diferentes sistemas manejados: consorciados (Conso1: *Musa* sp. + *Nephelium lappaceum*); (Conso2: *Inga edulis* + *Theobroma grandiflorum*), agroflorestal (SAF: *T. grandiflorum* + *Rollinia* sp. + *Poraqueiba sericeaa* + *Annona muricata* + *Carica papaya* + *Musa* sp.) e monocultivos de *Euterpe oleraceae* e de *T. grandiflorum*. O solo da primeira camada dos blocos serviu para as análises químicas. Encontramos um total de sete espécies de minhocas (Glossoscolecidae) e *Glossodrilus* sp. foi a minhoca mais abundante no Conso2 e SAF. A variação na densidade de minhocas entre sistemas foi explicada 53,7% em dois eixos da análise de componentes principais (PCA). Diferenças significativas na densidade de minhocas entre sistemas foram demonstradas através do teste

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Programa de Grande Escala Biosfera Atmosfera (LBA), C.P. 478, Manaus, AM. sctcoral@gmail.com

²Universidad Nacional de Colômbia, sede Palmira

³University of Iowa, Iowa City, IA, USA

de Monte Carlo ($p < 0,02$). A variância da composição química do solo foi explicada 58,7% em dois eixos da PCA. Diferenças significativas dos atributos do solo entre sistemas foram demonstradas com o teste de Monte Carlo ($p < 0,041$). No entanto, a análise de coinércia, considerando conjuntamente as minhocas e atributos químicos do solo, não detectou correlações significativas. Ainda assim, a densidade média de minhocas foram maiores no Conso2 e SAF que nos monocultivos e nestes sistemas também verificamos uma alta concentração de matéria orgânica e de nutrientes, o que pode indicar que a diversidade de espécies cultivadas favoreceu a colonização das minhocas.

Oligoquetos (*Amyntas* spp.) e fitonematóides (*Meloidogyne javanica*) na cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum*)

Wiliam Demetrio¹
Jair Alves Dionísio²
Arlei Maceda³

As minhocas estão entre os principais seres da fauna edáfica, representando até 80% da biomassa total da macrofauna nos locais em que ocorrem. Seu hábito de vida influencia uma gama de organismos do solo, regulando desde as populações de fungos e bacterias, até o crescimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de minhocas do gênero *Amyntas* de suprimir a população de fitonematóides (*Meloidogyne javanica*) e os efeitos sobre o crescimento do tomateiro. O estudo foi realizado em ambiente protegido no Centro Diagnóstico Marcos Enrietti - UFPR, os tratamentos foram níveis de minhocas adultas (*Amyntas* spp.): 0, 2, 4, 6 e 8 animais vaso⁻¹ na presença de fitonematoides (*M. javanica*). Cada vaso contendo 3 kg de solo esterilizado recebeu sementes de tomate (var. Santa Cruz Kada Paulista), desbastados aos 14 dias após a emergência e inoculados com uma solução contendo 3000 ovos e/ou juvenis de *M. javanica*. Ao final do experimento determinou-se o número de minhocas remanescentes, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca da planta e número de galhas das raízes. Os dados foram submetidos à análise de regressão entre as variáveis obtidas e os níveis de *Amyntas*

¹Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal do Paraná, Paraná, PR, CEP: 81531-970 wiliandemetrio@hotmail.com

²Professor Titular, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, PR

³Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti – Adapar

spp. e correlação de Pearson. A inoculação de *Amyntas* spp. no solo não suprime a formação de galhas de *M. javanica* na cultura do tomateiro, mas proporciona aumento da massa seca da planta mesmo com o elevado número de galhas, e não elevação da matéria seca do sistema radicular.

População de minhocas em áreas cultivadas com arroz na UFSM

Zaida Inês Antonioli¹

Ângela Denise Hubert Neufeld²

Willian Braga dos Santos³

Daiane Dalla Nora³

Hazael Soranzo de Almeida⁴

Rodrigo Josemar Seminotti Jacques⁵

As minhocas são comumente encontradas em lavouras de arroz na depressão central do estado do Rio Grande do Sul, trazendo problemas aos agricultores se a sua ocorrência vem a prejudicar a produção desse cereal. Dessa forma, realizou-se um levantamento do número de minhocas e casulos encontrados por metro quadrado em duas áreas com histórico de cultivo de arroz área 1 (A1) pertencente ao Departamento de Fitotecnia da UFSM com cultivo de arroz a 30 anos, e sendo cultivado arroz na safra 2014/2015, área 2 (A2) pertencente ao Departamento do Solos da UFSM, com histórico de cultivo de arroz de 10 anos não sendo cultivado na safra 2014/2015. A amostragem realizou-se antes da semeadura do arroz e quando a cultura chegou no ponto de colheita, sendo feitos 5 pontos de coletas cada ponto de coleta era composto por 3 tradagem com trado de caneca (5cm de diâmetro e 20 cm de comprimento). A área

¹Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, zantonioli@gmail.com

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

³Graduandos do Curso de Agronomia – Bolsista PIBIT - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

⁴Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia – Bolsista CAPES - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

⁵Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

A1 apresentou na primeira coleta 80 indivíduos e quatro casulos por metro quadrado. Na área A2 foram encontrados 58 indivíduos e treze casulos por metro quadrado. Para a segunda coleta houve um aumento na quantidade de indivíduos encontrados principalmente na área A1 em que foram encontrados 508 ind. m² e 52 casulos m², contudo para a área a A2 esse aumento foi menor sendo encontradas 70 ind. m². O gênero de oligoquetas predominante foi *Eukerria*. Isto evidencia que há um favorecimento na multiplicação de minhocas com o cultivo do arroz.

O uso de enquitreídeos (Oligochaeta, Enchytraeidae) como bioindicadores em solo de cultivo orgânico e convencional

Orlando Assis¹

Wanessa A. Ramsdorf²

George G. Brown³

Marie L. C. Bartz⁴

Rafael Souza de Morais⁵

Cintia C. Niva⁶

As atividades antropogênicas modificam as condições do solo e exercem um efeito sobre os organismos edáficos, portanto, o uso de bioindicadores pode auxiliar na avaliação da qualidade do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial dos enquitreídeos (*Oligochaeta*, *Enchytraeidae*), como indicadores da qualidade do solo em quatro Sistemas de Uso do Solo (SUS): FN (Floresta Nativa), OO (Olericultura Orgânica), OC (Olericultura Convencional) e LC (Lavoura Convencional). Para cada área, foram coletadas dez amostras com auxílio de um cilindro metálico de 5,8 cm de diâmetro por 5,0 cm de altura, com 130 g de solo. As amostragens foram realizadas em janeiro de 2014 e seguiram as recomendações da ISO 23611-3: 2011

¹Extensionista da EMATER-PR, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, orlando.assis@emater.pr.gov.br

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná

³Pesquisador Empresa Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁵Estagiário na Embrapa Florestas, Colombo, PR, Acadêmico em Biomedicina da FACEAR-PR

⁶Pesquisadora Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

com os enquitreídeos extraídos pelo método quente. Os gêneros foram identificados *in vivo* em 20% das amostras. Os atributos químicos e físicos do solo também foram analisados. A maior abundância foi encontrada em FN e a menor em LC (ANOVA, Dunnet 5%). A maior riqueza (seis gêneros) foi encontrada em FN e a menor em LC (dois gêneros). Adicionalmente, um ensaio de reprodução usando o solo das áreas estudadas foi realizado, onde se encontrou o maior número de indivíduos em FN, em relação à OC e LC (ANOVA, Dunnet 5%), corroborando com os dados de abundância a campo. Os resultados sugerem um efeito negativo do manejo convencional em relação ao orgânico, especialmente do LC sobre os enquitreídeos. Concluiu-se que os enquitreídeos respondem negativamente aos impactos antrópicos no solo e que as abordagens de campo combinadas com as de laboratório são ferramentas úteis na avaliação do efeito de diferentes SUS.

Ecotoxicity of mercury in *Eisenia andrei* and *Pontoscolex corethrurus* as a tool of ecological risk assessment in tropical ecosystems

Andressa Cristhy Buch¹
Maria Elizabeth Fernandes Correia²
Emmanoel Vieira Silva-Filho³

Mercury (Hg) is a highly toxic nonessential heavy metal. Despite exists naturally in the Earth's Crust, its concentrations have been progressively elevated in the environment due to anthropogenic sources, threatening human and environmental health. Our studies reported the accumulation of atmospheric mercury in tropical forest soils. Earthworms constitute up to 80% of the total biomass of the soil fauna and play an important role as decomposers, especially in forest ecosystems in chemical element transformations. Therefore in the ecological risk assessment of Oligochaeta, ecotoxicological responses of *Pontoscolex corethrurus* (native) and *Eisenia andrei* (exotic) were evaluated through behavioural, acute, chronic and bioaccumulation tests. The tests were performed in laboratory using a tropical artificial soil (TAS) and two forest natural soils (NSs) of two Forest Conservation Units of the State of Rio de Janeiro, Brazil. Results demonstrated that there was no significant difference between the two NSs, on the contrary when compared NSs with TAS. *P. corethrurus* showed a higher adaptability or resistance to mercury than *E. andrei*. For *E. andrei* the avoidance effects and toxicity were higher in NSs than in TAS (LC₅₀ 163.8 and 187.5 mg Hg kg⁻¹ dry wt respectively).

¹Doutoranda do curso de Pós Graduação em Geoquímica Ambiental - Bolsista FAPERJ - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, andressabuch@hotmail.com

²Pesquisadora Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

³Professor adjunto Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

Chronic tests for *P. corethrurus* were invalidated because there was no reproduction in any treatment including control, during the assay (90 days). The 21-day EC50 values for the cocoon production of *E. andrei* were 10.7 and 8.9 mg Hg kg⁻¹ dry wt, in TAS and NSs respectively. Mercury bioaccumulation factor values were proportional to the increase of the concentrations tested.

Vermicompostagem em propriedades de agricultores familiares

*Maria Eunice Paula de Souza*¹

*Irene Maria Cardoso*²

*André Mundstock Xavier de Carvalho*³

*Andreia Paiva Lopes*⁴

*Pedro Henrique Silva*⁵

*Ivo Jucksch*²

A vermicompostagem permite o melhor uso dos resíduos orgânicos, sendo também uma técnica alternativa à compostagem tradicional. Muitos agricultores reconhecem suas vantagens em relação à utilização direta dos resíduos orgânicos. Entretanto, nem sempre essa é uma prática comum entre eles. Este estudo teve como objetivo compreender as razões ligadas a não utilização da técnica da vermicompostagem, identificar o conhecimento popular sobre minhocas e sobre vermicomposto, sensibilizar os participantes, implantar e avaliar a técnica da vermicompostagem. Realizou-se os trabalhos de pesquisa-ação em oito municípios da Zona da Mata de Minas Gerais com a participação de agricultores, professores, pesquisadores e estudantes. Realizou-se 15 oficinas, construiu-se 13 minhocários campeiros e distribuiu-se 55 kits contendo minhocas. Optou-se pelo minhocário Campeiro por ser eficiente e de baixo custo.

¹*Pós-doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas - Bolsista CAPES/ FAPEMIG - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, maria.paula@ufv.br*

²*Professores Associados, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG*

³*Professor Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG*

⁴*Engenheira agrônoma, Goiânia, GO*

⁵*Graduando do Curso de Agronomia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG*

Algumas famílias realizaram experimentos simples para avaliar o vermicomposto. Para avaliar e monitorar os minhocários realizou-se duas visitas em cada local. Verificou-se que apesar de compreender a importância das minhocas para a qualidade do solo, a maioria dos agricultores não conhecia a técnica da vermicompostagem e não tinha acesso às matrizes, considerados os principais desafios para o uso da técnica. Os participantes da pesquisa avaliaram que não tiveram dificuldades no manejo do minhocário, mas alguns relataram problemas com os ataques de formigas e sanguessugas.

O uso do vermicomposto foi muito bem avaliado. O conhecimento e a facilidade na condução da técnica e o acesso às minhocas levaram os agricultores a utilizá-la e a divulgá-la aos seus familiares e vizinhos.

Comportamento de construção de câmara de estivação por *Rhinodrilus alatus* e sua relação com a pluviosidade

Raquel Hosken Pereira da Silva¹

Irla Paula Stopa Rodrigues²

Artur Queiroz Guimarães³

Maria Auxiliadora Drumond⁴

Introdução

A minhoca gigante *Rhinodrilus alatus* Righi (1971), popularmente conhecida como minhocaçu, é uma das 54 espécies de minhocas gigantes conhecidas no Brasil e é endêmica do bioma Cerrado da região central de Minas Gerais. Essa espécie pode alcançar 1,30 m de comprimento e vem sendo usada como isca viva na pesca amadora por pelo menos 80 anos. Os municípios de Paraopeba, Curvelo e Caetanópolis constituem o maior centro de comercialização dessa espécie no Brasil. Sua extração e comercialização envolvem cerca de 3.000 pessoas, sendo a principal fonte de trabalho e renda para algumas comunidades rurais, em especial para a comunidade quilombola de Pontinha, localizada no município de Paraopeba (DRUMOND et al., 2008).

¹Mestranda no Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Bolsista CAPES – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, raquelhosken@gmail.com

²Licenciada e Bacharelada em Ciências Biológicas – Bolsista Proex – UFMG, Belo Horizonte, MG

³Bacharel em Ciências Biológicas – Bolsista de Apoio Técnico FAPEMIG – UFMG, Belo Horizonte, MG

⁴Professor Adjunto do Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, MG

A atividade de extração apresenta vários conflitos, como a invasão de propriedades privadas e de uma Unidade de Conservação Federal e o uso não autorizado de fauna silvestre, o que a caracteriza como crime ambiental segundo a legislação brasileira. Com o objetivo de minimizar tais conflitos, desde o ano de 2004 tem sido desenvolvido um Programa de Conservação para essa espécie, que compreende diferentes projetos voltados à análise do sistema socioecológico relacionado à atividade de uso dessa espécie visando seu manejo. As informações ecológicas e socioeconômicas levantadas por essa iniciativa serviram de base para a elaboração de um Plano para a Conservação e Manejo do Minhocoçu *Rhinodrilus alatus*, construído e discutido com vários setores interessados, extrativistas, comerciantes, proprietários rurais, dentre outros. Informações ambientais existentes derivadas do processo de formação coletiva do conhecimento e dados sobre a abundância e distribuição de *R. alatus* indicam a possibilidade de adoção do co-manejo adaptativo como um método para auxiliar na implementação de políticas públicas para este sistema e na minimização de conflitos socioambientais instalados na região (DRUMOND et al., 2008). Em dezembro de 2014 o Ministério do Meio Ambiente divulgou a mais recente lista de espécies ameaçadas de extinção no Brasil e o minhocoçu *R. alatus* não consta mais na lista, sendo seu status de conservação recategorizado como Menos Preocupante (LC) (DRUMOND et al., 2012).

O plano de manejo incorpora diferentes estratégias de médio e longo prazos, dentre as quais o desenvolvimento de pesquisa sobre os efeitos de alterações climáticas regionais sobre a abundância de minhocoçus e sua resiliência a tais mudanças (Drumond et al., 2013), uma vez que variações ambientais podem alterar negativamente a taxa de crescimento intrínseco (ou o crescimento populacional), fortemente influenciada pela sobrevivência e performance reprodutiva (BARBRAUD et al., 2011; BERTEAUX et al., 2006; RUSSELL et al., 2012).

Mudanças climáticas podem alterar o ciclo anual de *R. alatus*, que é marcadamente sazonal. As fases de reprodução e de forrageamento

ocorrem durante as estações mais chuvosas e mais quentes (primavera e verão). Durante os meses de verão, de janeiro e fevereiro, *R. alatus* constrói duas galerias subterrâneas e uma câmara de estivação. Uma dessas galerias pode ser obstruída pelas últimas fezes produzidas antes da fase de estivação e a segunda galeria é usada pelo minhocoçu para sair da câmara e alcançar a superfície do solo (DRUMOND et al., 2015). Cada minhocoçu permanece enrolado dentro de sua câmara de estivação ao longo das estações mais secas e frias (outono e inverno). Sendo assim, umidade do solo e temperatura parecem ser fatores importantes no processo de estivação de *R. alatus*, como na maioria das espécies de Oligochaeta terrestres, apesar das espécies apresentarem diferentes respostas adaptativas a essas condições ambientais (DIAZ COSÍN et al., 2006; EDWARDS; BOLEN, 1996; JIMÉNEZ et al., 2000; LEE, 1985).

Vários estudos sobre as mudanças climáticas vêm sendo realizados no mundo todo e as previsões para o bioma Cerrado estimam algumas variações nos padrões de pluviosidade, como aumento na duração da estação seca, diminuição nos dias de chuva por ano e aumento dos eventos de tempestade durante a estação chuvosa (MARENGO et al., 2009). Alguns potenciais impactos dessas mudanças seriam alterações na fenologia de várias espécies, no regime de fogo, na produtividade primária e nos ciclos biogeoquímicos (BUSTAMANTE et al., 2012). O conhecimento ecológico tradicional das comunidades extrativistas de *R. alatus* sugere que o aumento da temperatura e diminuição da umidade do solo, provocados por mudanças climáticas, poderiam reduzir suas populações em curto prazo. Tais mudanças já preocupam os extratores, uma vez que em anos com seca mais prolongada há registros de elevada mortalidade de minhocoçus nas câmaras de estivação (DRUMOND et al., 2013; 2015).

A disponibilidade de água no solo influencia o processo de estivação em várias espécies (BROWN; FRAGOSO, 2007; JIMÉNEZ et al., 2000). Segundo relatos de extrativistas de *R. alatus*, o padrão de chuvas na região de estudo tem mudado nos últimos anos, principalmente

a partir de 2011. Eles observaram uma diminuição da extensão do período chuvoso, ocorrendo apenas de novembro a janeiro, sendo que em anos anteriores a estação chuvosa costumava durar até o mês de março. Como os minhocuçus constroem suas câmaras de estivação ao final da estação chuvosa, os níveis de precipitação nos meses de janeiro a março têm grande relevância para esse processo, pois o início do período de estivação pode ser adiantado ou atrasado. Em 2014, os extratores relataram que os minhocuçus entraram em estivação já no mês de janeiro, o que normalmente ocorre em março ou início de abril, sendo que as atividades de extração também foram adiantadas. Outro efeito observado pelos extratores é a diferença na profundidade das câmaras de estivação, que estaria relacionada à umidade no solo, sendo que a tendência é que as câmaras sejam construídas mais profundas em locais mais secos.

Devido a essas respostas comportamentais que os minhocuçus apresentam de acordo com as variáveis climáticas e ambientais, o objetivo desse trabalho é avaliar como *R. alatus* tem reagido às variações de precipitação no período de 2006 a 2014 com relação ao seu comportamento de construção de câmara de estivação, sendo esperado que em anos com menor precipitação na estação chuvosa sejam encontradas câmaras de estivação mais profundas.

Material e métodos

A ocorrência de *R. alatus* já foi registrada em 17 municípios da região central de Minas Gerais, situada na bacia do rio São Francisco, mas as atividades de extração e venda estão concentradas nos municípios de Paraopeba, Curvelo e Caetanópolis (DRUMOND et al., 2013), onde foi realizada a maior parte das coletas de dados do presente trabalho.

As coletas foram realizadas durante o período de seca, pois é nessa época que os indivíduos encontram-se em estivação e são extraídos (DRUMOND et al., 2008). Locais visitados rotineiramente

pelos extratores para as atividades de captura em áreas de Cerrado foram escolhidos de acordo com a disponibilidade dos extratores e de acesso a essas áreas, sendo amostradas áreas onde os extratores possuem permissão de entrada dada pelo proprietário rural. O método consiste no acompanhamento de um extrator ao longo do percurso percorrido durante a procura por vestígios de minhocaçu na superfície do solo e, quando encontrado, ele inicia o processo de extração e, posteriormente, continua seu percurso até encontrar novos vestígios. Os indivíduos capturados pelos extratores tiveram seu tamanho corporal (comprimento e diâmetro) medido e estágio de desenvolvimento identificado (filhote, jovem ou adulto), totalizando 243 indivíduos amostrados que, após as medições, foram disponibilizados aos extratores. As câmaras de estivação foram medidas com relação à profundidade e diâmetro. As coletas foram realizadas nos anos de 2006, 2007, 2010, 2011 e 2014 e os dados de profundidade de câmara de estivação foram testados quanto à normalidade (teste Kolmogorov-Smirnov) e à homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Posteriormente foi realizada a análise de variância (ANOVA) para testar a diferença entre as médias dos anos de amostragem considerando um nível de significância de 5%. Para indicar entre quais anos há diferença significativa foi realizado o teste de Tukey.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é categorizado como “Cwa - temperado úmido com inverno seco e verão quente”, sendo a temperatura média anual de 21°C e precipitação média anual de 116mm (ALVARES et al., 2013). As séries históricas de pluviosidade de 13 estações pluviométricas foram obtidas pelo Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb (ANA, 2015), da Agência Nacional de Águas, e foi considerada na análise a precipitação média dos meses de janeiro a março, período final da estação chuvosa e que os minhocaçus podem entrar em estivação.

Resultados e discussão

A profundidade das câmaras de estivação do minhocoçu *Rhinodrilus alatus* variou de acordo com os anos de amostragem, sendo detectada diferença significativa ($p < 0,01$) entre os anos de 2006 e 2011 e entre 2006 e 2014 (Figura 1).

Considerando a média de precipitação de todas as estações pluviométricas, a precipitação nos meses de janeiro a março sofreu uma queda de 45% no ano de 2014, sendo que a média nos anos 2006, 2007, 2010 e 2011 foi em torno de 159mm de precipitação mensal e para o ano de 2014 a média foi de 72mm (Figura 2).

O comportamento dos minhocoçus *R. alatus* de construção de câmaras de estivação mais profundas pode ser consequência de alterações climáticas, principalmente na precipitação. Além da precipitação, o tipo de solo e a sua taxa de infiltração de água também pode influenciar a profundidade da câmara de estivação, sendo verificada uma grande variação entre as espécies de acordo com o tipo de ambiente (BROWN; FRAGOSO, 2007). A possível influência da disponibilidade de água no processo de estivação (BROWN; FRAGOSO, 2007) foi observada no ano de 2014, no qual a queda na precipitação resultou em um adiantamento no período de estivação dos minhocoçus, que iniciou no mês de janeiro, além da construção de câmaras mais profundas. Em casos mais extremos, quando a estação seca se inicia abruptamente, os minhocoçus podem ter dificuldade em construir suas câmaras de estivação em um curto espaço de tempo e, conseqüentemente, podem não resistir à queda brusca de umidade no solo, o que pode gerar um grande impacto na população de *R. alatus* e, conseqüentemente, na sua extração e comercialização pelas comunidades locais.

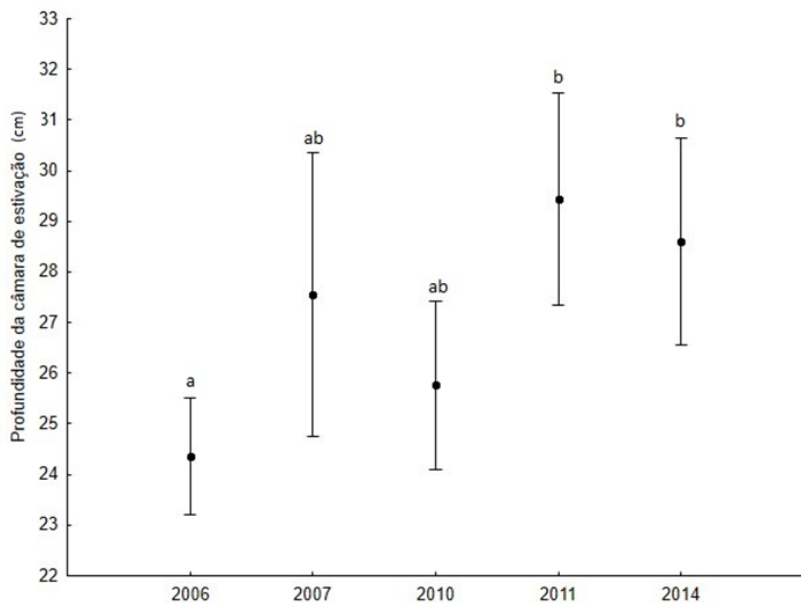


Fig. 1. Médias das profundidades de câmaras de estivação de *Rhinodrilus alatus* em áreas de Cerrado da região central de Minas Gerais. Barras indicam intervalo de confiança de 95% e letras diferentes indicam diferença significativa para $\alpha = 5\%$.

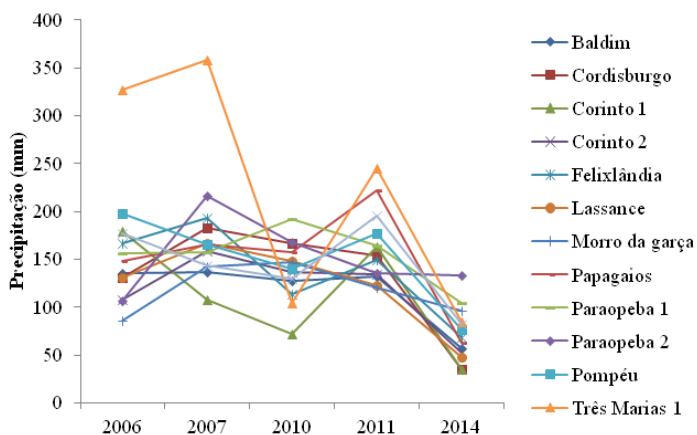


Fig. 2. Precipitação média mensal nos meses de janeiro a março em 13 estações pluviométricas localizadas na área de ocorrência de *Rhinodrilus alatus*, região central de Minas Gerais.

Conclusões

A população de *R. alatus* pode estar sendo afetada pelas variações climáticas em sua região de ocorrência e isso gera uma série de consequências no seu ciclo de vida e sobrevivência, o que pode ser considerado uma nova ameaça a essa espécie. A continuidade no desenvolvimento de estudos que possibilitem conhecer os reais impactos das mudanças climáticas sobre as populações de *R. alatus* nos próximos anos terá resultados importantes para a conservação da espécie e seu manejo em longo prazo. Será possível, assim, incorporar aspectos comportamentais e informações sobre os efeitos reais de alterações climáticas no âmbito local e regional às projeções da distribuição de *R. alatus* em cenários climáticos do passado e do futuro.

Agradecimentos

Agradecemos aos moradores dos municípios de Paraopeba, Curvelo, Caetanópolis e Quilombo de Pontinha que participaram de entrevistas, ajudaram nos trabalhos de campo e compartilharam os seus conhecimentos conosco. À equipe da Floresta Nacional de Paraopeba pelo apoio em todas as etapas do projeto. Somos gratos pelo apoio prestado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG), Instituto Sustentar, Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Pró-Reitorias de Pesquisas (PRPQ) e de Extensão (Proex) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPE). O apoio financeiro foi fornecido pelo IEF-MG, Conservação Internacional do Brasil, MPE, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Ministério da Educação (MEC), PRPQ e ProEx (UFMG).

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Sistema de informações hidrológicas HidroWeb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 11 mai. 2015.

BARBRAUD, C.; RIVALAN, P.; INCHAUSTI, P.; NEVOUX, M.; ROLLAND, V.; WEIMERSKIRCH, H. Contrasted demographic responses facing future climate change in Southern Ocean seabirds. **Journal of Animal Ecology**, v. 80, p. 89–100, 2011.

BERTEAUX, D.; HUMPHRIES, M. M.; KREBS, C. J.; LIMA, M.; MCADAM, A. G.; PETTORELLI, N.; RÉALE, D.; SAITOH, T.; TKADLEC, E.; WELADJI, R. B.; STENSETH, N. C. Constraints to projecting the effects of climate change on mammals. **Climate Research**, v. 32, p. 151–58, 2006.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. **Minhocas na América Latina: biodiversidade e ecologia**. Londrina: Embrapa Soja; 2007. 545 p.

BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S.; RESENDE, J. C. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; VIEIRA, L. C. G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, suppl. p. 655-671, 2012.

DÍAZ COSÍN, J. D.; RUIZ, M. P.; RAMAJO, M.; GUTIÉRREZ, M. Is the aestivation of the earthworm *Hormogaster elisae* a paradiapause? **Invertebrate Biology**, v. 125, n. 3, p. 250-255, 2006.

DRUMOND, M. A.; CAMPOS, S. H. C.; GUIMARÃES, A. Q.; NUNES, J. T. Ecologia e uso do minhocucu *Rhinodrilus alatus*. **MG-Biota**, v. 1, n. 3, p. 5-23, 2008.

DRUMOND, M. A.; BROWN, G. G.; MARINI-FILHO, O. J. Avaliação do risco de extinção do minhocaçu: *Rhinodrilus alatus* Righi, 1971. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, p. 134-139, 2012.

DRUMOND, M. A.; GUIMARÃES, A. Q.; EL BIZRI, H. R.; GIOVANETTI, L. C.; SEPÚLVEDA, D. G.; MARTINS, R. P. Life history, distribution and abundance of the giant earthworm *Rhinodrilus alatus* RIGHI 1971: conservation and management implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 699-708, 2013.

DRUMOND, M. A.; GUIMARÃES, A. Q.; DA SILVA, R. H. P. The role of local knowledge and traditional extraction practices in the management of giant earthworms in Brazil. **PLoS ONE**, v. 10, n. 4, p. e0123913, 2015.

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. **Biology and ecology of earthworms**. London: Chapman & Hall, 1996. 426 p.

JIMÉNEZ, J. J.; BROWN, G. G.; DECÂENS, T.; FEIJOO, A.; LAVELLE, P. Differences in the timing of diapause and patterns of aestivation in tropical earthworms. **Pedobiologia**, v. 44, p. 677-694, 2000.

LEE, K. E. **Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use**. Sydney: Academic Press, 1985. 411 p.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L. M.; VALVERDE, M. C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 15, p. 2241- 2255, 2009.

RUSSELL, I. C.; APRAHAMIAN, M. W.; BARRY, J.; DAVIDSON, I. C.; FISKE, P.; IBBOTSON, A. T.; KENNEDY, R. J.; MACLEAN, J. C.; MOORE, A.; OTERO, J.; POTTER, E. C. E.; TODD, C. D. The influence of the freshwater environment and the biological characteristics of Atlantic salmon smolts on their subsequent marine survival. – ICES. **Journal of Marine Science**, v. 69, p. 1563–1573, 2012.

Posters

Granulometria de resíduo sólido de frigorífico na vermicompostagem com esterco bovino

Hazael Soranzo de Almeida¹

Ângela Denise Hubert Neufeld²

Willian Braga dos Santos³

Daiane Dalla Nora³

Zaida Inês Antonioli⁴

Rodrigo Ferreira da Silva⁵

Rodrigo Josemar Seminotti Jacques⁶

Samuel Wooster James⁷

Talita Ferreira⁸

Atualmente o processo de vermicompostagem vem sendo estudado e difundido mundialmente como uma forma de tratamento de resíduos orgânico, gerando um produto de alta qualidade e com aplicações na agricultura. Dessa forma, realizou-se a vermicompostagem de diferentes proporções entre esterco bovino (EB) e resíduo sólido de frigorífico (RSF) em diferentes granulometria A= menor que 1mm; B= entre 1 a 2,5mm; C= maior que 2,5mm. As proporções foram de 0, 25, 50, 75 e 100% EB com o RSF, com cinco repetições por tratamento sendo 3x5x5 resultando em 75 unidades amostrais (UA). Cada UA

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia – Bolsista CAPES - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, hazaelsoranzo@yahoo.com.br

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

³Graduandos do Curso de Agronomia – Bolsista PIBIT - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

⁴Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

⁵Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS

⁶Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

⁷Professor Adjunto, Universidade de Iowa, Iowa City, IA, EUA

⁸Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

continha dois litros onde foram colocadas 50 minhocas *Eisenia fetida* (Savigny 1826), permanecendo nas UA por 60 dias. Após 60 dias foi avaliado o número de minhocas jovens (não cliteladas). Os tratamentos com as granulometria de tamanho B foram os que apresentaram as maiores médias dentro das diferentes proporções de EB. O tratamento composto por 75EB e 25 RSF com granulometria B foi o que proporcionou o maior número de minhocas jovens, em contra partida o tratamento 75EB e 25 RSF com granulometria C foi o que apresentou o menor número de minhocas jovens. Conclui-se que as diferentes granulometria de resíduo sólido de frigorífico e proporção de esterco bovino influenciam na multiplicação das minhocas.

Macrofauna edáfica em agroecossistemas no Norte do Paraná

*Julia Barreto*¹

*Julia Müller Torres*¹

*Amarildo Pasini*²

*George G Brown*³

*Marie Luise Carolina Bartz*¹

A macrofauna do solo possui efeitos sobre os atributos físicos e químicos do solo, assim como é diretamente afetada pela forma com que o solo é manejado. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de uso do solo (SUS) no norte do Paraná sobre a macrofauna invertebrada do solo, assim como estabelecer quais parâmetros físicos e químicos do solo estão correlacionados com estes organismos. O estudo foi conduzido em cinco SUS: 1) mata nativa (MT); 2) pastagem (PA); 3) cultivo de café (CF); 4) plantio direto consolidado (PD); e 5) plantio direto subsolado (PS). Foram amostrados quatro pontos em cada SUS, no período seco (inverno) e úmido (verão), utilizando metodologia do *TSBF* (Tropical Soil Biology and Fertility Method) e média destes dados para as análises multivariadas. Foram realizadas coletas de solo para análise de atributos físicos e químicos nos mesmo pontos. Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) para associar os grupos da macrofauna e os SUS, assim com uma Análise de Redundância para estabelecer quais atributos físicos e/ou químicos possuem correlação significativa com os grupos da macrofauna. A PCA separa os SUS em 3 grupos: 1. Os SUS mais antropizados (PS, PD e CF) associados os grupos Scorpiones, Hymenoptera e Orthoptera; 2. PA associados

¹Universidade Positivo, Curitiba/PR, juhlmt@gmail.com; juliabarreto28@gmail.com

²Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

³Embrapa Florestas, Colombo, PR

aos grupos Oligochaeta, Hemiptera, Isoptera, Dermaptera, Larvas de Coleoptera e Pupas; e 3: MT associada os demais grupos, sendo o SUS com maior riqueza de grupos. A RDA mostra os teores de Mg correlacionados às Oligochaetas, Larvas de Coleoptera e Pupas, os teores de P à Scorpiones e Hymenoptera e o H + Al a maior parte dos grupos da macrofauna, enquanto K e pH estiveram inversamente associados à grande maioria dos grupos da macrofauna.

Influência do solo contaminado com cobre em minhocas *Eisenia andrei* Bouché (1972)

*Talita Ferreira*¹

*Caroline Maria Rabuscke*²

*Natielo Almeida Santana*³

*Hazael Soranzo de Almeida*⁴

*Bárbara Estevão Clasen*⁵

*Zaida Inês Antonioli*⁶

*Jorge Domínguez*⁷

Introdução

Os agrotóxicos utilizados na agricultura tem por objetivo combater pragas e doenças que possam causar danos a produção agrícola. Quando aplicados inadequadamente ou de forma abusiva causam contaminação ambiental, pois ao entrarem em contato com o ambiente de forma direto ou indireta, através da percolação, dispersão e volatilização comprometendo a saúde dos organismos presentes no ecossistema (ANDRÉA, 2010).

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, tf_talita@hotmail.com

²Graduando do Curso de Agronomia – Bolsista CNPq – UFSM, Santa Maria, RS

³Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Bolsista CNPq – UFSM, Santa Maria, RS

⁴Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia-Bolsista CNPq- UFSM , Santa Maria, RS

⁵Professor Adjunto, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula, RS

⁶Professora do Departamento de Solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq - UFSM, Santa Maria, RS

⁷Professor do Departamento de Ecologia e Biologia Animal, Universidade de Vigo, Vigo, Espanha

Dentre estes compostos químicos utilizados na agricultura, destaca-se a calda bordalesa, um fungicida amplamente utilizado no controle do míldio em videiras. A utilização pode resultar em uma considerável adição de cobre ao solo, aumentando o potencial de toxicidade e contaminação do meio ambiente (MIOTTO et al., 2014). A presença deste insumo no solo pode alterar o ecossistema, pois estão presentes elementos potencialmente poluidores, como metais pesados que podem levar à exclusão de espécies-chave (OLIVEIRA, 2014).

Para avaliar a contaminação do solo são feitas análises químicas nas amostras ambientais, que indicam a concentração do elemento ou substância tóxica, porém não refletem a sua real biodisponibilidade no ambiente (CESAR et al., 2008). Desta forma faz-se necessário a utilização de bioindicadores em testes ecotoxicológicos, que possibilitam determinar a concentração dos poluentes que alteram a população dos organismos, bem como o padrão de contaminação e a biodisponibilidade dos poluentes (ANDRÉA, 2010). É crescente o número de estudos ecotoxicológicos desenvolvidos nos últimos anos avaliando o potencial bioindicativo das minhocas, este fato decorre da sua importância na biomassa da macrofauna, por serem considerados prestadores de serviços essenciais aos ecossistemas (BLOUIN et al., 2013), como na manutenção da estrutura e fertilidade dos solos (AMOSSE et al., 2015), formação de húmus e agregados (CAPOWIEZ et al., 2012), decomposição de resíduos e ciclagem de nutrientes (ANTONIOLLI, 2009).

As minhocas são consideradas excelentes bioindicadores por serem fortemente afetadas pela poluição de metais e por influenciarem no destino e na distribuição dos produtos químicos no solo (DOMÍNGUEZ, 2010). Como os ensaios de toxicidade de organismos do solo ainda não são bem desenvolvidos no Brasil, faz-se necessário a utilização de técnicas internacionalmente conhecidas como a OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*).

Um dos protocolos para avaliação do potencial tóxico de uma substância química no solo pode ser realizado através do teste de toxicidade aguda. O efeito agudo de um agente tóxico sobre o organismo teste é observado através da letalidade, mas outras manifestações podem ser apresentadas como diminuição na mobilidade e alterações nos aspectos biométricos relativos ao peso e crescimento.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do cobre nos aspectos biométricos (biomassa) das minhocas da espécie *Eisenia andrei*.

Material e métodos

O teste de toxicidade utilizou minhocas (*Eisenia andrei*) como bioindicadores da contaminação por cobre e foram realizados no laboratório de Microbiologia do Solo e Ambiente do Departamento de Solos, na Universidade Federal de Santa Maria. O teste foi baseada na orientação da (OECD) - Guia para testes químicos nº 207 (OECD-1984). O solo utilizado foi coletado na camada de 0-10 cm de um Argissolo Vermelho distrófico arênico, pertencente a unidade de Mapeamento São Pedro (BRASIL, 1973). O solo foi seco ao ar, destorroado e peneirado com peneira de malha 4mm. O ensaio utilizou diferentes doses de cobre, (0, 35, 70, 105, 140, 175 mg.Kg⁻¹), que foram aplicados ao solo na forma de um diluído com água e sulfato de cobre. As unidades experimentais utilizadas possuíam 7 cm de altura e 18 cm de diâmetro. As minhocas utilizadas nesse ensaio foram adultas cliteladas oriundas do minhocário do Departamento de Solos da UFSM. A montagem do ensaio consistiu em adicionar 500 gramas de solo contaminado com as diferentes doses de cobre nos recipientes, formando uma lâmina de solo de 5 cm. A umidade do solo foi mantida em 60% da capacidade de campo. Para cada unidade experimental foi adicionado esterco bovino seco como alimento, e em seguida foram pesadas 10 minhocas e alocadas em cada unidade experimental, o peso das minhocas variou de

690 a 810 mg. Os recipientes foram acondicionados em BOD com temperatura de 20 °C. Foi feita a pesagem das minhocas no sétimo e décimo quarto dia de experimento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos, com três repetições.

Análise estatística

Para análise estatística, os resultados foram submetidos a análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com programa ANOVA.

Resultados e discussão

Apesar das minhocas apresentarem um incremento de biomassa nas doses mais baixas de cobre, e um decréscimo nas doses mais altas, não foi observada diferença significativas ($p < 0,05$) com o passar dos dias dentro de cada dose (Tabela 1).

Tabela. Biomassa das minhocas (g) durante os 14 dias de ensaio em condições de laboratório (BOD).

Dias	Doses de cobre (mg. Kg ⁻¹)					
	0	35	70	105	140	175
0	0.77 aA	0.77 aA	0.75 aA	0.78 aA	0.76 aA	0.76 aA
7	0.79 aA	0.79 aA	0.75 aA	0.79 aA	0.76 aA	0.73 aA
14	0.82 aA	0.81 aA	0.79 aA	0.78 aAB	0.74 aAB	0.67 aB

* Médias seguida de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Já em relação as diferentes doses, foi observado uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no peso corporal das minhocas na dose de 175 mg.kg⁻¹ de Cu no 14º dia de ensaio. Nas doses de 105 e 140 mg.kg⁻¹ é possível observar um decréscimo na biomassa da minhoca. Isto

está de acordo com os bioensaios realizados em uma mina de platina usando *Eisenia* sp. como bioindicador (JUBILEUS et al., 2013), onde foi observada uma diminuição na biomassa das minhocas expostos ao solo contaminado. As possíveis razões para isso se deve a presença de diferentes concentrações de metais que apresentam efeito tóxico aos organismos do solo. Apesar das doses de cobre utilizadas no ensaio estar abaixo dos valores de referência de qualidade do solo segundo legislação (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2009), os organismos utilizados como bioindicadores de qualidade apresentaram respostas adversas na dose de 175 mg.Kg⁻¹ de cobre ao 14º dia de experimento. Segundo Heckmann et al., 2010, o perigo de toxicidade pode aumentar com o tempo de exposição. Este resultado é um alerta para a necessidade de maior estudo dos efeitos dos metais pesados nos organismos do solo.

Conclusões

A minhoca *Eisenia andrei* tem potencial bioindicador da contaminação do solo, pois apresenta sensibilidade a poluição por metais. Com 175 mg.Kg⁻¹ de cobre no solo, no 14º dia as minhocas apresenta redução da biomassa.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsas de estudo e recursos financeiros, a Universidade Federal de Santa Maria pela infraestrutura.

Referências

AMOSSÉ, J.; TURBERG, P.; MILLERET, R. K.; GOBAT, J. M.; LE BAYON, R. C. Effects of endogeic earthworms on the soil organic matter dynamics and the soil structure in urban and alluvial soil materials. **Geoderma**, v. 244, p. 50-57, 2015.

ANDRÉA, M. M. O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, p. 95-107, 2010.

ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. Utilização da casca de arroz e esterco bovino como substrato *Eisenia fetida* Savigny (1826). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 824- 830, 2009.

BOUCHÉ, M. B. **Lombriciens de France**. Versailles: I.N.R.A., 1972.

BLOUIN, M.; SERY, N.; CLUZEAU, D.; BRUN, J. J.; BEDECARRATS, A. Balkanized research in ecological engineering revealed by a bibliometric analysis of earthworms and ecosystem services. **Environmental Management**, v. 52, p. 309-320, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: [s.n.], 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

CESAR, R. G.; EGLER, S. G.; POLIVANOV, H.; CASTILHOS, Z. C.; RODRIGUES, A. P. C.; ARAÚJO, P. A. Biodisponibilidade de mercúrio, zinco e cobre em distintas frações granulométricas de solo contaminado utilizando oligoquetas da espécie *Eisenia andrei*. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 31, p. 33-41, 2008.

CONSELHO NACIONAL DE MAIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº 420, de 28 de janeiro de 2009**. Brasília, 2009. 16 p.

DOMÍNGUEZ, J.; PÉREZ-LOSADA, M. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) y *Eisenia andrei* Bouché, 1972 son dos espécies diferentes de lombrices de tierra. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, p. 321-331, 2010.

HECKMANN, L. H.; BAAS, J.; JAGER, T. Time is of the essence. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 29, p. 1396-1398, 2010.

JUBILEUS, M.; THERON, P. D.; RENSBURG, L.; MABOETA, M. S. Utilizing *Eisenia andrei* to assess the ecotoxicity of platinum mine tailings disposal facilities. **Ecotoxicologia**, v. 22, p. 331-338, 2013.

MIOTTO, A.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; NICOLOSO, F.T.; GIROTTO, E.; FARIAS, J. G.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G. Copper uptake, accumulation and physiological changes in adult grapevines in response to excess copper in soil. **Plant and Soil**, v. 374, p. 593-610, 2014.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Guideline for testing of chemicals n° 207: Earthworm Acute Toxicity Test**. Paris, 1984.

OLIVEIRA, L. C. Intoxicados e silenciados: contra o que se luta? **Actas de Saúde**, v. 8, p. 109-132, 2014.

YVAN, C.; STÉPHANE, S.; STÉPHANE, C.; PIERRE, B.; GUY, R.; HUBERT, B. Role of earthworms in regenerating soil structure after compaction in reduced tillage systems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 55, p. 93-103, 2012.

Minhocas em sistemas de uso do solo: estudo de caso em Assistência, SP

Tatiane Gorte¹

Caroline Tonetti¹

Daniele Costa de Oliveira²

Geraldo José Diogo Filho²

Julia Lima²

Guilherme Borges Xarão Cardoso³

Herlon Nadolny³

Janaina Biral dos Santos⁴

Romildo Azeveno Junior⁴

Marie L. C. Bartz¹

Dilmar Baretta⁵

Elena Velasquez Ibanez⁶

Patrick Lavelle⁷

George G. Brown⁸

As minhocas possuem um papel importante nas funções do solo e são, portanto, consideradas indicadores de qualidade do solo. No entanto, é necessário conhecer quais são as espécies que habitam os diferentes ambientes que existem, assim como o tamanho destas populações. O objetivo desse estudo foi avaliar a abundância e a riqueza de espécies de minhocas em três sistemas de uso do solo (SUS): mata (M), cana-de-açúcar (C) e pastagem perene (P), no distrito de Assistência em Rio Claro, SP. Em cada sistema foram coletados seis

¹Universidade Positivo, Curitiba, PR, krol_tonetti@hotmail.com

²Universidade de São Paulo, SP

³Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Universidade de Vila Velha, Vila Velha, ES

⁵Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC

⁶Universidad Nacional de Colombia, Cali, Colombia

⁷Institut de Recherche sur le Développement, Cali, Colombia

⁸Embrapa Florestas, Colombo, PR

pontos distanciados 20 metros entre si ao longo de dois transectos. As minhocas foram amostradas utilizando o método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) e também se realizou avaliações qualitativas (seis pontos aleatórios sem dimensões pré-estabelecidas). As minhocas foram fixadas em álcool e identificadas em nível de gênero e espécie. A abundância total de minhocas variou entre os SUS. Sendo o maior número de minhocas encontrado em P, seguido por M e C. No total foram identificadas nove espécies de minhocas nos três SUS, sendo duas espécies exóticas (*Pontoscolex corethrurus* e *Dichogaster saliens*) e sete espécies nativas (*Fimoscolex* sp.1, *Glossoscolex paulistus*, *Glossoscolex* sp.1 e quatro espécies não identificadas de Ocneroдрilidae). A maior riqueza de espécies foi encontrada em P (8 espécies). Enquanto em M e C foram encontradas somente duas espécies. Considerando a riqueza média e os índices de *Shannon* e de *Pielou* os valores mais elevados também foram observados em P. Os SUS M e C apresentaram 50% de espécies nativas e exóticas e em P houve predominância de espécies nativas (71%).

Ecotoxicidade em minhocas do inseticida flubendiamida amplamente utilizado na cultura do tomate

*Lucio Fabio Lourençato*¹

*Andressa Cristhy Buch*²

*Michele Andrade Braz*³

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo. Atualmente o Brasil ocupa o nono lugar no ranking de produção agrícola, sendo o estado de Goiás o maior produtor com mais de 870 mil toneladas por ano. A susceptibilidade às doenças e pragas de algumas variedades de tomateiros aliadas à entrada de outras pragas pela associação com outras hortaliças fazem com que essa cultura receba grandes montantes de inseticidas sob menores intervalos de carência de aplicação. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2014) esse fruto foi o terceiro em apresentar os maiores níveis de pesticidas acima do limite máximo de resíduo autorizado. O presente estudo avaliou a ecotoxicidade em minhocas do inseticida Belt 480SC® (Flubendiamida) largamente utilizado no mundo na cultura de tomate. Foram realizados em laboratório testes de fuga e mortalidade para as espécies *Eisenia andrei* (exótica) e *Pontoscolex corethrurus* (nativa) em solo artificial tropical (SAT). Os resultados mostraram respostas similares para as duas espécies, sendo os valores de CE₅₀ de 12.81 e 13.04 mg i.a. kg⁻¹ e valores de CL₅₀ de 7.86 e 7.98 mg i.a. kg⁻¹ para

¹Doutorando do curso de Pós Graduação em Geoquímica Ambiental - Bolsista CAPES - Universidade Federal Fluminense, E-mail: lucioflouren@hotmail.com

²Doutoranda do curso de Pós Graduação em Geoquímica Ambiental - Bolsista FAPERJ - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ

³Graduanda do curso de Ciências Biológicas, Universidade Unigranrio, Duque de Caxias, RJ

E.andrei e *P. corethrurus*, respectivamente. Apesar do agrotóxico Belt pertencer a classe toxicológica III, este produto é altamente persistente no meio ambiente e seus efeitos de alta toxicidade têm sido comprovado por recentes estudos com microcrustáceos e minhocas.

Riqueza de espécies de minhocas em mata nativa, reflorestamento de *Araucaria angustifolia* e *Pinus elliottii* na Floresta Nacional de Três Barras, SC

***Danielle Cristina Ortiz*¹**

***Tatiani Maria Pech*²**

***Natalia Maria Martinazzo*²**

***Alexandre Siminski*³**

***Júlia Carina Niemeyer*³**

***Marie L. C. Bartz*⁴**

As minhocas possuem características que as colocam como o grupo mais importante para o funcionamento dos solos, envolvidas em funções relacionadas à decomposição do material orgânico, disponibilização de nutrientes no solo e para as plantas, e manutenção da estrutura do solo. São, por estas funções que desempenham, consideradas como indicadores biológicos da qualidade do solo. O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento da riqueza de espécies de minhocas em área de mata nativa, reflorestamento de *Araucaria angustifolia* e reflorestamento de *Pinus elliottii* na Floresta Nacional de Três Barras, SC, como parte de um projeto maior que visa estudar como os plantios de *Pinus* sp.

¹Graduando do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC, dani_dco@yahoo.com.br

²Graduandos do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC

³Professoras da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC

⁴Professora no Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, Curitiba, PR

alteram as comunidades da fauna edáfica. Foram realizadas coletas em dezembro de 2014 (primavera) e abril de 2015 (outono), usando a metodologia TSBF. Em cada área foram instaladas três parcelas de 100 m², onde foram amostrados três monólitos de 30 x 30 x 20 cm em cada parcela. Em dezembro foram encontrados 3 indivíduos da espécie *Glossoscolex* sp.1 na área de mata nativa e 2 indivíduos na área com *A. angustifolia*, e nenhuma ocorrência de minhocas na área com *P. elliotii*. Em abril, na área de mata nativa encontrou-se 1 indivíduo de Glossocolecidae e a espécie *Urobenus brasiliensis*; na área com *A. angustifolia*, a espécie *Glossocolex* sp2 e 1 indivíduo da família Glossocolecidae (juvenil); e na área de *P. elliotii*, 3 adultos *Glossoscolex* sp.2 e 2 juvenis da família Glossocolecidae. Os resultados mostraram uma tendência a diferente composição específica e menor riqueza de espécies na área com *P. elliotii*, no entanto, mais estudos serão necessários para melhor quantificar e qualificar estas populações de minhocas.

Comunidades de minhocas em diferentes tipos de uso do solo localizados na área de proteção ambiental da Serra da Mantiqueira - MG

*Flora Ferreira Camargo*¹

*Alessandra Santos*²

*Guilherme Borges Xarão Cardoso*²

*Herlon Nadolny*³

*Raul Reis Assunção*⁴

*Taciane Ferreira Mendonça Negretti*⁵

*Bruno Diniz Negretti*⁵

*Luís Cláudio Maranhão Froufe*⁶

*George G. Brown*⁶

Introdução

O solo é o habitat natural para diversos organismos, tanto vertebrados como invertebrados, esses organismos desempenham diversas funções no solo, como agregação de partículas, decomposição de detritos, entre outros. A partir da ação desses organismos no solo, alguns processos básicos como humificação, agregação e estruturação do solo são influenciados (LAVELLE, 1996).

¹Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitario, Lavras, MG, floracamargo@posgrad.ufla.br

²Mestrando do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

³Doutorando do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Graduando, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitario, Lavras, MG

⁵Bolsistas NEA Serra da Mantiqueira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

⁶Pesquisador Embrapa Florestas, Colombo, PR

Entre os organismos do solo, estão as minhocas que fazem parte dos componentes mais ativos do solo (SANTOS et al., 1996) representantes da maior porção da biomassa viva no solo (LEE, 1985). Por serem facilmente encontradas e identificadas, possuem um apelo maior entre os agricultores. A presença de minhocas em um determinado lugar decorre de condições edáficas próprias (tipo de solo, pH, minerais predominantes, textura), tipo de vegetação, clima e das condições topográficas do local (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

As minhocas juntamente com os cupins (Isóptera), os corós (larvas de Coleóptera) e formigas (Formicidae), são chamados de “engenheiros do ecossistema” (JOUQUET et al., 2006; LAVELLE et al., 1997), por afetarem direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos através da modificação do ambiente físico (LAVELLE, 1997). Geralmente esse efeito que os engenheiros causam no solo é positivo, aumentando a produtividade das plantas. Por isso é comum a ideia de que o aumento populacional das minhocas se correlaciona com maior produtividade e sustentabilidade agrícola (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

As minhocas, por serem sensíveis ao estresse antrópico (JAMES; BROWN, 2010), têm sido utilizadas em diversos estudos como bioindicadoras de substâncias químicas, contaminações e fatores físicos do solo como compactação, e diferentes usos do solo (plantações, florestas, pastagens) (BARTZ, 2011). Diversidade, densidade e biomassa de minhocas são fatores fortemente influenciados pelo manejo do solo, por isso populações de minhocas podem ser utilizadas como indicadores de qualidade em agrossistemas (Paolletti, 1999). Porém, as informações sobre a relação entre minhocas e agrossistemas ainda é insuficiente para uma compreensão completa dessa dinâmica. Com isso, o objetivo desse estudo é avaliar a abundância, biomassa e diversidade de espécies de minhocas em agrossistemas situados no sul do Estado de Minas Gerais.

Material e métodos

O estudo foi conduzido nos municípios de Alagoa e Bocaína de Minas, localizados na APA da Serra da Mantiqueira, unidade de conservação localizada ao sul do Estado de Minas Gerais. Esses municípios possuem 80% de seu território coberto por relevo montanhoso, com altitude média de 1.822 m (IBGE, 2010), clima Cwb segundo classificação de Köppen (subtropical úmido e mesotérmico), com médias anuais de temperatura e precipitação respectivas de 16,7 °C e 2.108 mm e predomínio de florestas ombrófilas (CARVALHO, 2005). O solo foi classificado como Cambissolo. São municípios de pequeno porte, pouca ou nenhuma produção industrial e baixo grau de urbanização, com sistema de uso predominante formado por pastagens.

A pesquisa foi realizada em quatro diferentes propriedades rurais particulares, exploradas comercialmente. Foram estudados quatro diferentes Sistemas de Uso da Terra (SUT) além de uma área representada por um remanescente de floresta nativa e uma área dominada pela samambaia *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., de caráter invasor, difícil controle e toxicidade. Os SUT estudados foram: Pastagem, Plantio convencional de oliveira (*Olea europaea* L.), Sistema Agroflorestal Agrocoecológico com plantio direto e Sistema Agroflorestal com oliveira, ambos implantados em área original de *P. aquilinum*, como uma alternativa de combate à infestação da espécie.

Sistemas Agroflorestais: A implantação dos SAFs baseados em frutíferas exóticas deu-se no início de 2010, com o preparo da área consistindo na roçada da samambaia com até 3 m de altura de fevereiro a maio e posterior pousio no mês de junho. A roçada semimecanizada, foi realizada com roçadeira costal motorizada. Nos meses de julho a agosto de 2010 foi realizada a abertura das covas (60 x 60 x 60 cm) e adubação. Para a adubação dos plantios foi utilizado, em cada cova: 1 Kg de fertilizante fosfatado

(Yoorin Master®), 1 Kg de calcário dolomítico, 5 L de esterco de curral curtido e 20 g de trichoderma. Para a adubação de plantio nas entrelinhas foram utilizados: 30 g de fertilizante fosfatado (Yoorin Master®)/ m², 30 g de calcário dolomítico/ m² ou 30 g de Siligesso 70/ m². Para adubação verde foi utilizado coquetel de adubação verde com as seguintes espécies: milheto (*Pennisetum americanum*), nabo-forageiro (*Raphanus sativus*), aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca (*Vicia sativa*), crotalária (*Crotalaria juncea*), tremoço (*Lupinus albus*) e girassol (*Helianthus annuus*). Para adubação foram usados os elicitores (substâncias que imitam os indutores naturais de resistência): composto orgânico Microgeo®, micronutrientes (Mo, Fe, B, Zn, Cu, Mn), extratos vegetais (plantas e algas) e preparados biodinâmicos 500 e 501.

Samambaia: Área de pasto, em processo de regeneração, que passou por queima e está em pousio há oito anos, com predominância de samambaia.

Pastagem: Pastagem manejada há mais de 30 anos, com carga animal equivalente a 0,5 UA/ha.

Olival: Área de pasto, preparada para plantio, realizado em 2010, com uso de fertilização mineral, controle químico de mato competição e controle químico de pragas.

Remanescente de Floresta Nativa: Área de floresta ombrófila em regeneração, com mais de 50 anos.

Para o levantamento qualitativo utilizou-se o método TSBF – *Tropical Soil Biology and Fertility* (ANDERSON; INGRAM, 1993). Em cada SUS foram retirados seis monólitos de solo com dimensões de 25x25x20cm, onde extraíram-se as minhocas presentes no solo e na serapilheira. Os organismos foram triados em campo e fixados em formol (formaldeído 5%) e depois armazenados em álcool 96%; em seguida, no Laboratório de Biologia do Solo da Embrapa Florestas, Colombo, PR, foram contados, pesados e identificados.

Determinaram-se a densidade (indivíduos m^{-2}), a biomassa (gramas m^{-2}), a riqueza de espécies (S) e a diversidade medida pelo Índice de Shannon-Weaver (H'). O software estatístico utilizado foi o Assisat Versão 7.7 Beta.

Resultados e discussão

Coletou-se um total de 214 minhocas com o método TSBF, sendo 59% dos indivíduos coletados na área de pastagem. O segundo SUT que obteve maior densidade foi o Sistema Agroflorestal com Oliva (SAF-O) com 24% do total, seguido pelo Sistema Agroflorestal com plantio direto (SAF-PD) com 8%, e o Samambaial (SAM) com 5% (Tabela 1). Segundo Lima et al. (2010) pode-se atribuir a alta densidade de indivíduos a esses sistemas, por serem semelhantes aos sistemas naturais que podem representar a combinação ideal para a fauna edáfica.

Os dados não apresentaram normalidade, por isso foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis.

O SUT que apresentou o segundo menor valor de densidade de indivíduos e baixa riqueza (96 ind./ m^{-2} ; S=3) foi a área de remanescente de floresta nativa - REM (Figura 1)

Tabela 1. Abundância de gêneros de minhocas sob diferentes tipos de SUT.

Indivíduos	Tratamentos					
	OLI	SAF-O	SAF-PD	PAS	REM	SAM
<i>Fimoscolex sp.1</i>	2	0	5	0	3	0
<i>Pontoscolex corethrus</i>	0	51	7	97	0	7
<i>Espécie Não identificada</i>	1	0	0	6	2	1
<i>Juvenis</i>	0	0	5	19	1	1
<i>Casulos</i>	0	0	0	5	0	1
<i>Densidade</i>	3	51	17	127	6	10
<i>Ind/m^{-2}</i>	48	816	272	2032	96	160
<i>Riqueza (S)</i>	2	1	3	3	3	3
<i>Shannon - Weaver (H')</i>	0	0	0	0,3	0	0,08

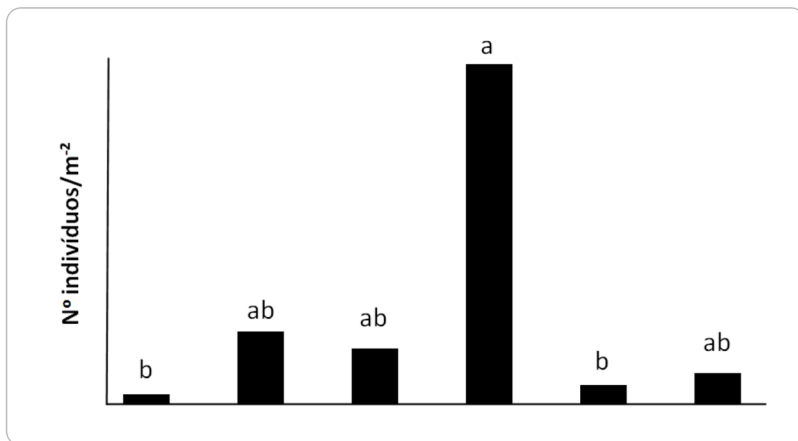


Fig. 1. Densidade de indivíduos (indivíduos m⁻²) sob diferentes sistemas de SUT (OLI- Olival, SAF-O - Sistema Agrofloresta com oliveiras, SAF-PD – Sistema Agrofloresta com Plantio Direto, PAS – Pastagem, REM – Remanescente de Floresta Nativa, SAM – Samambaial; *letras referentes ao teste de Kruskal-Wallis, onde tratamentos com a mesma letra não se diferem entre si.)

Para a variável biomassa (Figura 2), as médias mais baixas foram para os SUS: Olival (0,135 g m⁻²) e Remanescente de Floresta Nativa – REM (0,643 g m⁻²). Os demais sistemas obtiveram médias entre 2 e 3,6 g m⁻², com exceção da pastagem que obteve índice elevado em comparação com todos os demais sistemas (43,4 g m⁻²). Lavelle (1988) observou que em áreas com pastagens permanentes a densidade de minhocas pode ser três a quatro vezes maiores do que em áreas ocupadas com lavoura, provavelmente em razão de uma maior densidade de raízes na pastagem, o que pode facilitar o acúmulo de matéria orgânica dentro do solo. Essa maior ocorrência de minhocas em áreas que foram convertidas de florestas para pastagens já é bem conhecida, sendo mais propícia para as espécies exóticas (RÖMBKE et al., 2009), como foi observado no presente estudo uma maior presença de *Pontoscolex* sp.

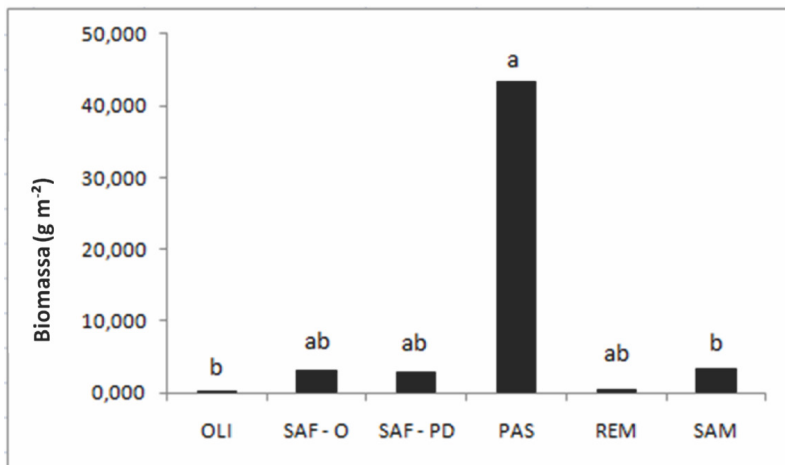


Fig. 2. Biomassa (g m⁻²) de indivíduos de minhocas sob diferentes tipos de SUT. (OLI- Olival, SAF-O - Sistema Agrofloresta com oliveiras, SAF-PD – Sistema Agrofloresta com Plantio Direto, PAS – Pastagem, REM – Remanescente de Floresta Nativa, SAM – Samambaial; *letras referentes ao teste de Kruskal-Wallis, onde tratamentos com a mesma letra não se diferem entre si.)

Foram identificados dois gêneros de minhocas ambos da família *Glossoscolecidae*, sendo *Fimoscolex* sp. - gênero que contém espécies nativas brasileiras e *Pontoscolex* sp., gênero que contém espécies consideradas peregrinas [*Pontoscolex corethurus* (MULLER, 1857) - por terem sido encontradas em diversas áreas pelo Brasil)]. Segundo Bartz et al. (2013), as espécies nativas do gênero de *Fimoscolex* costumam estar presentes em populações muito baixas tanto em agrossistemas como em áreas degradadas. Já *P. corethurus* é encontrada facilmente em áreas degradadas ou antropizadas, como lavouras e pastagens (MARICHAL et al., 2012).

O contraste elevado entre as densidades de *Pontoscolex* sp. encontradas nas áreas subjacentes, segundo Marichal et al. (2010) indica que seu sucesso como invasora possivelmente está mais relacionado com o fato de ter colonizado nichos que antes se

encontravam vazios, do que ter competido com outras espécies por nichos já ocupados. Porém, por ser uma espécie considerada cosmopolita, não se sabe ao certo quais os fatores que contribuem para o sucesso de sua distribuição. (HENDRIX et al., 2006)

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') apresentou valores baixos, indicando uma baixa diversidade nas áreas amostradas.

Conclusões

As variáveis abundância e biomassa apresentaram diferenças entre os SUT, sendo a pastagem o sistema que obteve uma maior abundância, biomassa e maior índice de diversidade de Shannon.

O gênero de minhoca *Pontoscolex* sp. é mais abundante possuindo maior relação com as áreas de pastagem e os sistemas agroflorestais.

Agradecimentos

Ao CNPQ e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro e concessão das bolsas.

Referências

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd. ed. Wallingford: CAB, 1993. 221 p.
- BARTZ, M. L. C.; PASINI, A.; BROWN, G. G. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 39-48, 2013.
- BROWN, G. G.; DOMINGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, p. 1-18, 2010.
- CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BERG, E. V. D.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do Rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 91-109, 2005.
- HENDRIX, P. F.; BAKER, G. H.; CALLAHAM JUNIOR, M. A.; DAMOFF, G. A.; FRAGOSO, C.; GONZÁLEZ, G.; JAMES, S. W.; LACHNIGHT, S. L.; WINSOME, T.; ZOU, X. Invasion of exotic earthworms into ecosystems inhabited by native earthworms. **Biological Invasions**, v. 8, p. 1287-1300, 2006.
- IBGE. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- JAMES, S. W.; BROWN, G. G. Rediscovery of *Fimoscolex sporadochaetus* Michaelsen 1918 (Clitellata: Glossoscolecidae), and considerations on the endemism and diversity of Brazilian earthworms. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 26, p. 47-58, 2010.
- JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAGERLOF, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. **Applied Soil Ecology**, v. 32, p. 153-164, 2006.
- LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, v. 33, p. 3-16, 1996.

LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system. **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, p. 237-251, 1988.

LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, v. 27, p. 93-132, 1997.

LEE, K.E. Earthworms: their ecology and relationships with soil and land use. Adelaide: Academic Press, 1985. 400 p.

MARICHAL, R.; FEIJOO, M. A.; PRAXEDES, C.; RUIZ, D.; CARJAVAL, A. F.; OSZWALD, J.; DEL PILAR HURTADO, M.; BROWN, G. G.; GRIMALDI, M.; DESJARDINS, T.; SARRAZIN, M.; DECAENS, T.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Invasion of *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) in landscapes of the Amazonian deforestation arc. **Applied Soil Ecology**, v. 46, p. 443-449, 2010.

MARICHAL, R.; GRIMALDI, J. M.; BROWN, G. G.; DESJARDINS, T.; SILVA JUNIOR, M. L.; PRAXEDES, C.; MARTINS, M. B.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Is invasion of deforested Amazonia by the earthworm *Pontoscolex corethrurus* driven by soil texture and chemical properties. **Pedobiologia: International Journal of Soil Biology**, v. 55, n. 5, p. 233-240, 2012.

PAOLLETI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 1-18, 1999.

RASMUSSEN, L. H. **Ptaquiloside**: an environmental hazard?: Occurrence and fate of a Bracken (*Pteridium* sp.) toxin in terrestrial environments. 2003. 28 f. Thesis - The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.

RÖMBKE, J.; SCHMIDT, P.; HÖFER, H. The earthworm fauna of regenerating forests and anthropogenic habitats in the coastal region of Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 8, p. 1040-1049, 2009.

SANTOS, S. D.; TEIXEIRA, W. G.; GRENATE, DE SÁ J. J.; MARQUES, M.; CURI, N. Parâmetros químicos de excreções de minhoca e do solo adjacente. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 22, 1996. [Anais]. Manaus: SBCS/UA, 1996. p. 608-609.

Comunidades de minhocas em solos com diferentes usos no município da Lapa – Paraná

*Alessandra Santos*¹
*Angela Pereira Bussinguer*²
*Carolina Masin*³
*Esther Dering Esteves*⁴
*Elodie da Silva*⁵
*Geraldo José Diogo Filho*⁶
*Marie L. C. Bartz*⁷
*George G. Brown*⁸
*Samuel W. James*⁹

Introdução

A fauna edáfica é essencial para a manutenção de diversos serviços ecológicos e é constituída por organismos que passam toda ou uma parte do seu ciclo de vida no solo ou sobre ele (BROWN et al., 2000; LAVELLE et al., 1999). Mediante sua atividade e interação com a microflora ela regula processos como a ciclagem de nutrientes, a fixação de nitrogênio e carbono, o controle de pragas e doenças, a

¹Mestranda do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista Fundação Araucária – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, ale.santos91@hotmail.com

²Doutoranda do curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais – Bolsista CAPES – Universidade de Brasília, Brasília, DF

³Doutoranda do curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina

⁴Doutorando do curso de Pós-Graduação em Ciências Bioquímica – Bolsista CAPES – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁵Pós-doutoranda, Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁶Mestrando do curso de Pós-Graduação em Geografia Física - Bolsista CAPES - Universidade de São Paulo, SP

⁷Professora, PGAmb - Universidade Positivo, Curitiba, PR

⁸Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁹Professor, University of Iowa, Iowa City, IA, EUA

degradação da matéria orgânica e a manutenção da estrutura do solo (MOREIRA et al., 2008; RUIZ et al., 2008; VENDRAME et al., 2009).

A macrofauna apresenta uma grande diversidade de indivíduos, sendo bem representada por minhocas, formigas e térmitas. Minhocas são conhecidas por desempenharem atividades benéficas ao solo, melhorando seus atributos físico-químicos como a fertilidade e a morfologia, sendo consideradas “engenheiras do ecossistema” (LAVELLE, 1997).

Quando os ecossistemas naturais são modificados para desenvolver práticas de produção, como as agrícolas, as propriedades do solo mudam e a fauna do solo pode ser afetada. Tais mudanças podem ser observadas na diminuição da matéria ou no conteúdo de nutrientes orgânicos, causarem problemas nos fluxos de água, perda de estrutura do solo e também da biodiversidade (HEREDIA et al., 2004; QUIROGA et al., 2005; ZERBINO, 2010).

A abundância e atividades das minhocas em solos produtivos dependem das práticas de manejo e também das características físicas e químicas dos solos (SUTHAR, 2009). As populações de minhocas em solos cultivados são geralmente mais baixas que as de solos não perturbados e, por isso, podem ser indicadores biológicos úteis para monitorar o estado dos solos (BARETTA et al., 2011; FEIJOO et al., 2007; NUNES et al., 2008; ROVEDDER et al., 2009; RUIZ-COBO et al., 2010).

O município da Lapa está localizado ao sul do Estado do Paraná (), e sua origem está ligada ao tropeirismo e durante este período se intensificaram algumas atividades nos campos gerais do Paraná como agricultura, artesanato, indústria do couro e extração de madeira e erva-mate. Atualmente a principal atividade econômica da cidade é agropecuária (BURDA; MONASTIRSKY, 2011; SOUZA, 2011).

Pouco se sabe sobre o impacto da mudança no uso do solo nas comunidades de minhocas no Paraná. Um estudo sobre a fauna de

minhocas na região costeira do Paraná mostrou uma predominância de espécies exóticas evidenciando uma forte alteração da região por atividades antrópicas (RÖMBKE et al., 2009).

Considerando a importância desses organismos e como as características do solo podem afetar esta comunidade e também para contribuir com o conhecimento a respeito da diversidade de minhocas na região sul do Paraná este trabalho teve como objetivo avaliar a abundância, biomassa e diversidade, de minhocas em diferentes Sistemas de Uso do Solo (SUS), no município da Lapa.

Material e métodos

Tratamentos e amostragens

As coletas foram feitas em fevereiro de 2015 no município da Lapa, Estado do Paraná. A região faz parte da unidade geomorfológica do Segundo Planalto Paranaense, o material de origem é o arenito, formado por sedimentos do devoniano (MAACK, 1947) e vegetação original é de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012).

A amostragem foi realizada em cinco diferentes SUS, quatro deles localizados na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Mata do Uru: Vegetação primária - Mata de Araucárias (M), Campos naturais (C), Área Recoberta por Gramíneas (G) e Vegetação secundária em processo de regeneração natural (R). O plantio de soja (S) foi o único sistema avaliado externo à RPPN, mas adjacente à esta.

A mata nativa representa o ambiente com o menor grau de perturbação e interferência humana, seguido pela área de campos naturais que já passou por atividade de queima e foi utilizada no passado como pastagem. O gramado é frequentemente manejado (corte e irrigação) e a vegetação em estágio regeneração sofreu extração de madeira e ainda se encontra perturbada.

Para o levantamento quantitativo dos organismos utilizou-se o método TSBF - Tropical Soil Biology and Fertility (ANDERSON; INGRAM, 1993). Em cada SUS foram retirados nove monólitos de solo com dimensão de 25x25x20 cm, de onde extraiu-se as minhocas presentes no solo e na serapilheira sobrejacente, retirou-se o mesmo número de amostras para a análise qualitativa.

Os organismos foram triados em campo, armazenados em álcool 93% e, em seguida, no laboratório de Micromorfologia da Universidade Positivo, contados, pesados e identificados em nível de espécies. Retirou-se também uma amostra de solo com uso de anel volumétrico para análise da umidade nos 5 sistemas estudados.

Análise estatística

Determinou-se a densidade (indivíduos m⁻²), a biomassa (gramas m⁻²), a riqueza de espécies (S) e a diversidade medida pelo Índice de Shannon-Wiener (H'). Para a análise das variáveis quantitativas: abundância, biomassa e riqueza, segundo o uso do solo, se utilizou análise estatística não paramétrica Kruskal-Wallis, pois os dados não apresentaram normalidade ou homocedasticidade. O software estatístico utilizado foi o INFOSTAT ® versão 2008.

Resultados e discussão

Coletou-se um total de 39 minhocas com o método TSBF, sendo que mais de 80% delas eram adultas. Foram identificadas seis espécies, com uma delas não podendo ser definida. Dentre as espécies identificadas, foram encontradas quatro da família *Glossoscolecidae* e uma da família *Megascolecidae*, predominando as espécies nativas (Tabela 1). *Amyntas gracilis* e *Fimoscolex* sp. foram as mais abundantes em relação às demais espécies. De acordo com Sautter et al. (2007) e Bartz et al. (2013), as espécies nativas dos gêneros *Andiorrhinus*, *Fimoscolex* e *Glossoscolex* costumam estar presentes em populações muito baixas nos agroecossistemas ou em áreas

degradadas, enquanto que *A. gracilis*, espécie exótica e invasora, está associada a áreas com perturbação antrópica, sobretudo em hortas, jardins e solos agrícolas com semeadura direta.

Tabela 1. Abundância de espécies por ambiente no município da Lapa – PR.

Espécies	Quantitativo					Origem
	Soja	Campo	Gramado	Mata	Reflorestamento	
<i>Andiorrhinus sp.</i>	0	1	2	0	0	nativa
<i>Rhinodrilidae</i>	0	2	0	0	0	nativa
<i>Fimoscolex sp.</i>	0	1	10	0	0	nativa
<i>Amyntas gracilis</i>	7	2	4	0	0	exótica
<i>Glossoscolex sp.</i>	0	1	0	2	0	-
<i>Espécie Não Indentificada</i>	0	1	6	0	0	
Total	7	8	22	2	0	
Espécies	Qualitativo					Origem
	Soja	Campo	Gramado	Mata	Reflorestamento	
<i>Amyntas gracilis</i>	1	0	6	0	0	exótica
<i>Glossoscolex sp.</i>	0	2	0	0	0	-
<i>Fimoscolex sp.1</i>	0	1	5	0	0	nativa
<i>Fimoscolex sp.2</i>	0	0	2	0	0	nativa
Total	1	3	13	0	0	

A densidade e a biomassa de oligoquetos terrestres não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os SUS (Figura 1). Em ambos gráficos os eixos verticais mostram valores de densidade e biomassa médias de todos os SUS.

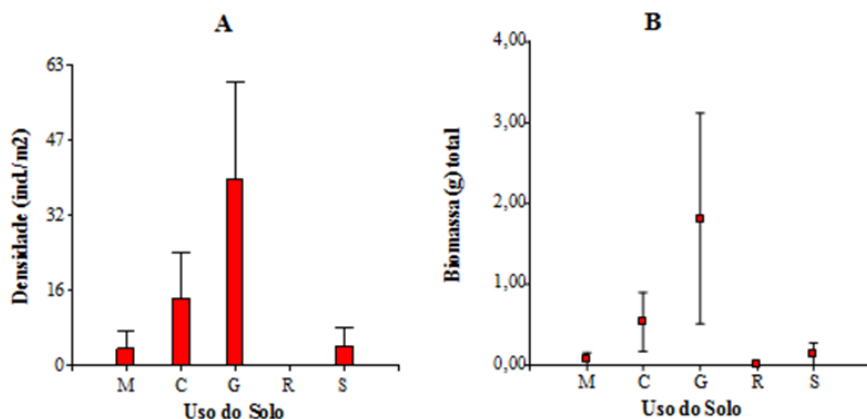


Fig. 1. Relação da densidade (A) e biomassa total (B) de minhocas em cada sistema avaliado. Mata (M), Campo (C), Gramado (G), Reflorestamento (R) e Soja (S).

Os resultados mostram que o Campo foi o SUS que apresentou a comunidade de minhocas mais complexa, registrando os maiores valores em riqueza e diversidade (Figura 2). Os sistemas estudados Mata (M), Campo (C), Gramado (G), Reflorestamento (R) e Soja (S) representam ambientes com heterogeneidade de habitats, condicionados os três últimos SUS pelo grau de intervenção antrópica.

De acordo com Aragonés (2000), a diversidade das comunidades de minhocas é o resultado da interação de dois fatores principais: a heterogeneidade espacial e a riqueza de nutrientes do solo. Entretanto, Brussaard et. al. (2007) e Zerbino (2012) opinam que as minhocas também respondem à capacidade das diferentes espécies de se adaptarem às mudanças causadas pelo manejo.

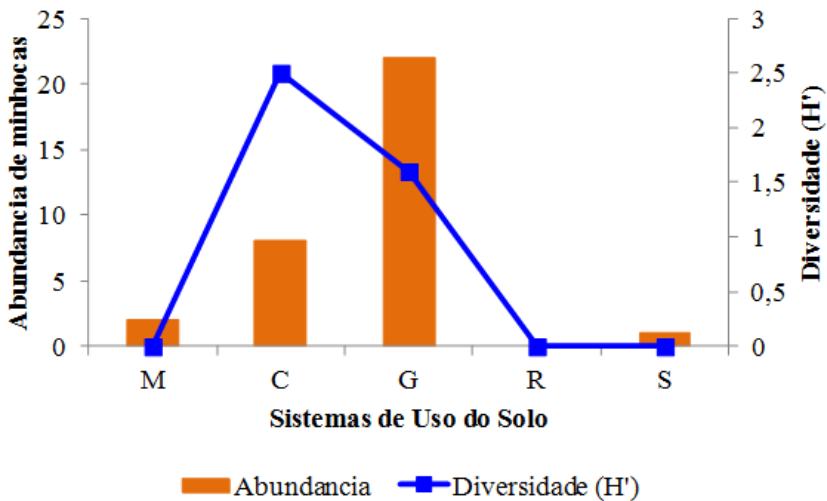


Fig. 2. Abundância e diversidade de minhocas em cada sistema avaliado. Mata (M), Campo (C), Gramado (G), Reflorestamento (R) e Soja (S).

Conclusões

As variáveis biológicas abundância e biomassa não mostram diferenças significativas nos diferentes SUS. As espécies nativas são mais abundantes e estão associadas a SUS com menores graus de perturbação.

Ainda que os resultados contribuam com o conhecimento da fauna de minhocas no Município da Lapa – PR, sugere-se, para estudos futuros, incrementar os esforços amostrais para um maior conhecimento da ecologia, biologia e taxonomia desses organismos, assim como seu uso como bioindicadores ambientais.

Referências

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. I. **Tropical soil biology and fertility, a handbook of methods**. 2nd. ed. Wallingford: CAB, 1993. 221 p.

ARAGONÉS, C. R. Comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) en ecosistemas con diferentes grados de perturbación. **Revista Biológica**, v. 14, n. 2, p. 147-155, 2000.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. 7.

BARTZ, M. L. C.; PASINI, A.; BROWN, G. G. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. **Applied Soil Ecology**, v. 69, p. 39-48, 2013.

BROWN, G. G.; BAROIS, I.; LAVELLE, P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. **European Journal of Soil Biology**, v. 36, p. 177-198, 2000.

BRUSSAARD, L.; RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soil biodiversity for agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 121, p. 233-244, 2007.

BURDA, N. A.; MONASTIRSKY, L. B. Perspectiva geográfica sobre o patrimônio arquitetônico da cidade da Lapa, PR. **Revista Brasileira de Gestão**, v. 3, p. 115-123, 2011.

FEIJOO, A.; BROWN, G. G. **Manual de lombrices de tierra de América Latina**. Curitiba: Universidade Positivo, 2015. Material bibliográfico delo Curso de Ecologia e Taxonomia de Minhocas.

FEIJOO, A.; ZÚÑIGA, M. C.; QUINTERO, H.; LAVELLE, P. Relationships between land use and the earthworm communities in the basin of La Vieja river, Colombia. **Pastos y Forrajes**, v. 30, n. 2, p. 235-248, 2007.

FRAGOSO, C.; LAVELLE, P.; BLANCHART, E. Earthworm communities of tropical agrosystems: origin, structure and influence of management practices. In: LAVELLE, L.; BRUSSAARD, P.; HENDRIX, P. (Ed.). **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Wallingford: CAB International, 1999. p. 27-56.

HEREDIA, O. S.; COSENTINO, D.; CONTI, M. E. Calidad del suelo: intensificación del uso de la tierra y materiales coloidales en Hapludertes de Entre Ríos. **Revista Científica Agropecuaria**, v. 8, p. 57-64, 2004.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012.

LAVELLE, P. Fauna activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, v. 27 p. 93–132, 1997.

LAVELLE, L.; BRUSSAARD, P.; HENDRIX, P. **Earthworm management in tropical agroecosystems**. Wallingford: CAB International, 1999.

MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, p. 63-154, 1947.

MIKLÓS, A. A. W. Biogênese do solo. **Revista do Departamento de Geografia**, volume especial 30, p. 190-229, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L.; PEREIRA, H. **Organismos do solo em ecossistemas tropicais: um papel chave para o Brasil na demanda global pela conservação e uso sustentado da biodiversidade**. In: Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Lavras: Ed. da UFLA, 2008.

NUNES, L. A. P. L.; FILHO, J. A. A.; MENEZES, R. I. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Caatinga**, v. 21, n. 3, 2008.

QUIROGA, A.; FERNÁNDEZ, R.; FURANO, D. Materia orgánica en molisoles de la región semiárida pampeana. Influencia sobre propiedades físicas y productividad. In: Jornadas Nacionales de MO y Sustancias Húmicas. [Trabajos completos]. [S.l.: s.n.], 2005. 11 p. CD-ROM.

RÖMBKE, J.; SCHMIDT, P.; HÖFER, H. The earthworm fauna of regenerating forests and anthropogenic habitats in the coastal region of Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44. p. 1040-1049, 2009.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arrenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, 2009.

RUIZ, N.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J. **Soil macrofauna field manual**: technical level. Rome: FAO, 2008. 113 p.

RUIZ-COBO, D. H.; FEIJOO, A.; RODRÍGUEZ, C. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso del terreno en la cuenca del río Otún, Colombia. **Acta Zoológica Mexicana**, número espacial 2, p. 165-178, 2010.

SAUTTER, K. D.; BROWN, G. G.; PASINI, A.; BENITO, N. P.; NUNES, D.; JAMES, S. W. Ecologia e biodiversidade das minhocas no Estado do Paraná, Brasil. In: BROWN G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). **Minhocas na América Latina**: biodiversidade e ecologia. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

SOUZA, S. R. **O patrimônio histórico da lapa como representação social**: algumas relações entre a geografia e o turismo. 2011. 173 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Notas sobre a ocorrência de *Rhinodrilus priollii* Righi 1967 (Annelida: Oligochaeta) em fragmento florestal na cidade de Manaus, Amazônia Brasileira

Sandra Celia Tapia-Coral¹

Fabiano Waldez²

Samuel W. James³

Flávio J. Luizão¹

Gilberto Righi em 1967 descreveu a minhoca *Rhinodrilus priollii* (Glossoscolecidae) com base em um único espécime coletado nas proximidades de Manaus, Amazonas. No período chuvoso de abril/2007, coletamos 21 espécimes dessa minhoca pouco conhecida, em área com solo argiloso de fragmento florestal com 55 hectares, no Centro de Projetos e Estudos Ambientais do Amazonas/CEPEAM, Manaus (03°06'53"S, 59°54'17"W). As minhocas foram localizadas pela observação de grandes coprólitos depositados na superfície do solo. As coletas ocorreram após chuva forte que inundou as galerias subterrâneas, sendo as minhocas capturadas na superfície do solo. Vouches dos exemplares coletados encontram-se depositados na coleção de invertebrados do INPA. Localmente conhecidas como "minhococoçu", nome indígena referente ao grande tamanho (cerca de 100 cm). O comprimento médio dos animais fixados foi 52 cm ($\pm 11,82$), variando entre 40 e 75cm. Esses minhococoçus vivos chegavam a medir o dobro do comprimento dos espécimes fixados. O peso médio dos minhococoçus fixados foi 47g (+12,26), variando

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Programa de Grande Escala Biosfera Atmosfera (LBA), C.P. 478, Manaus, AM, Brasil, sctcoral@gmail.com

²Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amazonas, Tabatinga, AM

³University of Iowa, Iowa City, IA, USA

entre 28 e 71g. A maioria dos *R. priollii* coletados (17) estavam em fase adulta com clitelo visivelmente desenvolvido entre os segmentos 17 e 25 e a largura média foi de 4,31cm ($\pm 0,41$). A ocorrência dessa minhoca, aparentemente restrita as áreas florestais da região de Manaus, ressalta a importância de conservação desses fragmentos florestais atualmente sobre forte pressão de desflorestamento pela crescente ocupação urbana desordenada e a expansão da malha rodoviária. Essa distribuição restrita de *R. priollii*, em hábitat natural com risco de desaparecer por crescimento da área urbana, evidencia o preocupante status de conservação das populações dessa minhoca gigante endêmica da Amazônia central brasileira.

Indicadores de qualidade do solo em sistemas de uso do solo: estudo de caso em Assistência, SP

Caroline Tonetti¹

Tatiane Gorte¹

Daniele Costa de Oliveira²

Geraldo José Diogo Filho²

Julia Lima²

Guilherme Borges Xarão Cardoso³

Herlon Nadolny³

Janaina Biral dos Santos⁴

Romildo Azeveno Júnior⁴

Marie L. C. Bartz¹

Dilmar Baretta⁵

Elena Velásquez⁶

Patrick Lavelle⁷

George G. Brown⁸

O solo representa o habitat de organismos que contribuem para os processos do ecossistema. A determinação da sua qualidade é estabelecida por indicadores que apresentem boa sensibilidade e sejam de fácil mensuração. O objetivo desse estudo foi construir um indicador geral de qualidade do solo (*GISQ*) a partir de variáveis físicas e biológicas. Três sistemas de uso do solo (SUS) foram selecionados: mata (M), cana-de-açúcar (C) e pastagem perene (P),

¹Universidade Positivo, Curitiba, PR, Brasil, krol_tonetti@hotmail.com

²Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

³Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁴Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES

⁵Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC

⁶Universidad Nacional de Colombia, Cali, Colombia

⁷Institut de Recherche sur le Développement, Cali, Colombia

⁸Embrapa Florestas, Colombo, PR

no distrito de Assistência em Rio Claro, SP. Em cada sistema foram coletados seis pontos ao longo de dois transectos, para quantificar macrofauna, umidade do solo, resistência à penetração, densidade aparente e avaliar morfologia dos agregados. A macrofauna foi amostrada de acordo com o método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) e triada manualmente. Através de Análises de Componentes Principais (ACPs) foi construído o GISQ e possíveis relações entre os atributos edáficos, SUS e a fauna edáfica. A mata apresentou maior umidade gravimétrica, diversidade e abundância da macrofauna, e, menor densidade do solo e resistência à penetração, quando comparado a C e P. Os sistemas P e M tiveram maiores quantidades de agregados biogênicos, indicando forte atividade dos engenheiros do ecossistema, sobretudo as minhocas. A área de P ofereceu maior riqueza, diversidade e abundância de minhocas em comparação com C. A cana-de-açúcar obteve elevados valores de densidade aparente e quantidade de agregados físicos. Portanto, o GSQI apresentou maior valor em M quando comparado aos sistemas antropizados (P e C), indicando que M possui uma melhor estrutura do solo, entre outras propriedades do solo que beneficiam para o aumento da biodiversidade do solo.

Engenheiros do solo em sistemas agroecológicos

Julia Luiza Müller Torres¹

Julia Barreto¹

Amarildo Pasini²

Maurício Ursi Ventura²

Thais Maciel Tutida²

Davi Cesar Tramontina²

Mateus Gimenez Carvalho²

George G. Brown³

Marie L. C. Bartz¹

O objetivo foi avaliar o efeito do manejo do solo em sistema agroecológico (SA) sobre os engenheiros do solo (ES). As coletas foram realizadas nas regiões Norte e Noroeste do estado do Paraná, nos municípios de Alvorada do Sul, Jardim Alegre e São Jerônimo da Serra, que foram utilizados como réplicas verdadeiras. Foram coletados nove pontos por área, em dois períodos do ano (set/2012 e mar/2013) em áreas de cultivo de café com manejo: convencional (C), orgânico (O) e sombreado (S). A macrofauna foi amostrada de acordo com o método Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) e triada manualmente. Foram realizadas Análises de Componentes Principais (ACPs) para associar os engenheiros do solo e as áreas amostradas. Foram contabilizados no total 3623 ind m⁻² (1535 ind m⁻² em set/12 e 2088 ind m⁻² em mar/13). Os ES que mais variam entre as épocas de coleta foram Isoptera (52 ind m⁻² em set/12 e 535 ind m⁻² em mar/13) e Oligochaetas (19 ind m⁻² em set/12 e 359 ind m⁻² em mar/13). As abundâncias totais, entre os SA, não diferiram em set/12, mas em mar/13 foram significativamente mais baixas em C. Na PCA de set/12 o SA O esteve associado à Formicidae, S à Coleoptera e C a nenhum dos ES, sendo que o mesmo padrão se repetiu em mar/13, no entanto Isoptera estando associado também com O. O grupo Oligochaetas não esteve associado a nenhum dos SA.

¹Universidade Positivo, Curitiba, PR, juh1mt@gmail.com

²Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

³Embrapa Florestas, Colombo, PR

Promoção e Organização



Apoio



Embrapa

Florestas

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

