IF 1333
Biologia da Conservação

Revisão de Literatura: Minhocas utilizadas como bioindicadoras de contaminação industrial por metais pesados

Antonio Carlos Pries Devide
Discente CPGF – IA / UFRRJ

Alexandra Pires Fernandez
Profª CPGCAF – IF / UFRRJ

Seropédica, 10/2012

Roteiro

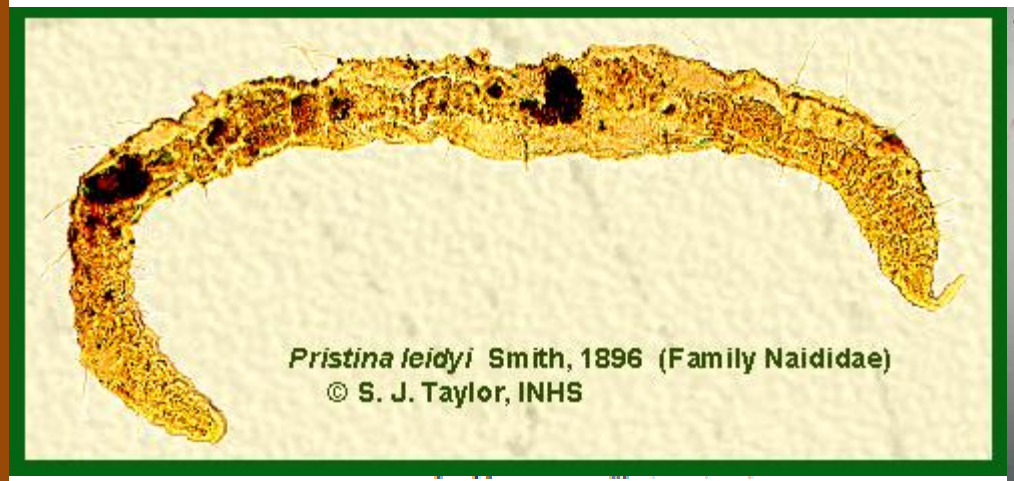
- **Minhocas**
- **Bioindicador e Biorremediação**
- **Objetivos do trabalho**
- **Material e Métodos**
- **Resultados**
- **Considerações finais**

Journal of Applied Ecology
1999, 36,
173–183

Seasonal variation in the abundance, biomass and biodiversity of earthworms in soils contaminated with metal emissions from a primary smelting works

D.J. SPURGEON* and S.P. HOPKIN†
**Institute of Terrestrial Ecology, Monks Wood, Abbotts Ripton, Huntingdon, Cambs, PE17, 2LS, UK; and †Division of Zoology, School of Animal and Microbial Sciences, University of Reading, PO Box 228, Reading, RG6 6AJ, UK*

SPURGEON, D.J.; HOPKIN, S.P. 1996. The efects of metal contamination on earthworm populations around a smelting works - quantifying species efects. *Applied Soil Ecol.* 4, 147-160.



Bezerra, E.

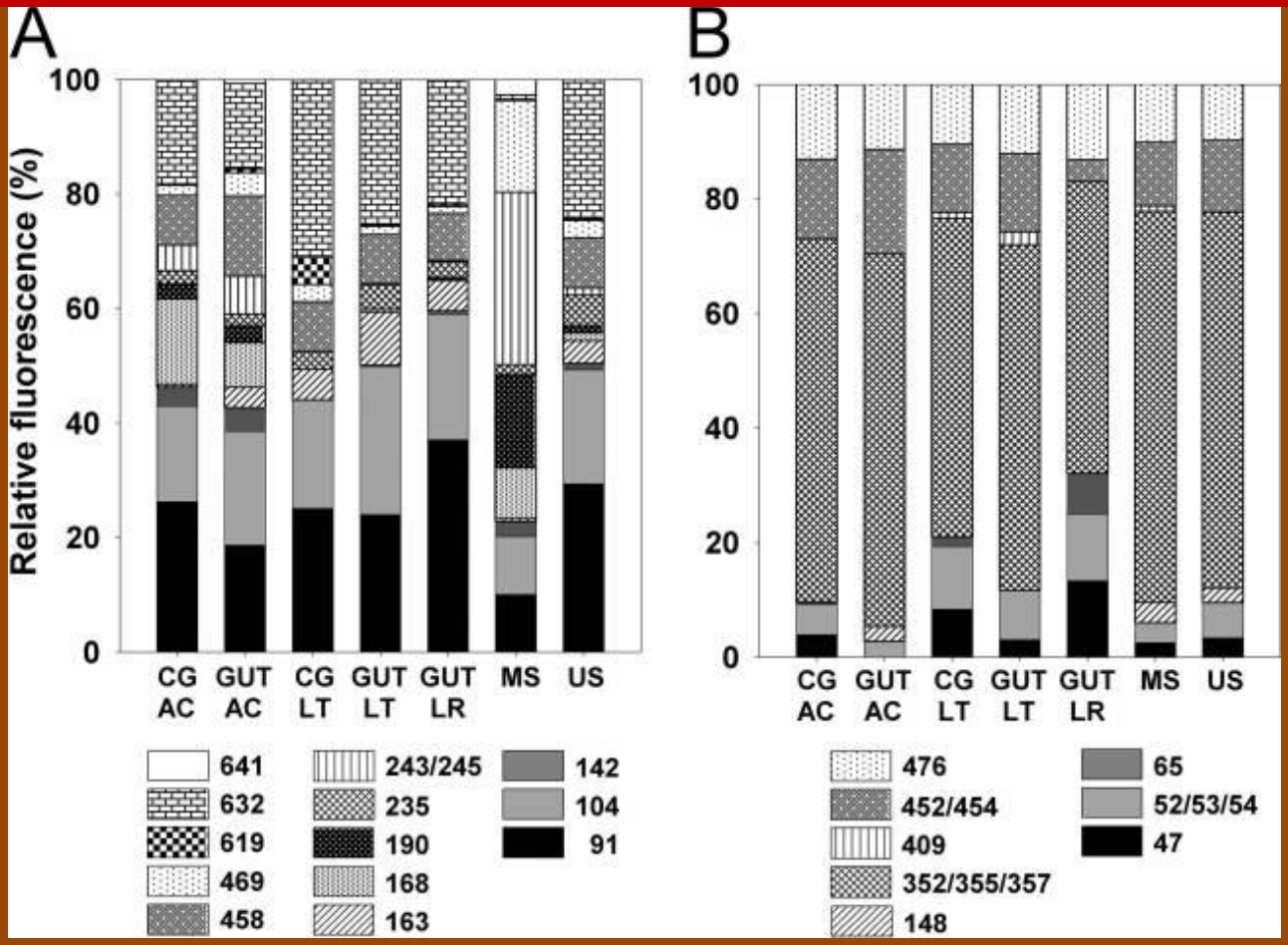
Glândulas de “Morren” - pregas da parede do esôfago

ENGENHEIRAS DOS ECOSSISTEMAS

- Minhocas ingerem mistura de partículas orgânicas e minerais, eliminando coprólitos com MO-estabilizada. Tem simbiose no trato digestivo em associação com a microflora do solo. Se alimentam de substratos complexos criando estruturas com modificações físicas atuando na pedogênese do solo (LAVELLE, 1997).

- Estima-se 7.254 espécies de Oligoqueta; 3.627 terrestres. Taxa anual de descrição de novas espécies: 50, normalmente nos trópicos (FRAGOSO et al., 1997).

Microrganismos no trato digestivo de Oligochaeta



http://www.opalexplorenature.org/Greyworm

TRFLP análise do canal alimentar: *narG* (A) and *nosZ* (B). Abbreviations: CG, crop/gizzard; AC, *A. caliginosa*; LT, *L. terrestris*; LR, *L. rubellus*; MS, mineral soil; US, uppermost soil. The legend shows the lengths of the TRFs. Shown are mean values (*n* = 3).

Depkat-Jacob et al., 2010. Appl. Environ Microbiol., 2010; 76, (18).

As minhocas são diferenciadas em dois grupos: detritófagas ou geófagas (MAKESCHIN, 1998).

Minhocas Endogeicas ou Geófagas

Vivem no solo. Se alimentam de material mineral rico em MO e de raízes em decomposição.
Escapam da seca hibernando na superfície do solo.

Minhocas Endogeicas:

- *Allolobophora chlorotica*
- *Apporectodea caliginosa*
- *Apporectodea icterica*
- *Apporectodea rosea*
- *Murchieona muldali*
- *Octolasion cyaneum*
- *Octolasion tyrtaeum*

http://www.earthwormsoc.org.uk/earthworm-information/earthworm-information-page-2

Minhocas Epigeicas ou Detritófagas

Habitam a superfície do solo e alimentam-se da serapilheira. São pequenas minhocas pigmentadas.

Minhocas epigeicas:
- *Dendrobaena octaedra*
- *Dendrobaena attemsi*
- *Dendrodrilus rubidus*
- *Eiseniella tetraedra*
- *Heliodrilus oculatus*
- *Lumbricus rubellus*
- *Lumbricus castaneus*
- *Lumbricus festivus*
- *Lumbricus friendi*
- *Satchellius mammalis*

Lumbricus castaneus

http://www.earthwormsoc.org.uk/earthworm-information/earthworm-information-page-2

Minhocas Anecias ou Detritófagas

Habitam próx. à superfície do solo e constroem galerias verticais com ninhos permanentes (abrigo na seca). Amontoam os detritos entorno da entrada transportando a serapilheira para o subsolo. São grandes minhocas pigmentadas.

Apporectodea longa

Fig 1 e 2: Ninhos e galerias de *Lumbricus terrestris.* Resina branca = prof. 1,0m.

Espécies Anécias:

- *Lumbricus terrestris*
- *Apporectodea longa*

http://www.hindawi.com/journals/aess/2010/562816/fig3/

http://www.earthwormsoc.org.uk/earthworm-information/earthworm-information-page-2

Minhocas de Composto Orgânico

Habitam locais com constante aporte de matéria orgânica fresca.
Consomem rápido produzindo rico vermicomposto.
Populares por adaptabilidade:
Temp. 0 – 35°C + UR 60 – 90%

Minhocas de Composto Orgânico:
- *Eisenia fetida*
- *Eisenia veneta*

http://www.earthwormsoc.org.uk/earthworm-information/earthworm-information-page-2

Fauna do Solo x Bioindicador

- Diversos estudos balisam-se em organismos do solo como indicadores do impacto de poluentes.
- Macroinvertebrados: fácil coleta/identificação.
- Preferência de habitats e alimentação.

...em áreas com *Betula* sp. (árvore): na presença da fauna a vegetação cresceu até três vezes mais do que nas áreas defaunadas (Sulkkava et al., 2001).

- Apresentação de resultados:
- Índices de diversidade
- Riqueza de espécies
- Predição da comunidade

Oligochaeta é um dos principais grupos investigados.

Bioindicador: Minhocas x Radiação Nuclear

- A tragédia de Chernobyl mudou a rotina sexual de algumas espécies de minhocas.
- Fortes doses de radiação modificaram a reprodução assexuada para via sexuada.
- Transmitir aos descendentes os genes mais resistentes às radiações aumentando as chances de sobrevivência.

http://www.parana-online.com.br/colunistas/67/92714/?postagem=REVOLUCAO+DAS+MINHOCAS

Bioindicador: Minhocas X Agrotóxicos

Figura 2.9. Alterações morfológicas visualizadas em SAT contaminado com carbofurano. I- *Pontoscolex corethrurus* com desanelamento segmentar; II- *Eisenia andrei* com corpo rompido ao meio; III- *P. corethrurus* com lesão exposta;

BUCH, A.C., 2010.

Biorremediação x Minhocas

Efeito o trato digestivo de *Pontoscolex corethrurus* em mineração [Pb].

- Reduziu Pb nas frações solúvel e trocável do solo, consideradas as mais biodisponíveis ambientalmente.
- Incremento de Pb em coprólitos, desejável para biorremediação.
- Minhocas produziram casulos apenas sob mata nativa distante do Pb.
- *P. corethrurus* absorveu maior quantidade de Pb solo mais contaminado, mais arenoso e com menor CTC.

(Duarte, A.P.; 2010) Diss. Mestrado, UFPR.

Material e Métodos

Objetivo: avaliar o efeito de metais pesados de siderurgia em comunidades de minhocas.

- Épocas de amostragens: 4

primavera (Abr) – verão (Jul – Ago) – outono (Oct) – inverno (Feb)

- 14 locais: transecto a partir de Avonmouth- UK

Testemunha: 100km - campus da Universidade de Reading

- Ênfase nos metais pesados: Cd, Zn
- Vegetação: pastagem até 2,0m de altura
- 6 Amostras: 25 x 25 cm (=0,0625 m^2)/local

Nº repetições "J" considerações estatísticas e "manpower"

- Prof. 40 cm de solo (epi e endogeico)
- Catação manual *in situ*

Algumas aécias e endo/epigeicas foram perdidas (desprezível)

Formalina (técnica de extração) não foi utilizada

Juvenis

- pigmentação
- formato do prostomium
- tamanho

Alguns não puderam ser classificados por similaridade: *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*, *L. castaneus*, *Aporrectodea caliginosa* e *A. roseae*

Animais danificados: não identificado
Adultos e juvenis: presença de clitelo e pesagem

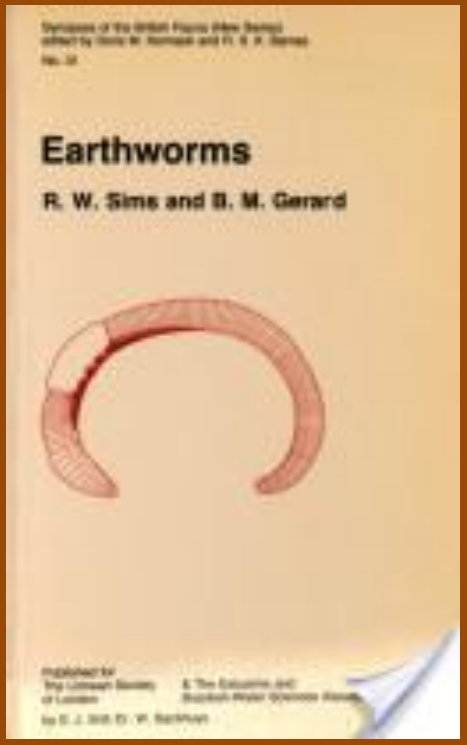
Identificação: Sims e Gerard, 1985
Classificação: UK Fauna Key

Identificação: Sims e Gerard, 1985

Reconhece especificidades de det. grupos

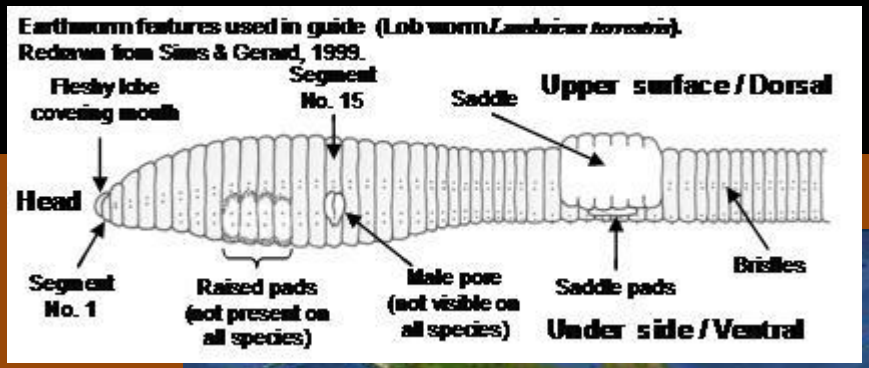
P.ex.: *Aporrectodea* caliginosa - 4 diferentes formas

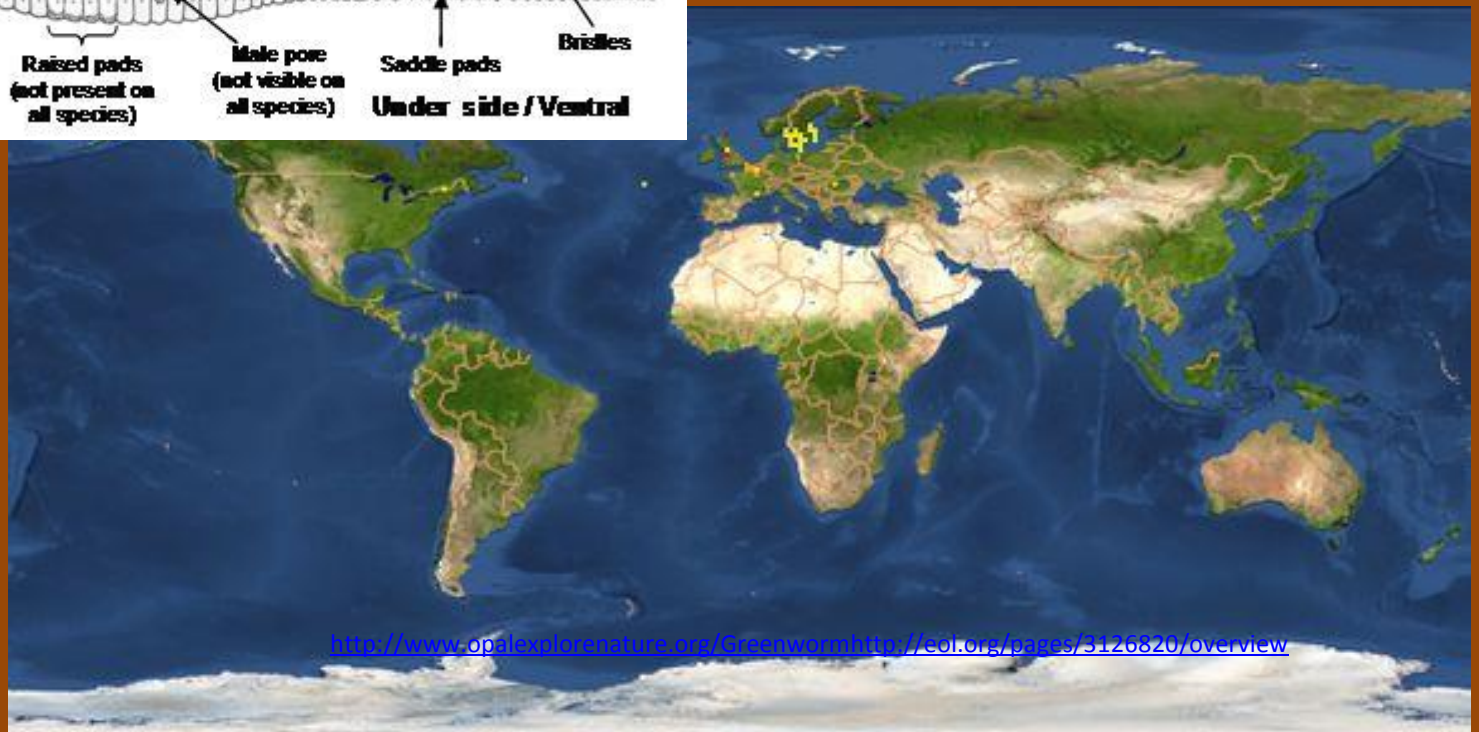
- *Aporrectodea caliginosa caliginosa* *pequena, endogeica*
- *A. c. tuberculata* e *A. c. trapezoides* *média, endogeica*
- *A. c. nocturna* *grande, anécica*
- *Allolobophora chlorotica chlorotica* *verde, epigeica*
- *Al. c. virescens* *rosa, epigeica*



Nesta pesquisa os diferentes fenótipos foram agrupados e não foram separadas conforme preconizam Bouché (1977) Lee (1985).

Classificação: UK Fauna Key





http://www.opalexplorenature.org/Greenwormhttp://eol.org/pages/3126820/overview

- Predição da comunidade

Centre for Ecology & Hydrology
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

(1) Allolobophora chlo | (1) SOILPACS - Web Se | ec.europa.eu/environ | www.opalexplorenatur | (1) google translater - | Google Tradutor

ec.europa.eu/environment/soil/pdf/7%20Ch%205.pdf

bio Intelligence Service

Table 5-1: Simple indicators of soil biodiversity. Meas.= measurability

Functional group	Organisms	Indicator	Method	Standard	Sensitivity to soil type	Sensitivity to land use	Meas..
Microbial Decomposers	Microorganisms	Biomass / activity	SIR, fumigation-extraction ATP concentration, initial rate of mineralisation of glucose	Yes Yes	Good	Good	Good
		Activity	Respiration rate/quotient/ratio, Nitrification, N mineralisation, C mineralisation Denitrification N-fixation Mycorrhizae (% of root colonised)	Yes Yes No No No	Good Medium Medium Good Good	Medium Medium Medium Medium Good	Good
		Enzymatic activity	Dehydgenase activity Other enzymatic activity tests: phosphatase, sulphatase, etc. Enzyme index	Yes No No	Good Good Very good	Good Good Very good	Medium Good
		Diversity	Culture-dependent methods: direct count, community-level physiological profiles Culture independent methods: fatty acids analysis, nucleic acid analysis	No No	Poor Poor	Poor Very good	Good Good (technical)
Biological regulators	Protists, nematodes	Abundance and Diversity	Culture-dependent methods: direct count (diversity index, functional or trophic diversity) Culture independent methods: fatty acids analysis, nucleic acid analysis	Yes	Good	Very good	Low (time, expertise)
	Microarthropods (springtails, mites)	Counting	Litter-bag technique (colonisation capacity) Soil coring	No	Good	Good	Low (time, expertise)
		Abundance and Diversity	Community composition, ecological groupings	Yes	Very good	Very good	Low (time, expertise)
Soil ecosystem engineers	Earthworms, isopods	Abundance Diversity	Species richness, diversity, evenness	Yes (ongoing)	Very good	Good	Good (low expertise, simple)

Análise do solo

Coletas: 2,0 cm a partir do topo e abaixo da liteira
> [metais] e onde as minhocas estão mais expostas

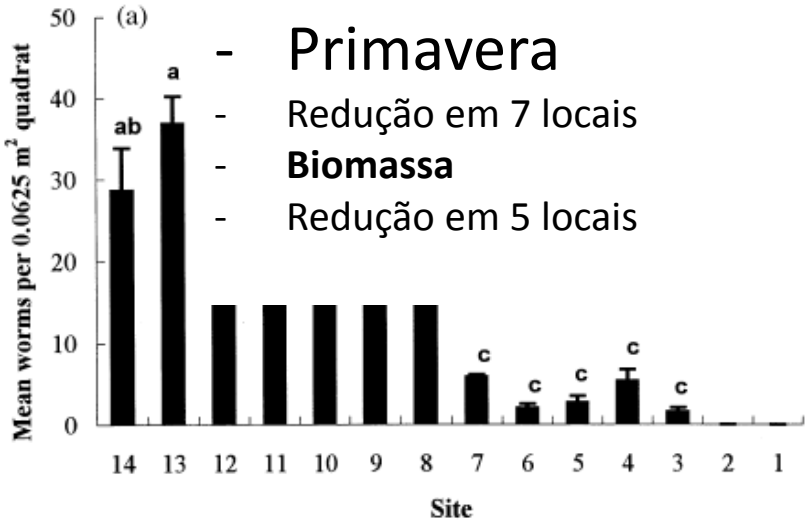
Determinações:
conteúdo de água (todas épocas)
peneira 4 mm, amostras secas até massa constante, umidade
Só no outono:
- pH (H_2O)
10g solo : 25ml H_2O deionizada, agita 2min, repousa 5min, mensura
- Percentagem de perda por queima (%LOI)
12h 500° C
- Metais pesados: [Cd, Cu, Fe e Zn]
1g solo + digestão HNO_3 : 100ml – espectofotômetro de absorção atômica

Resultados e Discussão

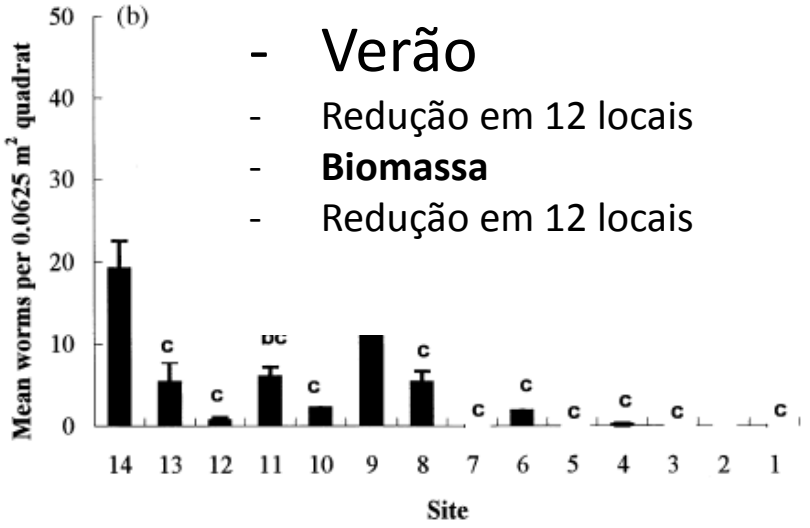
	Site location		Soil characteristics									
Site No.	OSGR	Distance to smelter (km)	Water content (spring)	Water content (summer)	Water content (autumn)	Water content (winter)	pH (median)	% LOI	Cadmium (μg Cd g^{-1})	Copper (μg Cu g^{-1})	Lead (μg Pb g^{-1})	Zinc (μg Zn g^{-1})
14	737714	110	23·6 ± 0·6	13·9 ± 1·5	20·8 ± 6·7	18·7 ± 0·6	5·82	20·1 ± 3·4	< 0·2 –	12·4 ± 0·7	17·2 ± 4·1	47·3 ± 2·3
13	562881	9·7	25·2 ± 0·2	19·6 ± 0·6	19·1 ± 0·5	30·5 ± 2·2	7·33	12·4 ± 0·5	0·3 ± 0·1	18·5 ± 0·4	18·5 ± 0·4	167 ± 3
12	594826	7·7	24·6 ± 0·7	15·4 ± 0·4	24·5 ± 0·5	24·4 ± 1·2	5·79	15·2 ± 0·4	1·0 ± 0·1	25·7 ± 0·4	146 ± 3	499 ± 11
11	553854	6·5	27·2 ± 0·5	17·2 ± 1·5	26·3 ± 0·9	28·8 ± 2·7	7·14	12·9 ± 1·2	0·3 ± 0·1	23·1 ± 0·3	114 ± 2	282 ± 8
10	570822	5·4	27·6 ± 0·3	17·3 ± 2	31·7 ± 0·3	31·7 ± 0·5	6·43	19·4 ± 0·3	3·1 ± 0·2	30·1 ± 1·5	143 ± 2	418 ± 10
9	554835	5·1	28·5 ± 0·5	19·6 ± 1·6	31·7 ± 0·9	34·5 ± 1·5	7·2	25·2 ± 5·3	3·5 ± 0·2	38·8 ± 2·4	153 ± 3	519 ± 8
8	540816	3·2	29·3 ± 0·8	12·6 ± 1·8	23 ± 1·2	27·6 ± 2	6·57	13·7 ± 1·3	6·1 ± 0·3	55 ± 0·6	324 ± 11	814 ± 53
7	552800	2·8	30·7 ± 1·5	16·6 ± 0·5	25·5 ± 1·2	33·8 ± 0·9	7·07	22·7 ± 4·6	13·8 ± 0·4	148 ± 1	746 ± 12	1290 ± 79
6	549807	2·4	26·5 ± 0·9	21 ± 0·6	27·6 ± 1·13	26·9 ± 0·7	7·36	20·7 ± 2·6	18 ± 0·2	80·5 ± 2·1	411 ± 16	1530 ± 29
5	543802	1·9	27·3 ± 1·2	19 ± 1·4	30·7 ± 1·4	34·1 ± 1·3	5·42	23·8 ± 2·5	31·6 ± 0·8	113 ± 3	1130 ± 39	2110 ± 43
4	540793	1·4	30·5 ± 1·8	18·2 ± 1·2	30·6 ± 1·6	36·7 ± 2·9	6·68	23·4 ± 1·9	66·6 ± 1·1	326 ± 10	2780 ± 95	4990 ± 111
3	529806	1·3	25·1 ± 1·1	16·8 ± 0·8	32·3 ± 5·7	36 ± 3·3	6·68	30·4 ± 1	51·6 ± 2	169 ± 9	1900 ± 165	2750 ± 72
2	532791	0·6	23·4 ± 1·2	14·8 ± 0·6	30·2 ± 1·8	26·3 ± 0·9	6·83	27·8 ± 2·8	177 ± 11	275 ± 62	5962 ± 499	11400 ± 855
1	528795	0·5	26·5 ± 1	16·6 ± 0·8	34·2 ± 1·9	30 ± 1·4	7·09	13·2 ± 1·3	275 ± 61	2310 ± 147	20700 ± 3210	37300 ± 4520

- O conteúdo hídrico do solo não variou com a distância.
- No verão havia menos água disponível.
- pH oscilou sem correlação com a fonte poluidora.
- [Metais] aumento significativo com a prox. da fonte poluidora.

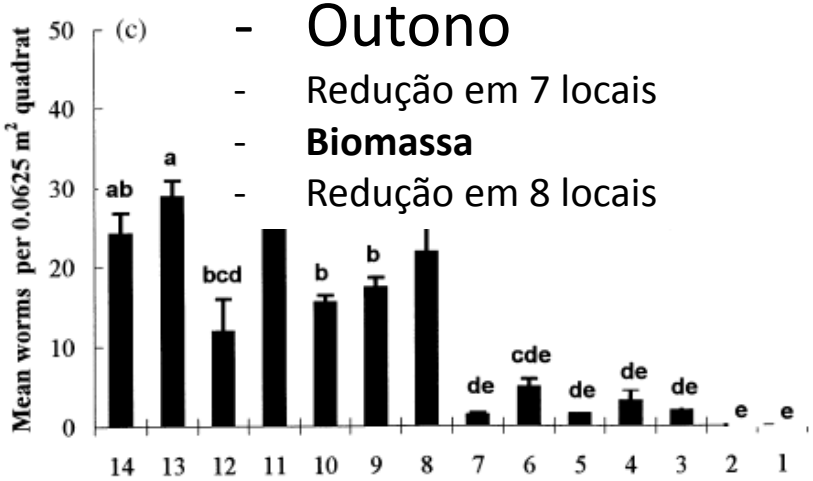
Abundância e Biomassa



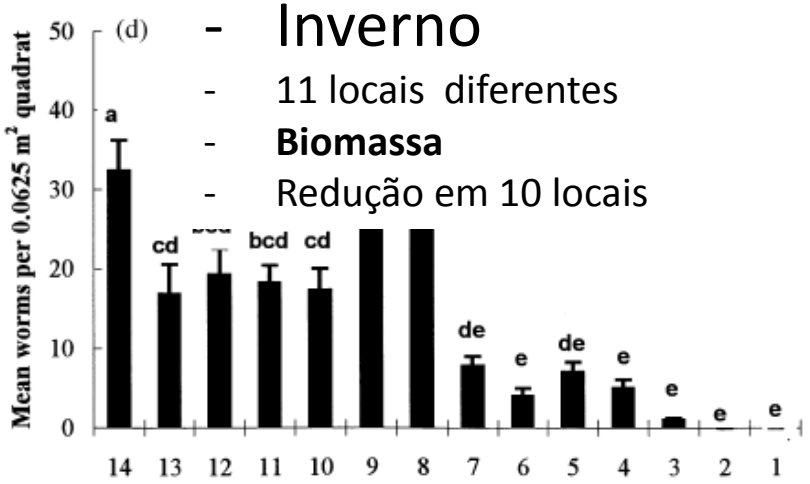
- Primavera
- Redução em 7 locais
- **Biomassa**
- Redução em 5 locais



- Verão
- Redução em 12 locais
- **Biomassa**
- Redução em 12 locais



- Outono
- Redução em 7 locais
- **Biomassa**
- Redução em 8 locais



- Inverno
- 11 locais diferentes
- **Biomassa**
- Redução em 10 locais

- Menor abundância e biomassa de minhocas: locais 1 - 7
- Nenhuma minhoca próximo à fonte poluidora.
  - Verão: sob estresse hídrico os efeitos foram mais danosos
  - Transf. Raiz³ – [metais] x abundância - **correl. negativa ($R^2 \geq 0,61$).
    - Exceção: verão e zinco ($R^2 \geq 0,35$).
    - Tukey: biomassa

Classe de tamanho

Apenas *Allolobophora chlorotica*

Semelhança juvenil entre *Lumbricus* sp. e *Aporrectodea* sp.

Site No.	Spring	Summer	Autumn	Winter	
14	1·43 : 1 (17)	1·8 : 1 (9)	0·4 : 1 (14)	0·5 : 1 (21)	↑juvenis prim/verão
13	2·02 : 1 (149)	3 : 1 (4)	1·14 : 1 (75)	0·72 : 1 (19)	↓ juvenis
9	1·05 : 1 (44)	1·46 : 1 (24)	0·59 : 1 (27)	0·52 : 1 (34)	Juvenis=Adultos
8	0·2 : 1 (6)	2 : 1 (3)	1·43 : 1 (17)	1 : 1 (34)	Igualdade

Locais que representam a escala de abundância de *Allobophora*

Peso fresco: g

Classe 1	1 - <0,05	-
Classe 2	**0,05 – 0,1 g**	**abundância**
Classe 3	**0,1 – 0,15 g**	**abundância**
Classe 4	0,15 – 0,2	-
Classe 5	0,2 – 0,25	-
Classe 6	> 0,25	-

***Allobophora* sp. - nasce no inverno/primavera. Vira adulto no verão/outono.**

Diferentes concentrações de pigmentos:

Verde
turboglaucobilin
estação seca

Rosa
Porfirina
estação úmida

Não diferem em sensibilidade ao UV

> pref. pássaros

Polimorfismo em populações mistas aparenta ser um mecanismo estabilizador do caráter hereditário.

O swinging natural favorece à minhoca verde na estação chuvosa, e à rosa na época seca.

Satchell. Journal of Animal Ecology, v.36., n.3, 1967.

Riqueza de Espécies e Composição

Site No.	Spring								Summer							
	L. terrestris	*L. rubellus*	*L. castaneus*	*A. chlorotica*	*A. rosea*	*A. caliginosa*	*A. longa*	Others	*L. terrestris*	*L. rubellus*	*L. castaneus*	*A. chlorotica*	*A. rosea*	*A. caliginosa*	*A. longa*	Others
14	4·7	4·8	5·5	2·8	6·7	2·5	1	0·3	2	1·2	0·2	1·5	2·7	8·5	2	1·2
13	0·2	0·3	0·5	23·7	3·8	3·5	3·5	1·3	0	1	0·3	0·7	1·3	0	2	0
12	1·5	4	1·5	4·2	0·8	8·5	0·7	0·7	0	0	0	0	0	0	0·7	0
11	1·7	0·7	0·5	6	1·3	4	0	1	0	0·7	0	3·2	0·3	1·2	0·7	0
10	0·8	2·5	1	8·7	0·8	3·5	0·2	1	0	0	0	0·8	0·2	0	1·2	0
9	1·3	0·7	1·8	7·3	1·8	7·8	5	1·8	0·2	0·8	0	4·5	0·3	2·2	3·8	0·8
8	0·5	0·8	2·3	1	1·3	4	1·8	2·5	0	0·2	0	0·5	1·8	0·8	2	0
7	0·2	4·3	0	0	0	0·2	0	1·2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0·3	0·8	0·5	0	0	0	0	0·3	0	0·3	0	1·3	0	0	0	0
5	0·2	1·7	0·7	0	0	0	0	0·2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2·2	2·8	0	0	0	0·3	0	0	0	0	0·2	0	0	0	0	0
3	0	0·3	0·7	0	0	0	0	0·5	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Autumn								Winter							
	L. terrestris	*L. rubellus*	*L. castaneus*	*A. chlorotica*	*A. rosea*	*A. caliginosa*	*A. longa*	Others	*L. terrestris*	*L. rubellus*	*L. castaneus*	*A. chlorotica*	*A. rosea*	*A. caliginosa*	*A. longa*	Others
14	1·5	1·2	0·3	2·3	0·2	10·3	3·2	4·8	1·2	0·5	7	3·5	0·7	12·2	3·5	3·8
13	0·5	1	0	12·5	1·3	3	1·8	8·7	0·5	0·5	1·3	3·2	1·2	2·3	2·7	5·2
12	0	1·3	0	3·2	0·2	3·3	1·8	2	0·2	2	2·8	5·3	0·8	2·3	1·8	4
11	1·5	0·7	1	7	1·2	5·2	0·8	8·5	2·5	0·5	2	6·8	1·3	2·7	1·2	1·3
10	0·2	0·2	0	6	0·7	4	0·5	4	0·5	0·2	1·5	5·3	0·5	3·5	0·8	5
9	0·7	0·2	0	4·5	1·3	6·2	2·2	2·3	1·8	0·5	1·3	6·8	2	12	2·7	7·8
8	1	0·2	0	2·8	5	5	0·8	7	1·3	0·3	1·3	5·7	2·2	9·5	0·8	9
7	0·3	0·5	0	0	0	0	0	0·5	0·5	1·7	2·7	0	0	0	0	3
6	2·2	1·7	0·2	0	0	0	0	0·8	2·3	0·2	0	0	0	0	0	1·5
5	0	1·5	0	0	0	0	0	0	0·2	1·5	1·2	0	0	0	0	4·2
4	1·2	0·8	0	0	0	0	0	1	1·7	1	0	0	0	0·2	0	2·2
3	0	0·8	0	0	0	0	0	1	0	0·3	0·7	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10spp capturadas, máx. 9 spp site 8. ↑**Riqueza** ↑**distância/fábrica**. Sites 8-14 (Prim.Out.Inv.) +minhocas. Verão nº capturas ↓ sites 10 e 12 dominado por *Allobophora chlorotica* e *Aporrectodea caliginosa*. **Dominantes: *Lumbricus rubellus, L. castaneus, L. terrestris.*** Reduzidas: *Allobophora clorotica Aporrectodea caliginosa*. Ausência de minhocas nos sites 1 e 2.

Biodiversidade e Dominância

Site No.	Shannon–Weiner diversity				Berger–Parker dominance			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
14	1·83	1·55	1·37	1·56	0·24	0·47	0·54	0·42
13	1·1	1·46	1·22	1·76	0·67	0·38	0·62	0·27
12	1·65	0	1·38	1·69	0·40	1	0·34	0·35
11	1·46	1·3	1·56	1·68	0·42	0·53	0·40	0·40
10	1·45	0·9	1·13	1·56	0·50	0·54	0·52	0·42
9	1·66	1·39	1·41	1·53	0·30	0·38	0·41	0·44
8	1·95	1·36	1·44	1·49	0·29	0·38	0·34	0·45
7	0·31	0	0·67	0·93	0·93	–	0·60	0·55
6	1·03	1	0·83	0·24	0·50	0·73	0·54	9·93
5	0·80	0	0	0·87	0·67	–	1	0·53
4	0·88	0	0·68	0·85	0·53	–	0·58	0·59
3	0·64	0	0	0·64	0·67	–	1	0·67

3 níveis de diversidade: ↑↑8-14 (exceto 10-12 verão)
↓↓3-7 (exceto 6 Verão e Primavera).

Próximo à fábrica: Riqueza ↓↓ e a Dominância ↑↑

Dominância Sites 3-7 ↑↑ (>0,50) e de 8-14 = rara dominância.

Dendrograma de Comunidades de Minhocas

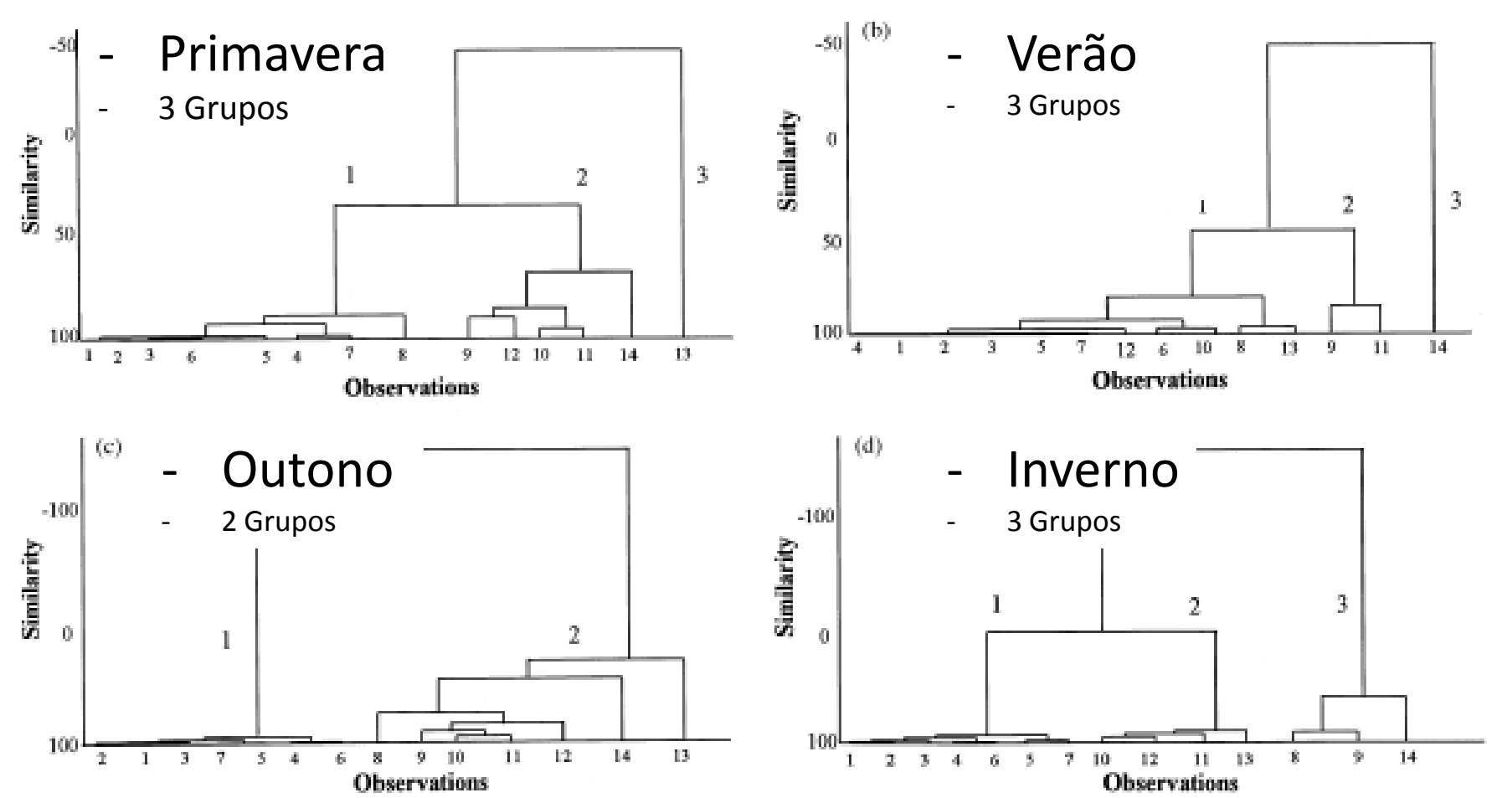


Fig. 2. Dendrogram of earthworms communities sampled from 14 sites at Avonmouth ordered by cluster analysis using Euclidean distance and Ward's minimum variance method in (a) spring, (b) summer, (c) autumn, and (d) winter.

Multivariada Cluster – dist. Euclidiana, Pearson e Mét. amalgamação da variância mínima.
Clustering: Primavera = 3 grupos. Verão = 3 grupos. Outono=2 grupos. Inverno=3 clusters

Considerações Finais

- Ausência de espécies sensíveis próximo à fundição apoia a inclusão de minhocas como um grupo chave em uma previsão terrestre e esquema de classificação para quantificar os efeitos dos poluentes sobre a biodiversidade do solo.

- Em UK, amostragens na Primavera e Outono estima melhor a estrutura da comunidade.

- Método rápido e prático, dispensa especialista e pode trabalhar com o peso/tamanho dos indivíduos.

Vermicompostagem

>>TRABALHADORAS DA TERRA, UNI-VOS!

O que é um minhocário doméstico?

PLANETA sustentável

É um sistema de reciclagem do lixo orgânico caseiro, com minhocas transformando restos de alimento em adubo. Esse processo – chamado de vermicompostagem – rola dentro de caixas plásticas cheias de terra, onde as "operárias" mandam ver nas sobras de rango, digerindo esse material e gerando um húmus superfértil no lugar. Para ter uma ideia do potencial ecológico dos minhocários, dados do Ministério da Agricultura revelam que, diariamente, o Brasil produz cerca de 144 mil toneladas de lixo orgânico, o que corresponde a 60% do lixo urbano. Essa sujeira toda acaba indo para aterros e lixões, onde, muitas vezes, acaba poluindo os lençóis freáticos, entre outras mazelas. Se esse material entrasse na dieta das minhocas domésticas, por dia teríamos nada menos que 86 mil toneladas fresquinhas de húmus! ~~~:

GABRIELA PORTILHO

MINHOCAS S.A. Veja como as operárias da terra transformam lixo orgânico em adubo

1 O minhocário é composto de três caixas plásticas, sendo que as duas de cima são cheias de terra. No recipiente superior, ficam as cerca de **200 minhocas** que vão tocar o trabalho. Em geral, são usadas minhocas californianas, "especialistas" em restos orgânicos

2 **Sobras de rango**, como cascas de legumes e pedaços de frutas, são então despejadas nesta caixa. Mas nem tudo pode ir para o "prato" das minhocas. Na lista dos alimentos vetados estão as carnes e os queijos – que podem apodrecer –, além de comidas salgadas ou muito ácidas

3 Após **cobrir tudo com serragem ou palha**, para manter a umidade, fecha-se a tampa e as minhocas partem para a ação. "O sucesso do minhocário depende da nossa alimentação. Quanto mais diversificado for o lixo, mais rico será o adubo gerado", diz Cláudio Spinola, da Morada da Floresta, em São Paulo, organização que produz minhocários

4 Assim que fica cheia, esta caixa **vai para o segundo andar**, onde, por cerca de dois meses, as minhocas vão trabalhar na digestão. O recipiente que estava no segundo andar vai para o topo, onde receberá os novos restos de comida

5 Enquanto rola o processo de decomposição do rango, um líquido rico em nutrientes e livre de bactérias escorre para a caixa da base, onde fica armazenado. Esse **chorume do bem** pode ser coletado e depois ser pulverizado nas plantas, servindo de adubo e pesticida

6 À medida que os alimentos são absorvidos, a maioria das minhocas ruma para a caixa do topo em busca de mais comida. No recipiente intermediário, temos o **adubo pronto**, fresquinho para ser utilizado nos jardins e vasos

ILUSTRAÇÃO DAVI CALIL CONSULTORIA MORADA DA FLORESTA (WWW.MORADADAFLORESTA.ORG); PROJETO MINHOCASA (WWW.MINHOCASA.COM)

http://loja.moradadafloresta.org.br/ecommerce_site/categoria_502_5735_Compostagem-Domestica