

## Relação entre o banco de sementes e a composição química do solo em uma floresta de várzea

Arthur Viana Lau<sup>1</sup>, Mário Augusto Gonçalves Jardim<sup>2</sup>

1. Cientista Ambiental, Mestre em Botânica (UFRA e MPEG), Brasil. E-mail: arthurlau@museu-goeldi.br

2. Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Biológicas (UFPA), Pesquisador Titular III do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil. E-mail: jardim@museu-goeldi.br

**RESUMO:** Objetivou-se relacionar o banco de sementes com a composição química de alguns atributos do solo de um trecho de floresta de várzea localizada na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil. Foram demarcadas seis parcelas de 20 m x 20 e coletadas amostras de solo a 20 cm de profundidade. O experimento foi avaliado diariamente durante 5 meses, com plântulas a partir de 10 cm de altura quantificadas e identificadas em nível de família, gênero e espécie e consideradas aquelas com densidade média de plantas  $\geq 10$ . Para a análise química do solo, em cada área foram coletadas 10 amostras de solo a 25 cm de profundidade com auxílio de um trado holandês perfazendo um total de 10 amostras que foram homogeneizadas compondo uma amostra por área. Analisaram-se Cu, Fe, Mn, Zn, pH, carbono orgânico, matéria orgânica, N, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al. Os resultados mostraram que os componentes do solo com valores aproximadamente iguais não interferiram na riqueza de espécies e na densidade de indivíduos, enquanto que aqueles que apresentaram valores elevados (MO, CO, P, Cu, Fe e Mn) interferiram negativamente na densidade de indivíduos na área 1. As variações nos atributos do solo podem provocar alterações na densidade do banco de sementes.

**Palavras-chave:** plântulas, sementes, germinação, relação edáfica.

### Relationship between the seed bank and the chemical composition of the soil in a floodplain forest

**ABSTRACT:** This study aimed to relate the seed bank and soil chemical composition lowland forest in the Area of Environmental Protection Combu Island, Belém, Pará, Brazil. Six plots of 20 mx 20 m were demarcated. To determine the seed bank in each plot soil samples were collected at 20 cm of profundity. The experiment was evaluated daily for 5 months with seedlings from 10 cm height quantified and identified at the level of family, genera and species, and considered those with average density of plants  $\geq 10$ . For the chemical analysis of the soil in each area 10 Soil samples were collected at 25 cm profundity for a total of 10 samples were homogenized sample by compounding area. Analyzes for Cu, Fe, Mn, Zn, pH, Organic Carbon, Organic Matter, N, P, K, Ca, Mg, Al, H + AL was performed The results showed that soil components with approximately equal values did not affect the species richness and density of individuals, while those with high values (MO, CO, P, Cu, Fe and Mn) interfered in the density of individuals in the area 1. It is concluded that variations in soil properties can cause changes in the density of the seed bank.

**Keywords:** seedlings, weeds, germination, edaphics relations.

### 1. Introdução

O banco de sementes é considerado um depósito com sementes viáveis e em estado de latência encontradas na superfície ou interior do solo (FAVRETO; MEDEIROS, 2006; BRAGA et al., 2008). Tem importância na restauração florestal e ambiental (CAMARGOS et al., 2008), na manutenção da biodiversidade (ALVARENGA et al., 2006), na recuperação de áreas degradadas (ARAÚJO et al., 2001) e no manejo de plantas daninhas em pastagens agrícolas (LACERDA et al., 2005). Sofre influências internas, como dormência e externas, como as condições ambientais e edáficas do solo (BRAGA et al., 2008).

Os fatores edáficos são elementos abióticos cuja ação direta ou indireta influencia a composição florística e a distribuição de espécies vegetais. Destes a composição físico-química do solo, a ciclagem de nutrientes e minerais, o regime hídrico e a topografia são os mais comuns nas florestas tropicais. Estes fatores podem proporcionar condições favoráveis ou desfavoráveis no estabelecimento de formações vegetais (JARDIM; VIEIRA, 2001; BOTREL et al., 2002;

CAMARGOS et al., 2008).

A influência dos fatores edáficos é constante na estrutura florestal e na formação de mosaicos vegetacionais ou promove a segregação de grupos ecológicos quase puros e generalistas por habitat (BOTREL et al., 2002). Este processo é comum nos solos de matas ciliares em consequência da alta heterogeneidade florística (CARVALHO et al., 2005; CARVALHO et al., 2009).

Os efeitos positivos dos fatores edáficos na estrutura florestal foram demonstrados por Botrel et al. (2002) que verificaram a maior densidade de árvores finas e baixas em solos com textura média e bem drenados; por Camargos et al. (2008) quando descreveram a intrínseca relação de sucesso populacional entre *Xylopia emarginata* Mart. e os solos alagados, bem como por Jardim et al. (2007) quando mostraram a dependência estrutural e morfológica de palmáceas e as respectivas adaptações em solos alagados de floresta de várzea.

As variações topográficas, o nível de drenagem e a composição físico-química do solo como saturação por bases, os teores de alumínio, cálcio, potássio e magnésio

são os fatores edáficos comumente investigados quando se trata da relação com populações vegetais (BOTREL et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; CAMARGOS et al., 2008). Exemplos da relação entre a composição físico-química e populações vegetais foram descritos por Ferreira et al. (2007) cujo o solo com pH = 6,2 revelou a dominância de duas espécies e com pH = 7,0 de cinco espécies e Silva et al. (2012) que registraram o maior número de indivíduos de Asteraceae em solo com pH = 6,7.

Na floresta de várzea amazônica, as inundações ocorrem em torno de 12 horas diárias (ALMEIDA et al., 2004) fazendo com que a vegetação sofra alterações e se adapte a baixa oxigenação e estrutura do solo, já que carregam sedimentos responsáveis pela formação de dois ambientes com topografia e composição florística distintas, neste caso a floresta de várzea baixa e de várzea alta (JARDIM; VIEIRA, 2001).

Na floresta de várzea da Área de Proteção Ambiental (APA) Ilha do Combu, regida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), é notória a relação entre os níveis topográficos e a ocorrência de espécies. A floresta de várzea alta apresenta solo com drenagem limitada, alto teor de ferro e pH variando entre 7,5 – 8,0, elevada biomassa e presença de árvores de grande porte, enquanto que a várzea baixa possui, alto teor de umidade do solo, pH variando de 7,5 a 8,0 e dominância de palmáceas (JARDIM; VIEIRA, 2001; JARDIM et al., 2007). Nesta relação ocorrem grupos ecológicos específicos por habitat formados por palmáceas (JARDIM et al., 2007).

A ocorrência de grupos ecológicos específicos por habitat também ocorrem em outras florestas de várzea com a dominância de Asteraceae e Poaceae e *Tessaria integrifolia* Ruiz & Pav. e *Gynerium sagittatum* (Aubl.) P. Beauv. em solos com baixo teor de carbono orgânico e nitrogênio, pH entre 4,8 a 7,4 e cálcio entre 0,08 e 13g (KALLIOLA et al., 1991); com dominância de *Ageratum conyzoides* L. e *Emilia sonchifolia* (L.) DC. em Latossolo Vermelho Amarelo mal drenado (CARMONA, 1995); com Poaceae e Cyperaceae e *Sphenoclea zeylanica* Gaertn., *Steinchisma laxum* (Sw.) Zuloaga e *Spigelia anthelmia* L. em solo franco arenoso e siltoso (D'ANGELO, 2009); e com *Cecropia hololeuca* Miq., *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc. e *Paspalum maritimum* Trin. em maior número de indivíduos em Neossolo Flúvico distrófico (NOBREGA et al., 2009).

O objetivo desta pesquisa foi investigar a relação entre a composição química do solo e o banco de sementes em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, no município de Belém, Pará, Brasil.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, localizada na margem esquerda do rio Guamá, distante

2,5 km via fluvial da cidade de Belém, PA. Possui uma área de aproximadamente 15 km<sup>2</sup> nas coordenadas geográficas 48° 25' W a 1° 25' S. O clima é do tipo Am, seguindo a classificação de Koppen e pluviosidade média anual de 2.500 mm e temperatura média de 27°. O solo é do tipo Glei Pouco Húmico com 80% de siltes e argila e 30% de areia (JARDIM; VIEIRA, 2001).

Foram demarcadas sistematicamente três áreas sem ação antrópica e georeferenciadas com um GPS marca Etrix-Garmin. A área 1 (S 01° 30' 20.8" e W 048° 27' 41.7") localizada próxima a afluentes hídricos, solo argiloso mal drenado, topografia 40% irregular e dossel semi-aberto com baixa penetração luminosa; a área 2 (S 01° 30' 27.8" e W 048° 27' 38.1") distante de afluentes hídricos, com solo bem drenado, topografia plana e dossel aberto com penetração luminosa regular, e a área 3 (S 01° 29' 51.6" e W 048° 27' 31.7") próxima de afluente hídrico, com solo argiloso mal drenado, topografia plana, dossel fechado e semi-aberto. Em cada área foram marcadas aleatoriamente, duas parcelas de 20 x 20 m com distância mínima de 100 m entre si, totalizando seis parcelas de 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>/parcela = 0,04 ha) perfazendo um total de 2.400 m<sup>2</sup> = 0,24 ha.

Para a caracterização do banco de sementes foram coletadas 40 amostras de solo/área com auxílio de uma pá quadrada marca Tramontina com dimensões de 30 cm x 30 cm que foi inserida até 20 cm de profundidade perfazendo um total de 120 amostras de solo. As amostras foram depositadas em vasilhames de plásticos com dimensões de 36 cm de diâmetro x 5 cm de altura alocados em um viveiro suspenso em temperatura ambiente e revestido por sombrite com 50% de sombreamento. Para verificar a contaminação por propágulos transportados pelo vento foram alocadas seis bandejas plásticas com dimensões de 15 cm x 10 cm x 5 cm próximas aos recipientes plásticos.

O experimento foi avaliado diariamente no período de abril a agosto de 2013 onde as plântulas a partir de 10 cm de altura foram quantificadas e identificadas por parataxonomistas em nível de família, gênero e espécie e por comparação com a coleção botânica de plantas superiores e de plântulas do herbário João Murça Pires – MG do Museu Paraense Emílio Goeldi. Foram consideradas neste estudo como critério de inclusão apenas as espécies que obtiveram a densidade média de plantas  $\geq 10$  em cada área conforme avaliação quantitativa adotada por Jardim et al. (2013) e Maués et al. (2011).

Para a análise da composição química do solo foram coletadas em cada área dez amostras de solo a 25 cm de profundidade com auxílio de um trado holandês e que foram depositadas em sacos plásticos de 30 litros. No laboratório de Ecologia da Coordenação de Botânica, as 10 amostras coletadas foram misturadas compondo uma única amostra por área, depositadas em bandejas plásticas retangulares.

As amostras ficaram expostas ao sol durante cinco dias para perder o excesso de água. Após a secagem as amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneira de 2 mm, e encaminhadas ao Laboratório de Análise de solo do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Foram realizadas as análises para os micronutrientes (Cu, Fe, Mn, e Zn), o pH, o carbono orgânico (CO), a matéria orgânica (MO), o fósforo (P), o potássio ( $K^+$ ), o cálcio ( $Ca^{++}$ ), o magnésio ( $Mg^{++}$ ), alumínio ( $Al^{3+}$ ), o hidrogênio + alumínio ( $H^+ + Al^{3+}$ ) trocáveis. Todas as análises seguiram os procedimentos descritos por (EMBRAPA, 1997).

### 3. Resultados

Na área 1 foram identificadas 21 famílias, 29 gêneros e 29 espécies (Apêndice 1). As espécies que obtiveram valor médio de plantas  $\geq 10,00$  foram *Polybotrya caudata* Kunze, *Cecropia palmata* Willd., *Phyllanthus niruri* L. e *Cyperus difformis* L. (Tabela 1).

Na área 2, 18 famílias, 26 gêneros e 27 espécies (Apêndice 2). As espécies que apresentaram valor médio de plantas  $\geq 10,00$  foram *Polybotrya caudata* Kunze, *Cyperus difformis* L., *Alternanthera tenella* Colla, *Clidemia hirta* (L.) D. Don, *Cecropia palmata* Willd., *Emilia sonchifolia* (L.) DC., *Eclipta alba* (L.) Hassk., *Pothomorphe*

*umbellata* (L.) Miq., *Melochia hirsuta* Cav. e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Tabela 2).

Na área 3, 21 famílias, 27 gêneros e 29 espécies (Apêndice 3). As espécies com valor médio de plantas  $\geq 10,00$  foram *Polybotrya caudata* Kunze, *Cecropia palmata* Willd., *Commelina erecta* L., *Commelina erecta* L., *Alternanthera tenella* Colla, *Cyperus difformis* L., *Clidemia hirta* (L.) D. Don, *Phyllanthus niruri* L. e *Adiantum tomentosum* Klotzsch (Tabela 3).

A área 1 apresentou menor quantidade de espécies e indivíduos quando comparada as demais áreas (4 espécies). Na área 2 foram 10 espécies e na área 3 foram 8 espécies. As espécies comuns entre as três áreas foram *P.caudata*, *C.palmata* e *C.difformis*, já as específicas para a área 2 foram *E.sonchifolia*, *E.alba*, *P.umbellata*, *M.hirsuta* e *E.crassipes* e para a área 3 foram *C.erecta* e *A.tomentosum*. Não houve ocorrência de espécies específicas para a área 1.

O nível de pH em água, em KCl e em  $CaCl_2$  não apresentou variação entre as áreas, bem como o Nitrogênio, Potássio, Cálcio, Magnésio, Alumínio, Alumínio e Zinco trocáveis. As maiores diferenças em valores foram registradas na área 1 para o Carbono orgânico (17,06), Matéria Orgânica (29,41), Fósforo (7,27), Cobre (3,39), Ferro (1806,15), Manganês (339,41) (Tabela 4).

**Tabela 1.** Densidade média de plantas por espécies germinadas no banco de sementes do solo em 0,08 ha de um trecho de floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, Belém, Pará, (Área 1) no período de maio a agosto de 2013.

Família	Espécie	Densidade Média
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya caudata</i> Kunze	858,50
Urticaceae	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	433,00
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	20,25
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	11,00
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	9,00
Pteridaceae	<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch	8,75
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (Rich.) K. Schum.	8,75
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	7,25
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	5,50
Poaceae	<i>Panicum repens</i> L.	4,75
Pteridaceae	<i>Pteris propinqua</i> J. Agardh	4,50
Araceae	<i>Anthurium sinuatum</i> Benth. ex Schott	3,00
Marantaceae	<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körn.	2,75
Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	2,25
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	2,00
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i> Huber	1,00
Piperaceae	<i>Pothomorphe umbellata</i> (L.) Miq.	0,75
Acanthaceae	<i>Ruellia sprucei</i> Lindau	0,75
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	0,50
Costaceae	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw.	0,50
Acanthaceae	<i>Justicia pseudoamazonica</i> Lindau	0,50
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	0,25
Euphorbiaceae	<i>Manihot tripartita</i> (Spreng.) Müll. Arg.	0,50
Plantaginaceae	<i>Bacopa imbricata</i> (Benth.) Pennell	0,25
Asteraceae	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	0,25
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	0,25
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	0,25
Poaceae	<i>Pariana campestris</i> Aubl.	0,25
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	0,25

**Tabela 2.** Densidade média de plantas por espécies germinadas no banco de sementes do solo em 0,08 ha de um trecho de floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, Belém, Pará, (Área 2) no período de maio a agosto de 2013.

Família	Espécie	Densidade Média
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya caudata</i> Kunze	628,50
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	227,00
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	157,00
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	145,75
Urticaceae	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	123,25
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	38,25
Asteraceae	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	37,50
Piperaceae	<i>Pothomorphe umbellata</i> (L.) Miq.	27,25
Malvaceae	<i>Melochia hirsuta</i> Cav.	20,00
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	10,00
Araceae	<i>Anthurium sinuatum</i> Benth. ex Schott	8,75
Pteridaceae	<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch	8,25
Poaceae	<i>Pariana campestris</i> Aubl.	4,25
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	4,00
Asteraceae	<i>Sparganophorus vaillantii</i> Crantz	4,00
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	2,75
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (Rich.) K. Schum.	2,25
Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	2,00
Marantaceae	<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körn.	1,50
Acanthaceae	<i>Justicia pseudoamazonica</i> Lindau	1,50
Araceae	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	1,25
Costaceae	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw.	1,00
Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i> Rich.	1,00
Asteraceae	<i>Mikania congesta</i> DC.	0,75
Solanaceae	<i>Solanum crinitum</i> Lam.	0,75
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	0,50
Araceae	<i>Philodendron pedatum</i> (Hook.) Kunth	0,25

**Tabela 3.** Densidade média de plantas por espécies germinadas no banco de sementes do solo em 0,08 ha de um trecho de floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, Belém, Pará, (Área 3) no período de maio a agosto de 2013.

Família	Espécie	Densidade Média
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya caudata</i> Kunze	1215,25
Urticaceae	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	219,25
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	171,25
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	96,00
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L.	55,25
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	42,25
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	34,75
Pteridaceae	<i>Adiantum tomentosum</i> Klotzsch	9,25
Piperaceae	<i>Pothomorphe umbellata</i> (L.) Miq.	8,75
Costaceae	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw.	7,75
Asteraceae	<i>Sparganophorus vaillantii</i> Crantz	5,50
Poaceae	<i>Panicum repens</i> L.	5,25
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (Rich.) K. Schum.	3,75
Cyperaceae	<i>Cyperus ferax</i> Rich.	3,25
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	2,75
Acanthaceae	<i>Justicia pseudoamazonica</i> Lindau	2,00
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	1,25
Cyperaceae	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	1,00
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	1,00
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	1,00
Poaceae	<i>Pariaria campestris</i> Aubl.	1,00
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	0,75
Asteraceae	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	0,75
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	0,75
Marantaceae	<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körn.	0,75
Malvaceae	<i>Melochia hirsuta</i> Cav.	0,75
Plantaginaceae	<i>Bacopa imbricata</i> (Benth.) Pennell	0,50
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	0,50
Bignoniaceae	<i>Memora magnifica</i> (Mart. ex DC.) Bureau	0,50

**Tabela 4.** Valores médios da fertilidade do solo (elementos trocáveis) nas amostras coletadas em 0,24 ha do banco de sementes do solo de uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil.

Parcela	pH		Corg.	MO	N	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Cu	Fe	
	H <sub>2</sub> O	KCl												
			-----g.kg <sup>-1</sup> -----			mg.dm <sup>-3</sup>			-----cmol.cdm <sup>-3</sup> -----					
Área 1	4,81	3,74	4,28	<b>17,06</b>	<b>29,41</b>	1,71	<b>7,27</b>	0,14	3,26	<b>5,58</b>	0,99	<b>7,66</b>	3,39	<b>1806</b>
Área 2	5,03	3,76	4,26	11,24	19,38	1,26	3,48	0,14	2,98	4,19	1,33	6,57	2,48	1520
Área 3	4,95	3,79	4,29	10,85	18,71	1,46	4,08	0,15	3,16	4,74	1,23	6,57	2,69	1442

pH = potencial hidrogeniônico ou acidez ativa; C = carbono orgânico; MO = matéria orgânica; P = fósforo total; N = nitrogênio total; K = potássio total; Ca = cálcio total; Mg = magnésio total; Al = alumínio total; H + Al = hidrogênio + alumínio; Cu = cobre total; Fe = ferro total; Mn = manganês; total; Zn = zinco total.

#### 4. Discussão

Todas as áreas apresentaram acidez elevada, visto que mais da metade das amostras (>60%) tiveram o pH em água menores que 5. Este valor é similar ao encontrado por Gonçalves et al. (2011), que apontaram 84% das amostras com alta acidez no solo. A área 2 foi a que apresentou maior valor de pH, se localizava distante de afluentes hídricos, com topografia plana e agrupando o maior número de espécies, estando em desacordo com os resultados de Gonçalves et al. (2011). Para os autores, as parcelas com maiores valores de pH e mais favoráveis às plantas se localizavam próximas às margens do rio.

A elevada acidez influencia a ordem da vegetação. Essa afirmação está de acordo com Botrel et al. (2002) e Gonçalves et al. (2011), que destacaram o elevado teor de acidez no solo como influenciador direto na distribuição vegetal.

A matéria orgânica é detentora de grande atividade microbológica, que estimula a decomposição por microorganismos, influenciando os processos de sobrevivência das sementes no solo (FERREIRA et al., 2007; SOUZA; MELO, 2003) e demonstrando forte caráter seletivo na ocorrência de espécies (CAMARGOS et al., 2008; GONÇALVES et al., 2011). O que pode ter levado a dominância de poucas espécies na área 1 deste estudo. Uma baixa riqueza também foi observada por Favreto e Medeiros (2006); Medeiros et al. (2006) em áreas com máximos níveis de matéria orgânica.

A fertilidade do solo influencia a distribuição da vegetação, portanto, é também responsável pela formação de grupos distintos (GONÇALVES et al., 2011). Este fato foi constatado por Ferreira et al. (2007) quando notou que um grupo ocorreu nas parcelas com maiores teores de matéria orgânica e o

e o outro em parcelas com altos teores de magnésio e pH e por Camargos et al. (2008) quando verificou que as árvores maiores e mais grossas ocorreram na faixa de solo contendo elevada fertilidade.

Para Camargos et al. (2008) a quantidade de matéria orgânica está diretamente associada aos teores de fósforo e quando em concentrações elevadas indica a ocorrência de solos férteis (FERREIRA et al., 2007), o que justifica a expressiva quantidade de matéria orgânica e carbono orgânico na área 1. Uma vez que esta afirmação também se aplica ao carbono orgânico, a liberação e o consumo desse componente pelos microorganismos ligados aos processos de decomposição (SOUZA; MELO, 2003).

O cobre possui baixa mobilidade, acumulando-se principalmente em solos argilosos (CONTE et al., 2003) e por se tratar de um metal pesado, seu excesso pode provocar a contaminação do solo e conseqüentemente prejudicar a viabilidade das sementes (BERTOL et al., 2010). A elevada quantidade pode ter influenciado na densidade de indivíduos na área 1, pela constante presença de solos argilosos (JARDIM; VIEIRA, 2001). Para Conte et al. (2003) e Bertol et al. (2010) esse tipo de solo tem a capacidade de fixar e manter o cobre durante muito tempo no ambiente e prejudicando o desenvolvimento vegetativo de diversas espécies vegetais.

A relação edáfica entre os solos argilosos e a concentração de cobre foi confirmada por Bertol et al. (2010) e Pierangeli et al. (2004) que afirmaram os argilominerais reterem grande quantidade de cobre disponível, desfavorecendo sua mobilidade natural e prejudicando a produção vegetal em um sistema de plantio direto no Paraná.

A matéria orgânica também se caracteriza por atrair as partículas de cobre, retendo-o no solo e impedindo sua lixiviação (BERTOL et al., 2010), o que deve ter facilitado seu acúmulo no banco de sementes investigado neste estudo, já que o nível de matéria orgânica na área foi muito elevado. Essa afirmação está de acordo com Pierangeli et al. (2004) quando registraram que a matéria orgânica é detentora de metais pesados no solo.

O ferro é considerado um metal pesado (BERTOL et al., 2010) e a alta quantidade desse mineral pode contaminar o solo e prejudicar o desenvolvimento das plantas causando alterações nas comunidades vegetais (SANTOS et al., 2003). Esses efeitos foram mostrados por Carneiro et al. (2001) pela sensibilidade e inibição na germinação de sementes e no desenvolvimento de espécies de gramíneas quando expostas aos teores de metais. Afirmaram ainda que os efeitos de altas doses de ferro no solo retardaram a colonização, o estabelecimento e a germinação das plantas de *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubb. que não chegaram a germinar devido a contaminação por

metais pesados.

Os solos ricos em argila possuem alto nível de óxidos de Fe em sua composição (BERTOL et al., 2010), com isso pode-se afirmar que o solo encontrado na área de estudo esteja contaminado com ferro, já que é abundante em argilominerais (JARDIM; VIEIRA, 2001; JARDIM et al., 2007; MAUÉS et al., 2011), de acordo com os autores o elevado teor de ferro agregou-se ao solo inibindo fortemente o crescimento de espécies e, portanto, acredita-se que influenciou na quantidade de indivíduos presentes no banco de sementes da área 1.

O manganês foi considerado tóxico à regeneração e à distribuição das espécies no banco de sementes estudado por Ferreira et al. (2007), cujos baixos teores de Ca, Mg e K promoveram a diminuição do pH e disponibilizaram outros componentes tóxicos ao ambiente. Os solos com alto teor de toxicidade prejudicam o crescimento vegetal por meio da inibição na absorção de nutrientes disponíveis (FERREIRA et al., 2007), além de favorecer a mortalidade de espécies, conforme demonstrado por Almeida-Scabbia et al. (2011) quando o manganês provocou uma alta taxa de mortalidade de espécies arbóreas e com isso alterou a quantidade e distribuição de espécie em um trecho de floresta tropical. Essas afirmações reforçam a relação do manganês com a baixa ocorrência de espécies e do número de indivíduos na área 1 deste estudo.

## 5. Conclusão

As maiores concentrações de componentes químicos do solo da floresta de várzea interferiram de forma negativa na densidade de indivíduos do banco de sementes, mas não influenciaram na riqueza de espécies.

## 6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio/Processo: 561808/2010-4 e pela concessão de Bolsa de Produtividade para o segundo autor (Processo 305667/2013-0 – PQ-2).

## 7. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D.; SILVA, A.S.L. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazonica**, v.34, n.4, p.513-524, 2004.
- ALMEIDA-SCABBIA, R.J.; SCHLITZER, F.H.M.; CESAR, O.; MONTEIRO, R.; GOMES, E.P.C.; NETO, S.R. Características físico-químicas do solo e distribuição de espécies arbóreas em um trecho de cuesta basáltica, Analândia, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, n.3, v.9, p.322-331, 2011.
- ALVARENGA, A.P.; PEREIRA, I.M.; PEREIRA, S.A. Avaliação do banco de sementes do solo, como subsídios para recomposição de mata ciliar, no entorno de duas nascentes na região de Lavras – MG. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.9, 2006.
- ARAÚJO, M.M.; OLIVEIRA, F.A.; VIEIRA, I.C.G.; BARROS, P.L.C.; LIMA, C.A.T. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, n.59, p.115-130, 2001.

- BERTOL, O.J.; FEY, E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, J.; RIZZI, N.E. Mobilidade de P, Cu, e Zn em colunas de solo sob sistemas de semeadura direta submetido às adubações minerais e orgânicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.6, p.1841-1850, 2010.
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingai, MG. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.
- BRAGA, A.J.T.; GRIFFITH, J.J.; PAIVA, H.N.; NETO, J.A.A.M. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1089-1098, 2008.
- CAMARGOS, V.L.; SILVA, A.F.; NETO, J.A.A.M.; MARTINS, S.V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecidual no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.1, p.75-84, 2008.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agroecossistemas. **Planta Daninha**, v.13, n.1, p.3-9, 1995.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Estabelecimento de plantas herbáceas em solo com contaminação de metais pesados e inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.12, p.1443-1452, 2001.
- CARVALHO, J.; MARQUES, M. C. M.; RODERJAN, C. V.; BARDDAL, M.; SOUSA, S. G. A. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n.1, p.1-9, 2009.
- CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CURI, N.; BERG, E. V. D.; FONTES, M. A. L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v.28, n.2, p.329-345, 2005.
- CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. Frações de fósforo acumuladas em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p.893-900, 2003.
- D'ANGELO, S. A. **Colonização vegetal em áreas de sedimentação recente na várzea da Amazônia Central**. 103 f. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212p., 1997.
- FAVRETO, R.; MEDEIROS, R. B. Banco de semente do solo em área agrícola sob diferentes sistemas de manejo estabelecida sobre campo natural. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.34-44, 2006.
- FERREIRA, O. G. L.; SIEWERDT, L.; MEDEIROS, R. B.; LEVIEN, R.; FAVRETO, R.; PEDROSO, C. E. S. Atributos químicos do solo e regeneração de espécies espontâneas originárias do banco de sementes em campo nativo sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.1, p.81-89, 2007.
- GONÇALVES, I. S.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. Fatores edáficos e as variações florísticas de um trecho de mata ciliar do rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG. **Revista Árvore**, v.35, n.6, p.1235-1243, 2011.
- JARDIM, D. G.; JARDIM, M. A. G.; QUARESMA, A. C.; COSTA-NETO, S.V. Regeneração natural em formações florestais de uma Unidade de Conservação, Maracanã, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, v.3, n.2, p.79-87, 2013.
- JARDIM, M. A. G.; SANTOS, G. C.; MEDEIROS, T. D. S.; FRANCEZ, D. C. Diversidade e estrutura de palmeiras em floresta de várzea do estuário amazônico. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.2, n.4, p.67-84, 2007.
- JARDIM, M. A. G.; VIEIRA, I. C. G. Composição e estrutura florística de uma floresta de várzea do estuário amazônico, ilha do Combu, Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, v. 17, n. 2, p. 333-354, 2001.
- KALLIOLA, R.; SALO, J.; PUHAKKA, M.; RAJASILTA, M. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. **Journal of Ecology**, v. 79, n. 4, p. 877-901, 1991.
- LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FOLHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.1-7, 2005.
- MAUÉS, B. A. R.; JARDIM, M. A. G.; BATISTA, F. J.; MEDEIROS, T. D. S.; QUARESMA, A. C. Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu, município de Belém, Pará. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.669-677, 2011.
- MEDEIROS, R. B.; FAVRETO, R.; FERREIRA, O. G. L.; SIEWERDT, L. Persistência de *Desmodium incanum* DC. ("pega-fogo") em meio a cultivos agrícolas estabelecidos sobre campo nativo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.12, n.1-2, p.37-44, 2006.
- NÓBREGA, A. M. F.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C.; PAVANI, M. C. M. D.; SILVA, S.A. Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma várzea do Rio Mogi-Guaçu – SP. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.403-411, 2009.
- PIERANGELI, M. A. P.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N. ANDERSON, S. J.; LIMA, J. M. Adsorção e dessorção de cádmio, cobre e chumbo por amostras de latossolos pré-tratados com fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.377-384, 2004.
- SANTOS, F. S.; SOBRINHO, N. M. B. A.; MAZUR, N. Consequências do manejo do solo na distribuição de metais pesados em um agrossistema com feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.1, p.191-198, 2003.
- SILVA, J. O.; FAGAN, E. B.; TEIXEIRA, W. F.; SOUSA, M. C.; SILVA, J. R. Análise do banco de sementes e da fertilidade do solo como ferramentas para recuperação de áreas perturbadas. **Revista Biotemas**, v.1, n.25, p.23-29, 2012.
- SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J. Matéria orgânica em um latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1113-1122, 2003.