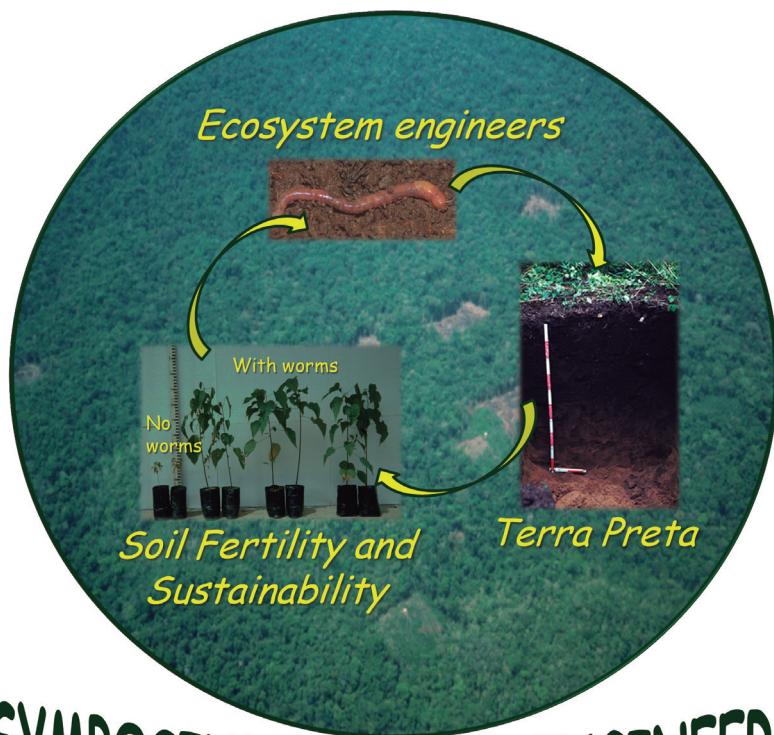


## Anais do Simpósio Engenheiros Edáficos, Fertilidade do Solo e Terra Preta de Índio (TPI)

10 e 11 de junho de 2015

Curitiba, PR, Brasil

2ª edição



# SYMPOSIUM ON SOIL ENGINEERS

ISSN 1980-3958  
Dezembro, 2017

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

# **Documentos 312**

## **Anais do Simpósio Engenheiros Edáficos, Fertilidade do Solo e Terra Preta de Índio (TPI)**

**10 e 11 de junho de 2015**

**Curitiba, PR, Brasil**

2ª edição

*Marie Luise Carolina Bartz  
George Gardner Brown  
Luis Filipe das Neves Cunha  
Peter Kille*  
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](http://www.embrapa.br/florestas)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

## **Comitê Local de Publicações**

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente: José Elidney Pinto Júnior

Secretárias-Executivas: 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**

---

Simpósio engenheiros edáficos, fertilidade do solo e terra preta de índio (TPI) (1. : 2015 : Curitiba, PR, Brasil).

Anais, Simpósio engenheiros edáficos, fertilidade do solo e terra preta de índio (TPI), 10 a 11 de junho de 2015, Curitiba, PR [recurso eletrônico] / editores técnicos: Marie Luise Carolina Bartz ... [et al]. – 2. ed. – Colombo : Embrapa Florestas, 2017.

53 p. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 312)

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. Solo – Evento. 2. Fauna do solo. 3. Fauna edáfica. 4. Terra preta. I. Bartz, Marie Luise Carolina. II. Brown, George Gardner. III. Cunha, Luis. IV. Kille, Peter. V. Série.

CDD (21 ed.) 631.46

# 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

**Luis Filipe das Neves Cunha**

Biólogo, doutor em Biologia Celular e Molecular, Cardiff University, School of Biological Sciences, Cardiff, Grã-Bretanha

**Peter Kille**

Professor, Cardiff University, Cardiff, Grã-Bretanha

## Comissão Organizadora

George G. Brown, Embrapa Florestas  
Marie L. C. Bartz, Universidade Positivo  
Klaus D. Sautter, Universidade Positivo  
Ana Meyer, Universidade Positivo  
Patrick Lavelle, Institut de Recherche pour le Développement  
Cláudia M. B. F. Maia, Embrapa Florestas  
Jeferson Dieckow, Universidade Federal do Paraná  
Luis F. N. Cunha, Cardiff University  
Peter Kille, Cardiff University  
Elena Velásquez, Universidad Nacional de Colombia

## Comissão Científica

George G. Brown, Embrapa Florestas  
Marie L.C. Bartz, Universidade Positivo  
Patrick Lavelle, Institut de Recherche pour le Développement  
Cláudia M.B.F. Maia, Embrapa Florestas  
Jeferson Dieckow, Universidade Federal do Paraná  
Zaida I. Antonioli, Universidade Federal de Santa Maria  
Amarildo Pasini, Universidade Estadual de Londrina  
Luis F. N. 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.

# Introdução

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, tal 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 escoamento da água no solo, a dispersão de sementes, a polinização, a ciclagem de nutrientes e a pedogênese.

Porém, até o presente momento, os engenheiros não têm sido formalmente reconhecidos como atuantes na formação da Terra Preta de Índio, áreas de alta fertilidade na Amazônia, supostamente de origem antropogênica. Contudo, dados da literatura e preliminares no campo mostram esses animais podem ser bastante importantes na gênese desses solos.

Portanto, o presente evento visa compartilhar as experiências obtidas pelos diversos grupos de pesquisadores trabalhando com engenheiros edáficos e Terra Preta de Índio no país e no exterior.

*A comissão organizadora*

**SIMPÓSIO ENGENHEIROS EDÁFICOS, FERTILIDADE DO SOLO E TERRA PRETA DE ÍNDIO  
(TPI)**

**10 E 11 DE JUNHO**

<b>10/jun</b>	9:00-9:15	<i>Abertura do Simpósio</i> , representantes das instituições organizadoras
	9:15-9:30	<i>Introdução ao Simpósio, Apresentação do Cronograma das Atividades</i> , George Brown e Peter Kille/Luís Cunha, Embrapa Florestas e Cardiff University
	9:30-10:00	<i>Os Índios na Amazônia e a formação de TPIs</i> , Eduardo Neves, USP, São Paulo*
	10:00-10:20	Coffee-break (Hall do Bloco Vermelho)
	10:20-10:40	<i>Terra Preta são sítios arqueológicos: Estudos em algumas Terras Pretas na Amazônia Central e Baixo Amazonas</i> , Helena Lima, MPEG, Belém, Brazil
	10:40-11:00	<i>Terras Pretas e Terras Mulatas na Região de Santarém: Ocupações e usos através do tempo</i> , Lilian Rebellato, UFOPA, Santarém, Brazil
	11:00-11:20	<i>Terra Preta and plant biodiversity</i> , José Iriarte, Exeter University, UK
	11:20-11:40	<i>A gênese das TPIs, a visão do pedólogo</i> , Pablo Vidal, ESALQ-USP, Piracicaba
	11:40-12:00	<i>Antrossolos Amazônicos: uma perspectiva geoarqueológica sobre as Terras Pretas de Índio da região de Caxiuaná</i> , Dirse Kern, MPEG, Belém, Brazil
	12:00-13:30	Almoço
	13:30-13:50	<i>Diferenças de fertilidade entre sítios de Terra Preta localizados nas margens dos Rios Negro e Solimões</i> , Gilvan Martins, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus
	13:50-14:10	<i>Agregação do solo em áreas com TPI</i> , Elena Velásquez, UNAL, Palmira, Colômbia
	14:10-14:30	<i>Fertilidade e fluxo de CO<sub>2</sub> em área de Terra Preta de Índio (TPI) com ocorrência de Castanheira-da-Amazônia</i> , Marcelino Guedes, Embrapa Amapá, Macapá
	14:30-14:50	<i>Estudos dos horizontes de solos modificados pelo homem (horizontes antrópicos) e o uso deste conhecimento no manejo atual de solos para a produção agrícola</i> , Wenceslau Teixeira, Embrapa Solos, Rio de Janeiro
	14:50-15:10	<i>Soil engineers and anthropogenic soils</i> , Doyle McKey, CEFÉ, Montpellier, France*
	15:10-15:30	Coffee-break (Hall do Bloco Vermelho)
	15:30-15:50	<i>Termites, ecological processes and ecosystem services</i> , Paul Eggleton, Natural History Museum, London, UK
	15:50-16:10	<i>Formigas cortadeiras: Engenheiras do ecossistema ou pragas?</i> Amarildo Pasini, UEL, Londrina
	16:10-16:30	<i>Formigas como engenheiras do solo e sua relação com TPI</i> , Dr. Rodrigo Feitosa e Alexandre Ferreira, UFPR, Curitiba, Brazil
	16:30-16:50	<i>Minhocas e Microbiota do Solo em Áreas com TPI</i> , Telma Silva e Aleksander Muniz, INPA e Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus*
	16:50-17:10	<i>Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Terra Preta and non-Terra Preta Soils of the Colombian Amazon region</i> , Clara Pena Venegas, SINCHI, Leticia, Colômbia
	17:10-18:00	Sessão de Pôsteres (no Hall do bloco da Pós-Graduação)
	18:00	Encerramento das atividades do dia

# Sumário

<b>Apresentações Orais .....</b>	<b>10</b>
Terras Pretas são Sítios Arqueológicos: Estudos em algumas Terras Pretas na Amazônia Central e Baixo Amazonas.....	11
Terras Pretas e Terras Mulatas na região de Santarém: Ocupações e usos através do tempo.....	13
A gênese das TPIs, a visão do pedólogo .....	14
Amazonian Dark Earths and plant biodiversity.....	16
Antrossolos Amazônicos: uma perspectiva geoarqueológica sobre as Terras Pretas de Índio da região de Caxiuanã.....	17
Estudos dos horizontes de solos modificados pelo homem (Horizontes Antrópicos) e o uso deste conhecimento no manejo atual de solos para a produção agrícola .....	19
Terra Preta do Índio: descubriendo sus misterios a través de la morfología del suelo .....	21
Fertilidade e fluxo de $\text{CO}_2$ em área de Terra Preta de Índio (TPI) com ocorrência de Castanheira-da-Amazônia.....	23



Assessing the importance of termites in global ecosystem processes and services .....	25
Formigas cortadeiras: Pragas ou engenheiras do ecossistema?.....	26
Formigas como engenheiras do solo .....	28
População e biomassa de minhocas em Terra Preta de Índio no Amazonas utilizando diferentes metodologias de coleta .....	30
Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Terra Preta and Non-Terra Preta soils of the Colombian Amazon Region.....	32

**Posters .....** 34

Frequência da fauna epiedáfica em área sob sistema de Integração Lavoura-Pecuária de longa duração.....	35
Efeito do biochar sobre a reprodução de enquitreídeos.....	37
Influência da vegetação nas propriedades físico-químicas de solos degradados na Mata Atlântica.....	39
Effect of dissolved organic matter on the Carbamazepine adsorption by bagasse sugarcane-derived biochars .....	41
Abundância, biomassa e riqueza de minhocas em áreas de Terra Preta de Índio (TPI) em Manaus e Iranduba (AM).....	48
Área de recuperação espontânea de <i>Pinus</i> spp.: Teores de macronutrientes em acículas e galho .....	50

# **Apresentações Orais**

# Terras Pretas são sítios arqueológicos: Estudos em algumas Terras Pretas na Amazônia Central e Baixo Amazonas

---

*Helena Pinto Lima<sup>1</sup>*

A intensificação do povoamento da Amazônia por grupos culturais distintos, observada a partir dos primeiros milênios AC. e DC. parece ter causado impactos significativos ao ambiente e formado as paisagens que hoje conhecemos. Uma evidência dramática destas transformações são as Terras Pretas Arqueológicas (TPAs), espalhadas em diversos locais da Amazônia. Esses solos férteis de origem antrópica são considerados como marcadores culturais do passado. A arqueologia, ciência focada no estudo da cultura material e das marcas e/ou vestígios deixados por comportamentos humanos, tem muito a contribuir para o conhecimento das terras pretas, inserindo-as em uma perspectiva da história ambiental e cultural da Amazônia. Nesta comunicação apresentaremos estudos arqueológicos desenvolvidos em sítios na Amazônia Central, bem como alguns dados iniciais do baixo Amazonas. Focaremos em dois aspectos da abordagem sobre os sítios arqueológicos com TPA. De um lado, a escala pan-amazônica em que elas se espalham em torno de 2000 anos atrás, sugere um processo acentuado de expansão populacional/cultural. De outro lado, a reconhecida variabilidade das terras pretas, inter e intra-sítio, alude a comportamentos humanos localmente diferenciados. As pesquisas arqueológicas têm procurado identificar as situações nas quais este fenômeno se forma (ou se mantém).

<sup>1</sup>Pesquisadora Adjunta, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Ciências Humanas, Belém, PA, [helenalima@museu-goeldi.br](mailto:helenalima@museu-goeldi.br)

A maneira como esses povos enriqueceram seu ambiente, inclusive potencializando a fertilidade dos solos alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas, são muito diversas e remetem a modos de vida e de interação social, com o seu meio. Mostraremos como a arqueologia pode ler as marcas (footprints) desses comportamentos, contribuindo para o entendimento da antropogênese das TPAs.

# **Terras Pretas e Terras Mulatas na região de Santarém: Ocupações e usos através do tempo**

---

*Lilian Rebellato<sup>1</sup>*

*Denise P. Schaan<sup>2</sup>*

*Paulo Sérgio Taube<sup>1</sup>*

*Aldo L.C. Lima<sup>1</sup>*

*Edvaldo Pereira<sup>1</sup>*

*Hudson R. M. de Jesus<sup>1</sup>*

*Madj N. A. Hosn<sup>1</sup>*

*Murilo B. Bento<sup>1</sup>*

## **Resumo**

Este trabalho versa sobre os estudos de terras pretas de índio em uma região localizada próxima à área de confluência dos rios Amazonas e Tapajós, PA. O principal objetivo é entender o processo de formação dos sítios arqueológicos do Lago do Maicá, Santarém, PA. Como objetivos específicos procura-se entender as distintas ocupações através do tempo, a formação de solos antropicamente alterados por populações pré-coloniais e o atual uso desse solo pelas comunidades quilombolas. Através da química e física do solo de terra preta, busca-se entender as atividades e processos que levaram a geração desses solos, que são considerados um dos mais férteis do mundo. Pretende-se também trabalhar com a classificação e interpretação dos solos de terra preta pelos atuais quilombolas, estendendo também para abordagem etnopedológica. Como resultado, busca-se interpretar as novas classificações e usos dos solos pelas comunidades, correlacionando atividades agrícolas levadas a cabo na atualidade com possíveis usos para produção de alimentos no passado.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, PA, [lilian.rebellato@gmail.com](mailto:lilian.rebellato@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém, PA

# A gênese das TPIs, a visão do pedólogo

---

*Pablo Vidal-Torrado<sup>1</sup>*

*Rodrigo Santana Macedo<sup>2</sup>*

## Resumo

Os estudos pedológicos sobre Terra Preta de Índio (TPIs), tem sido orientados a aspectos relacionados à concentração e distribuição de matéria orgânica e nutrientes em profundidade. Sob o paradigma dos Fatores de Formação de Solos, a pedologia pode contribuir também de forma significativa tanto para o entendimento dos processos formadores de solos, em particular aqueles relacionados às transformações e translocações de matéria orgânica e mineral, como para subsidiar a reconstrução ambiental, seja do uso da terra ou mesmo de mudanças climáticas. Ao visualizar a pedogênese como resultado da interação dos fatores de formação, o pedólogo está atento aos fatores abióticos (material de origem, clima, relevo e tempo) e bióticos (organismos), o que faz com que seja importante interlocutor com diferentes áreas do conhecimento. As TPIs, tem como principal fator de formação o homem e a atividade biológica e ao pedólogo cabe compreender os efeitos desses agentes. Nesse contexto alguns resultados foram obtidos na Estação experimental da Embrapa do Cladeirão, no município de Iranduba (AM), onde foi possível observar como nas TPIs ocorre uma intensificação dos processos de argiluviação (translocação de argila) e da desferrificação

<sup>1</sup>Professor Titular, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, pvidal@usp.br

<sup>2</sup>Pós-Doutorando do Departamento de Ciência do Solo, ESALQ-USP, Piracicaba, SP

de petroplintitas (nódulos ferruginosos pedogenéticos), este último liberando argila para a matriz do solo que outrora fora imobilizada pelo processo de plintização. O espessamento do horizonte antrópico é claramente resultado de ação bioturbadora, especialmente causada por raízes e pela macrofauna do solo. Embora seja muito evidente a bioturbação, não conhecemos os agentes e a dinâmica desse transporte, o que abre importante campo de investigação multidisciplinar com a Biologia do Solo.

# Amazonian Dark Earths and Plant Biodiversity

---

*Jose Iriarte*<sup>1</sup>

## Resumo

This presentation consists of a brief synthesis of current research on the floristic composition of Amazonian Dark Earths (ADE). It summarises vegetation studies carried out in a diversity of ADE contexts including swidden plots, home gardens and managed fallows in varied locations across the Amazon basin. The distinct composition of ADE sites in terms of potential indicator species, species abundance, richness and diversity, as well as weedy communities among other parameters, are presented and compared with analogous non-ADE sites. Finally, the legacy of ADE sites as agrobiodiversity reservoirs is discussed in the light of this recent research.

<sup>1</sup>Department of Archaeology, University of Exeter, Exeter, UK, [j.iriarte@exeter.ac.uk](mailto:j.iriarte@exeter.ac.uk)



# Antrossolos Amazônicos: uma perspectiva geoarqueológica sobre as Terras Pretas de Índio da região de Caxiuanã

---

*Dirse Clara Kern<sup>1</sup>*

## Resumo

Em diversos locais da Amazônia existem áreas de antigos assentamentos indígenas, reconhecidos como sítios arqueológicos, onde são encontrados fragmentos cerâmicos, material lítico, carvão, ossos, sementes, etc. Na maioria desses sítios havia grande aporte de material orgânico (animal e vegetal) e inorgânico (fragmentos de cerâmica) potencializando a fertilidade dos solos, alterando as suas propriedades físicas, químicas e biológicas resultando na Terra Preta de Índio (TPI). Esses solos de coloração escura apresentam alta fertilidade onde os teores de cálcio, magnésio, zinco, manganês, fósforo e carbono se destacam. Evidências pedoarqueológicas indicam que os elevados teores de P, Ca e Mg, são resultantes de cinzas, resíduos de peixes, conchas, caça e dejetos humanos, entre outros. Enquanto que o Zn e Mn apontam relação com resíduos vegetais, como as palmeiras, amplamente utilizadas na construção de casas e na confecção de utensílios domésticos. O acréscimo de resíduos orgânicos durante o processo de formação das TPIs provocou modificações biogeoquímicas significativas intra-sítio (tanto no sentido vertical quanto horizontal) e entre sítios arqueológicos. Na região de Caxiuanã verifica-se que a maioria dos 33 sítios registrados

<sup>1</sup>Pesquisador Titular, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, kern@museu-goeldi.br

estão localizados às margens das drenagens em posições mais elevadas na paisagem. Ocupam normalmente pequenas áreas, que variam de 0,5 a 3ha (com indicativo de áreas maiores de 100ha) e a espessura do horizonte A antrópico geralmente varia de 30 a 40cm, podendo alcançar eventualmente mais de 100cm. Os locais com maior espessura apresentam maior número de fragmentos de cerâmica e teores mais elevados dos elementos químicos. Com a análise geoquímica multielementar associada aos aspectos arqueológicos foi possível identificar diferentes áreas de atividades no interior de sítios arqueológicos.

# **Estudos dos horizontes de solos modificados pelo homem (horizontes antrópicos) e o uso deste conhecimento no manejo atual de solos para a produção agrícola**

---

***Wenceslau Geraldes Teixeira<sup>1</sup>***

***Carlos Brazão Vieira Alho<sup>2</sup>***

***Rodrigo Santana Macedo<sup>3</sup>***

***Gilvan Coimbra Martins<sup>4</sup>***

## **Resumo**

As Terras Pretas de Índio (TPI) são horizontes de solos antrópicos que ocorrem principalmente na Amazônia. As TPI apresentam distintas características químicas, físicas, mineralógica e biológicas dos solos adjacentes. As cores escuras dos horizontes superficiais das TPI ocorrem em razão da elevada concentração de carbono de origem pirogênica (C<sub>pyr</sub>) que apresenta também uma elevada densidade de cargas, que confere consequentemente uma elevada fertilidade ao solo. Elevados teores de fósforo e a presença de artefatos arqueológicos são também típicos das TPI. Estas áreas são cultivadas por pequenos agricultores, com maior produtividade e reduzido tempo de pousio. A elevada recalcitrância de algumas formas de carbono nas TPI parece ser devida a mecanismos além da sua conversão pelo calor

<sup>1</sup>*Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, wenceslau.teixeira @embrapa.br*

<sup>2</sup>*Doutorando Universidade de Wageningen – Holanda / Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ*

<sup>3</sup>*Pos-Doutorando Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Esalq, Piracicaba, SP*

<sup>4</sup>*Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM*

(Cpyr), provavelmente relacionado a interações organo-metálica. Uma outra questão intrigante que ocorre em muitas das TPI é a transição abrupta e clara entre os horizontes antrópico e o horizonte subjacente, provavelmente consequência da baixa atividade dos engenheiros edáficos nesta região. O estudo dos horizontes antrópicos das TPI inspira as pesquisas com o uso de resíduos carbonizados na agricultura (biochar - Cpyr). A modelagem da formação e evolução das TPI é uma oportunidade de estudar locais nos quais Cpyr foi adicionado no solo, entender os processos que esta adição provoca no solo e antecipar os efeitos do uso de resíduos carbonizados ao solo.

# Terra Preta do Indio: descubriendo sus misterios a través de la morfología del suelo

---

*Elena Velásquez<sup>1</sup>*  
*Sandra Tapia Coral<sup>2</sup>*  
*Elodie da Silva<sup>3</sup>*  
*Clara Peña<sup>4</sup>*  
*Luís F. N. Cunha<sup>5</sup>*  
*Patrick Lavelle<sup>6</sup>*  
*George G. Brown<sup>7</sup>*

## Resumo

La estructura es un importante atributo del suelo que determina propiedades de este, como la infiltración, retención de agua y almacenamiento de carbono. Influye directamente en el crecimiento vegetal, influenciando la distribución de las raíces y la capacidad de tomar agua y nutrientes. La macrofauna del suelo, especialmente los ingenieros del ecosistema (lombrices, termitas y hormigas) se asocian fuertemente a la formación de la estructura del suelo y son determinantes importantes de los procesos del suelo que influyen en el ciclo de nutrientes, en la formación de agregados y en la permeabilidad del suelo. La morfología del suelo permite evaluar la actividad de algunos grupos de macrofauna del suelo a través

<sup>1</sup>Profesora asociada, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia, [evelasquezi@unal.edu.co](mailto:evelasquezi@unal.edu.co)

<sup>2</sup>Pesquisadora Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

<sup>3</sup>Pós-doctoranda Embrapa Florestas, Colombo, PR

<sup>4</sup>Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi

<sup>5</sup>Cardiff University, School of Biosciences, Cardiff, UK

<sup>6</sup>Institut de Recherche pour le Développement, Cali, Colombia

<sup>7</sup>Pesquisador Embrapa Florestas, Colombo, PR

de las bioestructuras que estos crean (agregados biogénicos). Esta técnica permite, además, separar visualmente los agregados del suelo en función del origen (biogénico, físico, raíz), así como otros constituyentes del suelo tales como: semillas, invertebrados, carbón, cerámica, piedras, madera, hojas, etc. La presencia de agregados biogénicos de diferentes tamaños, así como de invertebrados y raíces, muestra una alta actividad biológica, lo cual indica probablemente una alta calidad en los procesos del suelo y una óptima regulación biológica en el funcionamiento del suelo. En este trabajo se evaluó la estructura del suelo, en siete sitios de Terra preta do Índio y siete sitios control en las regiones de Manaus y Santarém Brasil, a través de la técnica de la morfología, con el fin de evaluar la participación de la macrofauna del suelo, especialmente los ingenieros del ecosistema, en los procesos de agregación de estos suelos. Se encontró mayor abundancia de agregados biogénicos en suelos de TPI, así como una alta correlación entre los agregados biogénicos y la presencia de cerámica, evidenciando un posible efecto de la cerámica en la formación de estos agregados.

# Fertilidade e fluxo de $\text{CO}_2$ em área de Terra Preta de Índio (TPI) com ocorrência de Castanheira-da-Amazônia

---

*Marcelino Carneiro Guedes<sup>1</sup>*

*Jadson Dezincourt Dias<sup>2</sup>*

*Ediglei Gomes Rodrigues<sup>3</sup>*

## Resumo

Nosso objetivo foi comparar a fertilidade e o fluxo de  $\text{CO}_2$  do solo de uma TPI com área contígua não-TPI, em região de ocorrência de castanheiras no sul do Amapá. Foram realizadas seis medições de  $\text{CO}_2$  entre 07/2013 a 11/2014, com analisador de gás por infravermelho. Em julho de 2014 foram coletadas amostras de terra (0-10cm) para avaliar a fertilidade. Na TPI existiam 4 castanheiras jovens e cultura de feijão durante a avaliação. A área de referência foi a floresta nativa com castanheiras adultas (castanhal). Não houve diferenças significativas entre a emissão de  $\text{CO}_2$  da TPI e do castanhal, com fluxos médios totais de 7,97 e 8,36  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , respectivamente. Foi comprovada maior fertilidade da TPI, principalmente para fósforo, potássio e cálcio+magnésio, com valores de 87,6  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , 0,13 e 13,16  $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ , respectivamente, contra 1,2, 0,07 e 7,7 no castanhal. A maior fertilidade da TPI não pode ser associada a maior taxa de respiração do solo. O efluxo de  $\text{CO}_2$  é proveniente das raízes e dos organismos que compõem a fauna do solo. Em áreas mais férteis, normalmente há menor desenvolvimento de raízes finas, devido a abundância de nutrientes disponíveis. Devido a menor fertilidade no castanhal e a própria

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP, [marcelino.guedes@embrapa.br](mailto:marcelino.guedes@embrapa.br)

<sup>2</sup>Pesquisador bolsista Pós-Doc CAPES, Embrapa Amapá, Macapá, AP

<sup>3</sup>Pesquisador bolsista técnico, FAPEAP, Macapá, AP

estrutura florestal, podemos assumir a premissa de que há maior taxa de desenvolvimento radicular na floresta. Assim, é possível gerar a seguinte hipótese: a TPI com cultivo agrícola foi capaz de igualar a emissão de  $\text{CO}_2$  do castanhal, devido a maior atividade e respiração da fauna edáfica presente nesse sistema.



# Assessing the importance of termites in global ecosystem processes and services

---

*Paul Eggleton<sup>1</sup>*

## Resumo

Termites are by far the most ecologically important decomposer animals in hot climates – forests, savannahs, grassland and deserts. They break down almost all types of dead plant material (e.g. soil, leaf litter, dung, wood). Wood decay in tropical rain forest is about 50% directly mediated by termites and drier environments generally have proportionally greater termite decay rates. Termites' burrowing and tunnelling activities also strongly affect soils, as well as effects that are due to the direct ingestion of soil. Our data on the descriptive ecology of termites is good and growing. However, much of our knowledge of the impact of termites is anecdotal or based on data from pest species. In this talk I will discuss what we know and also what data are needed to assess the role of termites in ecosystem processes fully.

<sup>1</sup>*British Museum of Natural History, London, UK; p.eggleton@nhm.ac.uk*

# Formigas cortadeiras: Pragas ou engenheiras do ecossistema?

---

*Amarildo Pasini<sup>1</sup>*

## Resumo

As formigas cortadeiras do gênero *Atta* (saúvas) são insetos da Ordem Hymenoptera, destacando-se pela organização em sociedade (castas) e sofisticada comunicação química. São consideradas “engenheiras” do ecossistema, pela movimentação de partículas do solo, aumentando a aeração e infiltração de água. Em função do forrageamento, incorporam materiais vegetais ao solo (destinadas ao fungo= alimento), incrementam alguns nutrientes, favorecendo o crescimento de raízes, tendo reconhecido papel na ciclagem de nutrientes. No entanto, existe um limite tênue entre esta ação benéfica, em contraste com efeitos prejudiciais, quando são caracterizadas como pragas. Cabe destacar que as ações antrópicas, destinadas a exploração agrícola, florestal ou pecuária (pastagens), modificam a estabilidade do ecossistema, pela redução do número de espécies vegetais ou animais. Esta simplificação do ambiente pode favorecer alguns organismos, como formigas e cupins, mais adaptados às novas condições com maiores oscilações de fatores abióticos e bióticos, pois conseguem regular o microclima (temperatura, aeração, etc.) em seus ninhos. Algumas espécies de

<sup>1</sup>Professor Associado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, [pasini@uel.br](mailto:pasini@uel.br)

cortadeiras possuem ampla adaptação alimentar, utilizando diferentes plantas cultivadas, especialmente em áreas com raro ou pouco revolvimento do solo, como espécies florestais, citros, pastagens, etc. Este conjunto de fatores, aliado ao reduzido número de inimigos naturais, permite a expressão de um potencial biótico elevado das saúvas. Então, cabe ao homem compreender que suas próprias ações contribuem para estas alterações na composição das espécies de organismos, como as saúvas, devendo então conduzir estudos para melhor conhecimento e possível redução populacional, visando conviver com um nível aceitável de formigas, aliado à necessidade de produção.

# Formigas como engenheiras do solo

---

*Alexandre C. Ferreira<sup>1</sup>*  
*Rodrigo S. M. Feitosa<sup>2</sup>*

## Resumo

O solo é intensamente modificado por processos envolvendo organismos vivos, assim, a biodiversidade deste estrato é um dos principais componentes indicadores dessas modificações e de sua qualidade. A fauna de invertebrados está amplamente relacionada às mudanças ecológicas resultantes da atividade antrópica. Entre os invertebrados, as formigas podem ser consideradas um dos grupos mais bem sucedidos de insetos, já que aproximadamente 62% de todas as espécies conhecidas podem estar relacionadas com o solo e/ou serapilheira. Através da construção de ninhos, as formigas alteram as propriedades físicas (produção de agregados e drenagem do solo) e químicas (concentração de nutrientes e estabilização de pH) no interior e ao redor das colônias. Consideramos, assim, as formigas como bioturbadoras do solo atuando ativamente nas camadas superficiais, porém, podendo modificar camadas mais profundas dependendo da biologia do grupo em questão. Neste trabalho pretende-se investigar as relações que as formigas possuem com as áreas de Terra Preta de Índio (TPI) nas regiões da Amazônia brasileira. Para isso foram selecionadas duas metodologias complementares

<sup>1</sup>Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, alexandrefreire@gmail.com

<sup>2</sup>Professor associado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, rsmfeitosa@gmail.com

para coletar grupos distintos de formigas, uma das técnicas é a conhecida como *pitfall* relacionada à coleta da fauna superficial do solo. Em adição, foi utilizada a técnica de extração de monólitos de solo dos quais serão retiradas formigas associadas às camadas mais profundas do solo (0-10-20-30cm). Espera-se encontrar alguma sobreposição entre a fauna superficial e subterrânea, porém, é possível que exista uma fauna subterrânea característica das áreas de TPI, diretamente relacionadas à dinâmica destas áreas.

# População e biomassa de minhocas em Terra Preta de Índio no Amazonas utilizando diferentes metodologias de coleta

---

**Telma A. C. Silva<sup>1</sup>**  
**Rafaella B. Correa<sup>2</sup>**  
**Alessandra Santos<sup>3</sup>**  
**Alexandre Ferreira<sup>4</sup>**  
**Herlon Naldony<sup>5</sup>**  
**Luis F. Cunha<sup>6</sup>**  
**Elodie da Silva<sup>7</sup>**  
**Sandra C. T. Coral<sup>8</sup>**  
**Clara P. Venegas<sup>9</sup>**  
**Angela M. A. Lima<sup>10</sup>**  
**Myrtle Schock<sup>11</sup>**  
**Tibhaud Decaens<sup>12</sup>**

**Agno N. S. Aciolli<sup>13</sup>**  
**Samuel James<sup>14</sup>**  
**Marie L. C. Bartz<sup>15</sup>**  
**Elena Velásquez<sup>16</sup>**  
**Patrick M. Lavelle<sup>17</sup>**  
**Peter Kille<sup>18</sup>**  
**Charles Clement<sup>19</sup>**  
**Gilvan C. Martins<sup>20</sup>**  
**Aleksander W. Muniz<sup>21</sup>**  
**George G. Brown<sup>22</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda, Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, telmaandrea1@hotmail.com

<sup>2</sup>Bolsista Fapeam, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>3</sup>Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

<sup>4,5</sup>Doutorandos, Universidade Federal do Paraná, PR

<sup>6,7</sup>Pós-doutorandos, Embrapa Florestas, Colombo, PR

<sup>8,9</sup>Pesquisadores, Instituto Amazonico de Investigaciones Cientificas, Leticia, Colômbia,

<sup>10,11</sup>Pesquisadores, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA

<sup>12</sup>Professor, Universidade de Montpellier, Montpellier, França

<sup>13</sup>Professor, Universidade Federal do Amazonas, Benjamim Constant, AM

<sup>14</sup>Professor, Universidade de Iowa, Iowa City, IA, EUA

<sup>15</sup>Professora, Universidade Positivo, Curitiba, PR

<sup>16,17</sup>Pesquisadores Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira e Institut de Recherche sur le Développement, Cali, Colombia

<sup>18</sup>Professor, Universidade de Cardiff, Cardiff, Reino Unido

<sup>19</sup>Pesquisador, Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus

<sup>20, 21</sup>Pesquisadores, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>22</sup>Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR

## Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a população e a biomassa de minhocas em Terra Preta de Índio (TPI) utilizando diferentes métodos de coleta: extrato de cebola ( $175 \text{ g.l}^{-1}$ ), formol ( $12,5 \text{ ml.l}^{-1}$ ) e óleo de mostarda ( $0,2 \text{ g.l}^{-1}$ ). As soluções foram aplicadas em  $1 \text{ m}^2$  dos 9 pontos de cada área de TPI (Caldeirão, Lago Grande, Manaus). A análise utilizando modelo estatístico misto demonstrou que a população de minhocas em TPI foi maior no Caldeirão ( $6,11 \text{ ind./m}^2$ ) do que nas demais áreas ( $1,52$  e  $1,97 \text{ ind./m}^2$ , respectivamente). O método de coleta não afetou a variável população. A biomassa de minhocas apresentou interação entre as áreas de TPI e os métodos de coleta. Na TPI do Caldeirão a biomassa foi maior quando se utilizou formol e mostarda ( $276,9$  e  $202,8 \text{ mg/m}^2$ , respectivamente) do que cebola ( $104,4 \text{ mg/m}^2$ ) e mostarda. Já na TPI do Lago Grande a biomassa não apresentou diferenças em relação ao método de coleta utilizado. Na TPI de Manaus a biomassa foi maior utilizando formol ( $1221,3 \text{ mg/m}^2$ ) e mostarda ( $1073,6 \text{ mg/m}^2$ ) do que cebola ( $40,5 \text{ mg/m}^2$ ). As TPI do Caldeirão, Lago Grande e Manaus apresentaram diferenças de biomassa utilizando cebola. Pode-se concluir: as TPI apresentam variação na população de minhocas, que não é afetada pelo método de coleta utilizado. A biomassa é afetada pela área de TPI e método de coleta. O formol e a mostarda são métodos de coleta melhores do que a cebola.

# Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Terra Preta and Non-Terra Preta soils of the Colombian Amazon region

---

*Clara P. Peña-Venegas<sup>1</sup>*

*Thomas W. Kuyper<sup>2</sup>*

*Tjeerd Jan Stomph<sup>3</sup>*

*Paul C. Struik<sup>4</sup>*

## Abstract

Different aspects of Terra Preta (TP) soils including edaphic biology have been studied to understand the formation of TP. Symbiotic microorganisms with plants such as arbuscular mycorrhizal (AM) fungi had not been studied yet. In Amazonia AM association is well established in acid soils with low available phosphorus and has an important role in the supply of phosphorus to host plants. It has been hypothesized that the abundant pyrogenic charcoal of TP creates micro-niches which favor microorganism activity and performance. TP is also commonly rich in available phosphorus compared with non-TP soils but soils with high amounts of available phosphorus are commonly unfavorable for AM fungi. Present work studied the community composition of AM fungi and the AM association in TP and non-TP soils of the Colombian Amazon region using manioc (*Manihot esculenta* Crantz), an AM dependent

<sup>1</sup>Associate Researcher, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Leticia, Amazonas, Colombia, [cpena@sinchi.org.co](mailto:cpena@sinchi.org.co)

<sup>2</sup>Professor, Department of Soil Quality, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

<sup>3</sup>Professor, Centre for Crop Systems Analysis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

<sup>4</sup>Chair Centre for Crop Systems Analysis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands



plant species, as host plant. Soil samples and manioc root samples were collected from swiddens established in the two types of soils. The percentage of AM colonization of manioc roots was estimated after clearing and staining. AM fungal communities in soils were assessed using spore-based and molecular approaches. AM fungi diversity in TP soils was as diverse as in non-TP soils although some differences exist between them. Manioc arbuscular mycorrhization was similar in the two soils and independent from the soil AM fungal diversity or soil available phosphorus. AM association is well established in TP soils. Further studies might evaluate the importance of AM fungi in TP aggregation and TP organic matter stabilization.

# Posters

# Frequência da fauna epiedáfica em área sob sistema de Integração Lavoura-Pecuária de longa duração

---

*Ângela Denise Hubert Neufeld<sup>1</sup>*

*Hazael Soranzo de Almeida<sup>2</sup>*

*Willian Braga dos Santos<sup>3</sup>*

*Daiane Dalla Nora<sup>3</sup>*

*Zaida Inês Antonioli<sup>4</sup>*

*Ibanor Anghinoni<sup>5</sup>*

*Rodrigo Josemar Seminotti Jacques<sup>4</sup>*

## Resumo

A fauna edáfica, que é um atributo biológico de suma importância na qualidade do solo, apresenta sensibilidade às alterações ocasionadas pelo manejo agrícola adotado, e isso reflete diretamente na sua atividade e diversidade. Este trabalho avaliou a frequência dos organismos da fauna epiedáfica no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) em um experimento de longa duração. O estudo ocorreu no município de São Miguel das Missões, RS, numa área cultivada em sistema de plantio direto com aveia-preta, azevém e

<sup>1</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista CNPq -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, [angeneufeld@gmail.com](mailto:angeneufeld@gmail.com)

<sup>2</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia – Bolsista CAPES - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>3</sup>Graduando do Curso de Agronomia – Bolsista PIBIT - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>4</sup>Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>5</sup>Professor Adjunto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

soja. A área é dividida em 14 parcelas com tratamentos baseados em quatro intensidades de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) e testemunha sem pastejo. Os organismos foram coletados em novembro de 2014 após a saída dos animais da pastagem de inverno. A amostragem se deu através de armadilhas de queda (*pitfall-traps*) tipo Provid, totalizando 27 repetições por tratamento. Os indivíduos foram identificados em Ordens, e foi calculada a frequência para os tratamentos. Os organismos de maior frequência foram Collembola, Acarina e Coleoptera, perfazendo 67,8% da densidade total em todos os tratamentos avaliados. Collembola teve maior frequência nos 20 cm, 40 cm e sem pastejo, os coleópteros nas áreas de pastejo 30 e 40 cm de altura e SP, e Acarina foi mais frequente nas áreas de 20 e 30 cm. O tratamento de pastejo a 10 cm de altura apresentou a menor frequência para a maioria das ordens encontradas, mostrando que uma alta pressão de pastejo pode estar afetando negativamente a biodiversidade em área de ILP.

# Efeito do biochar sobre a reprodução de enquitreídeos

---

*Cintia Carla Niva*<sup>1</sup>

*Rafael Moraes*<sup>2</sup>

*Klaus Dieter Sautter*<sup>3</sup>

*George G. Brown*<sup>4</sup>

*Claudia M. B. F. Maia*<sup>4</sup>

## Resumo

O biochar apresenta benefícios como condicionador do solo pois melhoram a fertilidade do solo, reduzem a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, remediaram e protegem o solo adsorvendo poluentes. Apesar das vantagens atribuídas ao seu uso, ainda pouco se sabe sobre a interação desse material com a biota do solo. No presente trabalho, dois tipos de biochar produzidos a partir de serragem de eucalipto de Sinop submetida à pirólise em diferentes temperaturas (350 e 500 °C) foram utilizados para avaliar possíveis efeitos sobre a reprodução da espécie nativa de enquitreídeo *Enchytraeus* sp. Os ensaios se basearam na norma NBR/ISO 16387:2012. Dois ensaios, um com cada tipo de biochar, foram realizados em solo artificial tropical com concentrações equivalentes a 0 (controle), 1/2, 1, 2, 4 e 10 vezes a dose referência de 10 toneladas por hectare (ton/ha). A reprodução de enquitreídeos foi significativamente reduzida a partir da dose de 1/2 do biochar 550°C e de 2X a dose

<sup>1</sup>Pesquisadora, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, [cintia.niva@embrapa.br](mailto:cintia.niva@embrapa.br)

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Biomedicina - FACEAR, Araucária, PR

<sup>3</sup>Professor, Universidade Positivo, Curitiba, PR

<sup>4</sup>Pesquisadores, Embrapa Florestas, Colombo, PR

do biochar de 350°C. Já a concentração de efeito mediano (CE50) estimada foi de 4,8 (Intervalo de confiança de 95% entre 3,16 e 6,47) ton/ ha para o biochar 350°C e 7,24 (4,34 e 10,13) ton/ ha para o biochar 550°C, ou seja, estima-se que essas doses reduzam em 50% o número de descendentes produzidos em relação ao controle. Esses valores sugerem que doses abaixo da referência já podem causar efeito negativo sobre a reprodução de enquitreídeos, mas estudos adicionais devem ser realizados para sua confirmação.

# Influência da vegetação nas propriedades físico-químicas de solos degradados na Mata Atlântica

---

*Elaine Vivian Oliva<sup>1</sup>*

*Carlos Bruno Reissmann<sup>2</sup>*

*Edilson Batista de Oliveira<sup>3</sup>*

*Antônio Carlos Vargas Motta<sup>4</sup>*

*Etienne Winagraski<sup>5</sup>*

*Akemi Kan<sup>6</sup>*

## Resumo

As variações nos atributos físicos e químicos dos solos são determinadas por diversos fatores, principalmente pelas perturbações antrópicas. Por outro lado, solos degradados podem ter seus atributos físicos e químicos melhorados pela presença da vegetação. Nesse contexto, este trabalho teve objetivo de avaliar a influência de coberturas vegetais em relação aos atributos físico-químicos em diferentes profundidades em solos sob Florestas Secundárias e em Povoamento de Regeneração Espontânea de *Pinus* spp. em processo de recuperação. O estudo foi realizado ao entorno do reservatório Capivari-Cachoeira no município de Campina Grande

<sup>1</sup>*Bióloga DSc em Engenharia Florestal, elainevivian\_bio@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Professor Colaborador dos Programas de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR*

<sup>3</sup>*Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR*

<sup>4</sup>*Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR*

<sup>5</sup>*Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR*

<sup>6</sup>*Pesquisadora da empresa Solver Ambiental e Florestal, Curitiba, PR*

do Sul, PR. Foram selecionadas três áreas contíguas com distintos graus de degradação, sendo: Floresta Secundária 1 (FS1), fragmento em estágio avançado de regeneração da FOM e FOD; Floresta Secundária 2 (FS2), vegetação em estágio inicial sendo, inicialmente, revegetada com a espécie *Mimosa scabrella* Benth e um Povoamento de Regeneração Espontânea de *Pinus* spp.(REP). As concentrações de carbono e nitrogênio variaram no perfil do solo em função dos tratamentos tendendo a diminuir em subsuperfície. No solo sob a FS1, os teores dos nutrientes C, N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn, determinados nas camadas superficiais (0 – 20 cm) diferiram estatisticamente dos demais tratamentos analisados. Obteve-se densidade de 1,0, 1,0 e 1,1 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente para o perfil do solo da FS1, FS2 e REP. Foram determinadas classes argilosa (FS1) e média (FS2 e REP). Assim concluiu-se a forte influência nas concentrações dos atributos das coberturas florestais, atributos estes fundamentais na manutenção da funcionalidade de ambientes em processo de recuperação.



# Effect of dissolved organic matter on the Carbamazepine adsorption by bagasse sugarcane-derived biochars

---

*Thaisa Pegoraro*<sup>1</sup>  
*Silvio C. Sampaio*<sup>2</sup>  
*Stephen A. Boyd*<sup>3</sup>  
*Hui Li*<sup>4</sup>

## Introduction

The diverse uses of biochar (BC) have been attracted lots of attention from scientific community in the past years. One of the reasons for that is due to the strong adsorption capacity of BC that can greatly decrease the potential environmental risks of various contaminants in soil. But once released in the environment, the surface activity of BC may be attenuated over time by the presence of dissolved organic matter (DOM) (XIAO et al., 2012). Both pore blockage and competitive adsorption have been proposed as explanations, supported by the fact that both DOM type and the property of the organic molecule may influence the amount of adsorption inhibition observed. Carbamazepine (CBZ) is a non-ionic anticonvulsant drug that has been found in the environment in trace concentrations. Because it is a recalcitrant compound and not easily biodegraded it tends to accumulate in soils irrigated with treated wastewater. Thus, it should be prioritized as a pollutant of emerging concerns (GROSSBERGER et al., 2014). CBZ has a molecular weight of 236.3 g mol<sup>-1</sup>, solubility in water of 112 mg L<sup>-1</sup>, log K<sub>ow</sub> of 2.25 and pKa of 1 and 13.9 (ZHANG et

<sup>1</sup>Substitute Professor, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Palotina, PR, [thaisapegoraro@gmail.com](mailto:thaisapegoraro@gmail.com)

<sup>2</sup>Adjunct Professor, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR

<sup>3</sup>Associate Professor from Michigan State University (MSU), East Lansing, MI, EUA

<sup>4</sup>University Distinguished Professor from MSU, East Lansing, MI, EUA

al., 2010).

The hypothesis of this work was that DOM might influence adsorption of CBZ on biochars and possibly alter the fate and transport of the pharmaceutical in biochar-amended soils. The objective was to investigate the effect of DOM exposure on the surface and adsorptive properties of sugarcane bagasse biochars.

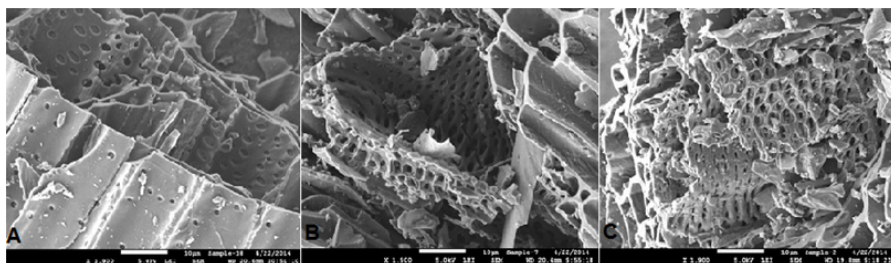
## Material and Methods

Three biochar samples were produced from Brazilian sugarcane bagasse (BG) feedstock material. The raw materials were converted into biochar through slow pyrolysis inside a furnace in a  $N_2$  environment at temperatures of 300, 450 and 600 °C according to the method introduced by previous studies (YAO et al., 2012). Surface Area was measured according to  $N_2$  BET method; C, H, O contents were determined by CHN Elemental Analyzer; and total acidity by methodology described by Schnitzer and Gupta (1965). Scanning Electron Microscopy (SEM) images of biochar were taken at 3900  $\mu m$  resolution and shown in Figure 1.

Four organic acids (humic acid (HA), tannic acid (TA), gallic acid (GA) and catechol (CA)) with different molecular weight were used as model compounds for DOM adsorption tests of biochar. Equilibrated filtered biochars were prepared according to the following procedures: For TA, GA and CA solutions, 1 g of each biochar was shaken in 500 mL of 50 mg  $L^{-1}$  for 7 days at 120 rpm. TA and GA were prepared containing 0.01 mol  $L^{-1}$  NaCl (XIAO et al., 2012) and CA solution was prepared with 0.05 mM NaCl (BORAH et al., 2011). The solution of HA was dissolved from Elliot Soil Humic Acid (1S102H) (IHSS, 2013) in basic solution and 100 mL of 100 mg  $L^{-1}$  was put with 1 g of each biochar for 7 days in the shaker at 120 rpm at pH7. The BG biochars were collected on a 45  $\mu m$  filter, kept at -80 °C for two hours and frozen-dried for 6 days. After that, samples were kept at room temperature ( $\sim 22$  °C) for the

adsorption tests. A control treatment consisted of shaking BC with water for 7 days. Initial and final concentrations of each organic solution were taken and analyzed by UV (Cary 50 Bio UV Visible Spectrofotometer) at 254, 277, 255 e 275  $\mu\text{m}$  for HA, TA, GA e CA, respectively.

The BC samples were weighed into glass centrifuge tubes using between 10 mg and wetting with 2 mL of water for 24hrs. in an orbital rotator at 20 rpm. After this prewetting phase, 5 mL of CBZ solutions were added into the tubes so that the final concentrations would be between 0.1-1.7  $\text{mg L}^{-1}$ . Centrifuge tubes were rotated for another 24hrs (according to preliminary equilibrium study). The tubes were centrifuged, the supernatant was removed, passed through a filter and analyzed by LC-MS/MS. Each treatment was replicated three times and the average values were reported. Experimental controls consisted of the initial CBZ solutions devoid of BC. Isotherms were modeled by the Freundlich equation:  $q = K_f C_w^n$ , where  $q$  ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ) is the sorbed concentration of the pharmaceutical per mass of soil calculated by mass balance,  $K_f$  and  $n$  are the Freundlich affinity coefficient and linearity parameter, respectively, and  $C_w$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) is the solution phase concentration of the pharmaceutical. The distribution coefficient ( $K_d$ ) value was also calculated by the equation  $K_d = q/C_w = K_f C_e^{n-1}$ .



**Fig. 1.** Images from electronic microscopy of biochars produced at 300 (A), 450 (B) and 600 °C (C) from bagasse biochar starting material (1900  $\mu\text{m}$  resolution).

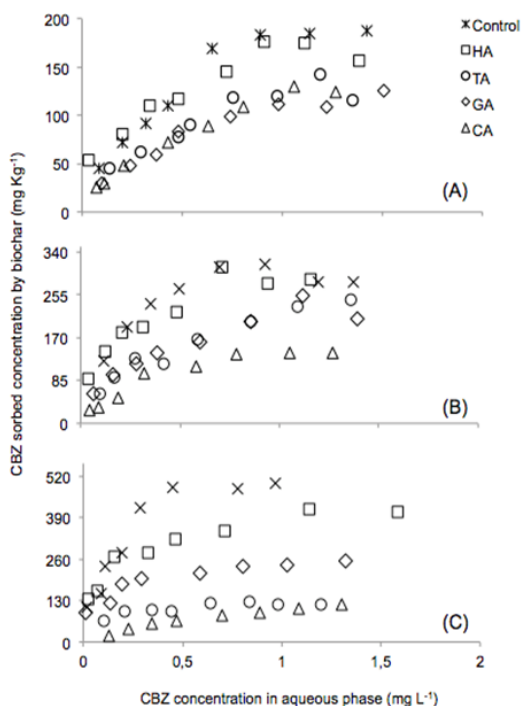
## Results and Discussion

Surface area and C content of BC were greater for BG600 (5.2, 15.3 and 557.4  $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$  of surface area and 69.5, 78.6, 76.5 of C content, for BG300, BG450, BG600, respectively). On the other hand, H and O contents were higher for BG300 (4.2, 3.5 and 2.9 of H and 24.5, 15.5 and 18.3 of O for BG300, BG450, BG600, respectively). Higher H and O contents in BG300 are in agreement with higher total acidity found in this BC (3.489, 0.880 and 0.675 meq total acidity  $\text{g}^{-1}$  of OM for BG300, BG450 and B600, respectively), which comes from carboxylic and phenolic functional groups on the surface.

The isotherms made by all three BC loaded with four different DOM and the controls are show in Figure 2. Organic carbon (OC) loaded on BC, distribution coefficient ( $K_d$ ), adsorption and % of reduction in adsorption of CBZ,  $K_f$ , n value and the  $R^2$  value adjusted for all isotherms are show in Table 1. The presence of TA, GA and CA reduced the adsorption of CBZ for all BC whereas HA, for BG600, showed a minor influence (Figure 2). According to the literature, the MW of DOM used in this study follows the order  $\text{HA} > \text{TA} > \text{GA} > \text{CA}$ . Also, the DOM loaded on each BC followed  $\text{HA} < \text{TA} < \text{GA} < \text{CA}$  for BG300 and BG450; and  $\text{HA} < \text{CA} < \text{TA} < \text{GA}$  for BG600. The attenuation of the CBZ adsorption, however, did not follow this order. If the  $K_d$  value at the equilibrium concentration of  $1 \text{ mg L}^{-1}$  is taken as a comparison (Table 1), the attenuation of CBZ adsorption followed  $\text{GA} > \text{TA} > \text{CA} > \text{Control} > \text{HA}$ , for BG300, however, there was just a slight difference among all  $K_d$  values for this BC. For BG450, the attenuation followed  $\text{CA} > \text{TA} > \text{GA} > \text{Control} > \text{HA}$ ; and for BG600 followed  $\text{CA} > \text{TA} > \text{GA} > \text{HA} > \text{Control}$ . CA attenuated adsorption of CBZ in 63% and 77% on BG450 and BG600, respectively, while TA attenuated 39% and 78% of CBZ adsorption on BG450 and BG600, respectively, both grater values than the attenuation caused by GA.

Higher % of attenuation happened between the lowest MW (CA) and the greatest MW (HA) for BG450 and BG600 than for BG300

(Figure 2), showing that BG300 had the adsorptive potential less influenced by the different DOM among all BC. CA highly influenced adsorption of CBZ in BG450 and BG600, because it competes with CBZ molecules from entering the primary micropore that is the dominant adsorption region for smaller DOM. On the other hand, TA also influenced CBZ adsorption on BG600, probably because it is a big size molecule ( $MW > 1,000 \text{ g mol}^{-1}$ ), which can block the porous of BC. From SEM images (Figure 1) it was possible to note that the complexity of the BC structure enhanced with temperature. In a regular scenario, BG600 would have much more capacity to adsorb CBZ. However, the presence of DOM in the environment can affect the adsorptive properties in a level that the complexity of BG600 might correspond to a BC of lower temperature pyrolysis, such as BG300. This is possible to affirm because  $K_{d1}$  value of CBZ sorbed on BG600 loaded with CA and TA were 108 and 112  $\text{L Kg}^{-1}$ , respectively, comparable to 153  $\text{L Kg}^{-1}$  from BG300 control.



**Fig. 2.** Adsorption of CBZ influenced by dissolved organic matter on BG300 (A), BG450 (B) and BG600 (C). [Attention to different scales for different charts in y axis; HA is humic acid, TA is tannic acid, GA is gallic acid and CA is catechol].

**Table 2.** Organic carbon (OC) loaded on biochars, distribution coefficient ( $K_{d1}$ ), adsorption ( $q_1$ ) and % of reduction in adsorption ( $q_{1\%}$ ) of CBZ at 1 mg L<sup>-1</sup> and Freundlich fitting parameters ( $K_f$  and  $n$ ) for CBZ on biochars produced at 300, 450 and 600 °C.

Biochar	Dissolved organic matter	OC loaded*	$K_{d1}$ (L Kg <sup>-1</sup> )	$q_1$ (mg Kg <sup>-1</sup> )	$q_{1\%}$	$K_f$	$n$	R <sup>2</sup>
BG300	Control/ water	-	153	172.81	-	3.658	0.525	0.987
	Humic acid	4.63	174	192.13	-	3.547	0.567	0.962
	Tannic acid	9.04	118	110.35	36	3.596	0.479	0.981
	Gallic acid	10.39	103	102.99	40	3.415	0.540	0.962
	Catechol	14.75	124	129.28	25	3.288	0.594	0.992
BG450	Control/ water	-	403	373.43	-	4.365	0.381	0.875
	Humic acid	6.82	412	371.87	-	4.651	0.302	0.957
	Tannic acid	7.55	210	226.54	39	3.458	0.629	0.919
	Gallic acid	11.95	227	246.97	34	3.983	0.445	0.969
	Catechol	16.62	133	138.04	63	3.457	0.555	0.992
BG600	Control/ water	-	533	509.97	-	4.617	0.369	0.966
	Humic acid	9.19	365	393.54	23	4.722	0.295	0.938
	Tannic acid	15.27	112	111.77	78	4.369	0.243	0.886
	Gallic acid	15.77	244	243.88	52	4.523	0.286	0.955
	Catechol	13.20	108	115.62	77	2.889	0.732	0.978

\*mg of OC g<sup>-1</sup> of biochar

## Conclusions

DOM (TA, GA, CA) affect the adsorptive properties of BC for CBZ adsorption; CBZ adsorption on BG300 does not change as much as BG450 and BG600 when loaded with different DOM because BG300 has a less complex porous structure; DOM with lower molecular weight (CA) causes greater CBZ adsorption attenuation in higher temperatures of biochar production (BG450 and BG600).

## Acknowledgement

The authors would like to acknowledge CNPq (National Counsel of Technological and Scientific Development), CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel), UNIOESTE, PGEAGRI (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), MSU and UFPR.

## Referências

BORAH, J. M.; SARMA, J., MAHIUDDIN, S. Adsorption comparison at the -alumina/water interface: 3,4-Dihydroxybenzoic acid vs. catechol. **Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects**, v. 387, p. 50–56, 2011.

GROSSBERGER, A.; HADAR, Y.; BORCH, T.; CHEFETZ, B. Biodegradability of pharmaceutical compounds in agricultural soils irrigated with treated wastewater. **Environ Pollution**, v. 185, p. 168-177, 2014.

INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCES SOCIETY. Natural Organic Matter Research. **Products**: chemical properties of IHSS Sample. 2014. Available at: <<http://www.humicsubstances.org/elements.html>>. Access on: Nov. 11, 2014.

SCHNITZER, M.; GUPTA, U. C. Determination of acidity in soil organic matter. **Soil Science Society Proceedings**, v. 27, p. 274-277, 1965.

YAO, Y.; GAO, B.; CHEN, H.; JIANG, L. J.; INYANG, M. D.; ZIMMERMAN, A. R.; CAO, X. D.; YANG, L. Y.; XUE, Y. W.; LI, H. Adsorption of sulfamethoxazole on biochar and its impact on reclaimed water irrigation. **Journal of Hazardous Materials**, v. 209-210, p. 408–413, 2012.

XIAO, X.; LI, F.; HUANG, J.; SHENG, G. D.; QIU, Y. Reduced adsorption of propanil to black carbon: effect of dissolved organic matter loading mode and molecule size. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 31, p. 1187–1193, 2012.

ZHANG, W.; DING, Y.; BOYD, S. A.; TEPPEN, B. J.; LI, H. Sorption and desorption of carbamazepine from water by smectite clays. **Chemosphere**, v. 81, p. 954-960, 2010.

# Abundância, biomassa e riqueza de minhocas em áreas de Terra Preta de Índio (TPI) em Manaus e Iranduba (AM)

---

*Alessandra Santos<sup>1</sup>*

*Elodie da Silva<sup>2</sup>*

*Luis F. N. Cunha<sup>2</sup>*

*David Stanton<sup>3</sup>*

*Peter Kille<sup>3</sup>*

*Thibaud Decaëns<sup>4</sup>*

*Samuel W. James<sup>5</sup>*

*Marie L. C. Bartz<sup>6</sup>*

*George G. Brown<sup>7</sup>*

## Resumo

A Terra Preta de Índio (TPI) é definida como um solo de origem antrópica, resultante da ação humana pré-colombiana na bacia amazônica. Apesar da ausência de registros escritos e monumentos de pedra erigidos, a grande incidência de cerâmica e artefatos indígenas na sua matriz, tornam estes solos conspícuos na paisagem amazônica e, de facto, tais características são usadas como evidência histórica da presença humana. As TPIs destacam-se pelas suas características bem peculiares tais como: os elevados teores de matéria orgânica e C, pH de 5 a 6.4, e concentrações elevadas de

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [ale.santos91@hotmail.com](mailto:ale.santos91@hotmail.com)

<sup>2</sup>Pós-doutorandos, Embrapa Florestas, Colombo, PR

<sup>3</sup>Cardiff University, Cardiff, UK

<sup>4</sup>Université de Montpellier/CEFE, Montpellier, França

<sup>5</sup>University of Iowa, Iowa city, IA, EUA

<sup>6</sup>Programa de Pós-Graduação da Universidade Positivo, Curitiba, PR

<sup>7</sup>Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR



P disponível, Zn e Mn, o que contrasta grandemente com os solos pobres e ligeiramente mais ácidos da floresta em redor. Em áreas de TPI, foi realizado levantamentos de abundância e riqueza de minhocas nos municípios de Manaus e Iranduba (AM). Foram avaliadas quatro áreas de TPI (sendo: três florestas e um plantio de milho), e quatro áreas de solo adjacentes não TPI (controle - C). A abundância média de minhocas nas áreas de TPI variou entre 110 e 350 indivíduos por m<sup>2</sup> em cada área, e entre 70 e 100 indivíduos por m<sup>2</sup> nas áreas C. A maior riqueza foi medida nas áreas C, onde foi encontrado o gênero *Fimoscolex*, que se caracteriza por apresentar espécies nativas. O gênero *Pontoscolex* foi encontrado em todas as áreas, potencialmente contendo espécies consideradas peregrinas, representando cerca de 30% dos indivíduos coletados.

# Área de recuperação espontânea de *Pinus* spp.: teores de macronutrientes em acículas e galhos

---

*Etienne Winagraski*<sup>1</sup>

*Carlos Bruno Reissmann*<sup>2</sup>

*Elaine Vivian Oliva*<sup>3</sup>

## Resumo

Espécies invasoras evoluem em resposta ao seu novo ambiente biótico e abiótico, podendo alterar a estrutura das comunidades nativas que interagem com estas exóticas. Devido a pouca informação sobre as características nutricionais de *Pinus* spp. em povoamentos de regeneração espontânea em áreas degradadas, objetivou-se avaliar os teores de macronutrientes (P, K, Ca e Mg) de acículas e galhos de três árvores fenotipicamente homogêneas e representativas da área avaliada. Localizadas em uma área degradada em recuperação na margem do reservatório da usina Capivari/Cachoeira (Campina Grande do Sul/PR), foram analisadas das acículas duas frações: primeiro (PL) e segundo lançamento (SL); e das frações dos galhos: finos verdes (FV), finos secos (FS), grossos verdes (GV) e grossos secos (GS). O solo da área foi caracterizado como horizonte C exposto com baixa fertilidade. Mesmo ocorrendo diferenças estatísticas entre os lançamentos, os teores no PL e no SL foram baixos. A ordem relativa dos teores das acículas em ambos lançamentos foi:  $K > Ca$

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, [etiwi@hotmail.com](mailto:etiwi@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor Colaborador dos Programas de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

<sup>3</sup>Bióloga DSc em Engenharia Florestal, Curitiba, PR

> P > Mg. Nos galhos, com exceção do Ca, os teores não diferiram estatisticamente. Ainda os maiores teores ocorreram nas frações FS e GV, com exceção do Ca que apresentou maior teor nas frações FV e GS. Por apresentar rápida ciclagem de nutrientes o gênero pinus apresentou potencial para uso em recuperação de áreas degradadas, permitindo o início da estabilidade do solo mesmo este estando com baixa fertilidade.

## Promoção e Organização



## Apoio



**Embrapa**

---

**Florestas**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

