

Banco de Sementes em Mina de Bauxita Restaurada no Sudeste do Brasil

Aurino Miranda Neto¹, Sebastião Venâncio Martins¹, Kelly de Almeida Silva¹,
Aldo Teixeira Lopes², Raul de Abreu Demolinari²

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa/MG, Brasil
²Votorantim Metais, Mirai/MG, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o banco de sementes do solo em mina de bauxita restaurada dez anos após implantação do projeto de restauração. O estudo foi realizado em uma área onde ocorreu exploração de bauxita e posterior restauração florestal. Foram coletadas 40 amostras de solo superficial (0,25 × 0,30 × 0,05 m) para avaliação do banco de sementes pelo método de germinação em casa de sombra durante seis meses. Emergiram 2.489 plântulas, pertencentes a 69 espécies e 23 famílias botânicas, com densidade de 830 propágulos m⁻². As famílias com maior densidade foram Poaceae e Cannabaceae. Houve maior proporção de espécies e indivíduos do grupo ecológico pioneiras e da síndrome de dispersão zoocórica. Não houve semelhança florística entre as espécies do plantio e o banco de sementes. Os resultados mostram que o banco de sementes pode fornecer aporte necessário à recuperação do ambiente após perturbações.

Palavras-chave: bioindicadores, restauração florestal, similaridade florística.

Seed Bank in Restored Bauxite Mine in Southeast Brazil

ABSTRACT

This study aimed to characterize the soil seed bank in a restored bauxite mine ten years after the restoration project. The study was conducted in a bauxite-exploited mine, which was restored with trees. We collected 40 samples of surface soil (0.25 × 0.30 × 0.05 m) to evaluate soil seed bank by germination method in shade house for six months. Results showed that 2,489 seedlings emerged, belonging to 69 species and 23 botanical families, with a density of 830 seedlings m⁻². Poaceae and Cannabaceae were the families with higher density. A larger number of species and individuals were pioneer and zoochoric species. The soil seed bank of the restored area showed no difference in plant density and floristic composition between the border and the core study area. There was no floristic similarity between planted species and the seed bank. Results showed that the seed bank was able to supply species and individuals upon germination.

Keywords: bioindicators, forest restoration, floristic similarity.

1. INTRODUÇÃO

A restauração florestal visa restabelecer as estruturas naturais e os processos internos de uma floresta degradada ou alterada (Deluca et al., 2010), tais como a recomposição florística, a ciclagem de nutrientes, as relações entre espécies vegetais e animais. A restauração visa também evitar processos erosivos, conservar a biodiversidade e pode ainda contribuir para a melhoria do clima (Couto, 2008).

Para obter sucesso em um projeto de restauração florestal, é imprescindível que se realize a avaliação da área reflorestada em espaços regulares de tempo, a fim de evitar imprevistos que possam prejudicar a restauração almejada para determinada área.

A avaliação da restauração florestal representa a análise pontual de indicadores ou variáveis ambientais de áreas em processo de restauração (Brancalion et al., 2012). A utilização indicadores ajuda a definir o estado atual de um projeto de restauração florestal e verificar se há necessidade de novas interferências na área para permitir o avanço no processo de sucessão.

Os indicadores de avaliação da restauração florestal mais utilizados são os indicadores vegetativos, como a regeneração natural, chuva de sementes, abertura do dossel, produção de serapilheira, ciclagem de nutrientes e banco de sementes do solo (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Martins, 2013).

O conhecimento da distribuição, quantificação e composição do banco de sementes resulta em uma ferramenta muito valiosa no entendimento da evolução das comunidades (Lopes et al., 2006). Isso torna a avaliação do estoque de sementes no solo importante na determinação da melhor estratégia de manejo a ser empregada na conservação ou restauração de florestas nativas (Grombone-Guaratini & Rodrigues, 2002; Sorreano, 2002) e no monitoramento e avaliação de áreas restauradas, obtendo melhores diagnósticos de desempenho da restauração de ecossistemas florestais.

O banco de sementes do solo é um bom indicador do estado de conservação e da capacidade de autorrecuperação dos ecossistemas florestais (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Martins et al., 2008; Martins, 2013), uma vez que é composto principalmente por sementes de espécies pioneiras responsáveis pela regeneração pós-distúrbios. Portanto, a avaliação do banco de sementes visa ao conhecimento do potencial de regeneração natural de

um ecossistema frente a possíveis distúrbios, ou seja, a sua resiliência (Calegari et al., 2013).

Assim, o presente estudo pretende caracterizar o banco de sementes do solo de uma mina de bauxita restaurada após dez anos da implantação do projeto de restauração e verificar se o banco de sementes da área restaurada apresenta semelhança florística com outros bancos de sementes estudados na mesma região (Zona da Mata de Minas Gerais) e com as espécies plantadas na área do presente estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área restaurada por meio de plantio de mudas de espécies arbóreas após dez anos da implantação do projeto de restauração. A área está localizada no município de Descoberto, na região da Zona da Mata de Minas Gerais (21°25'35"S e 42°56'08"W), com altitude variando de 618 a 633 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical com verões quentes e úmidos. A temperatura é alta no verão, atingindo 40 °C e chegando a 20-22 °C no inverno, a precipitação pluviométrica média anual é de 1.300 mm e o relevo é bastante acidentado, com pequenas planícies e platôs semidissecados, limitados por franjas escarpadas e montanhosas e por vales retilíneos (Lopes & Branquinho, 1988).

A vegetação característica da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana, inserida no domínio Mata Atlântica (IBGE, 2012).

Na área de estudo em 2003 foi extraída bauxita pela empresa Votorantim Metais e, posteriormente, realizou-se o processo de recomposição topográfica e a implantação da restauração florestal por meio de plantio de mudas de espécies arbóreas em área total (1,0 ha), com espaçamento de 1,0 m × 1,0 m. No entorno da área restaurada existem áreas em processo de restauração com diferente idade e diferentes pastagens e fragmentos florestais preservados distando 15 m, separados por uma estrada de rodagem que circunda a área de estudo.

Foram alocadas 40 parcelas de 3 × 3 m, distribuídas sistematicamente em 4 linhas de 10 parcelas, distantes 10 m entre parcelas e entre linhas, cobrindo toda a área. No centro de cada parcela foi lançada uma moldura de madeira de 0,25 × 0,30 m, no interior da qual foi coletado uma amostra de solo superficial até uma

profundidade de 5,0 cm, desprezando-se a serapilheira dura, perfazendo um total de 40 amostras.

As 40 amostras de solo foram transportadas para casa de sombra do Viveiro de Pesquisas na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, onde foram transferidas para bandejas plásticas (0,25 × 0,30 × 0,05 m), que foram mantidas em ambiente isolado de possíveis contaminações por propágulos externos, coberto por tela tipo sombrite 50%. Foram dispostas na bancada quatro bandejas com areia esterilizada, com a função de controle. As amostras ficaram sob irrigação por aspersão programada durante o período de seis meses.

A avaliação do banco de sementes do solo foi realizada pelo método indireto de emergência das plântulas (Brown, 1992). As plântulas emergidas foram contabilizadas quinzenalmente e identificadas. Para as espécies não identificadas no viveiro, coletou-se o material botânico para posterior comparação ao material depositado no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, MG, e consultaram-se especialistas, quando necessário.

As espécies foram classificadas em famílias e tiveram os nomes científicos e seus respectivos autores atualizados de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group III (2009) e pela base de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Reflora, 2013). Foram calculados os parâmetros fitossociológicos de densidade e frequência (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), com o programa FITOPAC 2.1 (Shepherd, 2010).

As espécies amostradas foram classificadas em categorias sucessionais, de acordo com os critérios propostos por Budowski (1965) e adaptados por Gandolfi et al. (1995) para florestas semidecíduas brasileiras, sendo: pioneiras, secundárias iniciais,

secundárias tardias e não classificadas. Foram também classificadas quanto às síndromes de dispersão de propágulos em zoocóricas, anemocóricas e autocóricas (van der Pijl, 1982).

Elaborou-se um banco de dados compilando-se listagens florísticas disponíveis em cinco trabalhos sobre banco de sementes do solo realizados na Zona da Mata de Minas Gerais em florestas semidecíduas, as quais contemplavam espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas (Tabela 1) e a lista de espécies utilizadas no plantio (Tabela 2). O banco de dados consistiu de uma matriz binária de presença e ausência de espécies, com exclusões de identificações em nível de famílias e gêneros, em virtude da dificuldade de comparação com as identificações em nível de espécies.

Procedeu-se inicialmente a conversão da matriz de dados binários em matriz de medidas de proximidade (similaridade) entre os pares de unidades de observação (Johnson & Wichner, 1988). Empregou-se o índice de similaridade de Jaccard (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

Para interpretar a similaridade florística, foi utilizado o método média de grupo UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), produzindo-se um dendrograma em que as amostras semelhantes, de acordo as variáveis escolhidas, foram agrupadas (Moita & Moita, 1998). As análises foram efetuadas no programa FITOPAC 2.1 (Shepherd, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Emergiram 2.489 plântulas, pertencentes a 69 espécies e 23 famílias botânicas (Tabela 3). Obteve-se a densidade de 830 propágulos m⁻², distribuída em 512 ervas m⁻²,

Tabela 1. Informações sobre os estudos utilizados na comparação florística entre a área restaurada do presente estudo e demais localidades.

Table 1. Information about the studies used floristic comparison between the restored area of this study and other locations.

Banco de sementes	Localidade	Vegetação	Densidade (propágulos m ⁻²)	Autores
BS 1	Viçosa, MG	Restauração	827	Miranda et al. (2014)
BS 2	Descoberto, MG	Restauração	131	Silva (2013)
BS 3	Viçosa, MG	Mata nativa	101	Braga et al. (2008)
BS 4	Paula Cândido, MG	Mata nativa	578	Costalonga et al. (2006)
BS 5	Brás Pires, MG	Mata nativa	857	Martins et al. (2008)
Este estudo	Descoberto, MG	Restauração	830	Este estudo
Plantio	Descoberto, MG	Restauração	-	Este estudo

Tabela 2. Lista das espécies arbóreas utilizadas no plantio.
Table 2. List of tree species used in planting.

Família	Espécie	Origem	GE	SD
Achariaceae	<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	N	St	Zoo
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	N	St	Zoo
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	N	Si	Zoo
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N	St	Ane
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	N	Si	Ane
	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	N	Si	Ane
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	N	P	Zoo
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	N	Si	Zoo
Euphorbiaceae	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	N	Si	Auto
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	N	Si	Ane
	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	N	Si	Auto
	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	N	Si	Auto
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard	N	Si	Auto
	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	N	Si	Ane
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	N	St	Zoo
	<i>Inga vera</i> Willd.	N	Si	Zoo
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin e Barneby	N	Si	Auto
	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin e Barneby	N	P	Auto
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	N	Si	Ane
	<i>Piptadenea gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr	N	Si	Auto
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	N	Si	Ane
	<i>Cassia grandis</i> L. f.	N	Si	Ane
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	N	Si	Ane
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	N	St	Ane
Malpighiaceae	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	N	St	Nc
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. e Zucc.	N	Si	Ane
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	N	P	Zoo
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	N	St	Ane
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	N	St	Zoo
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	E	Nc	Zoo
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	N	St	Zoo
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	N	Si	Zoo
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	E	P	Zoo
	<i>Psidium guajava</i> L.	N	P	Zoo
Phytolaccaceae	<i>Gallsia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	N	Si	Zoo
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	N	St	Zoo
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	N	P	Zoo

GE: grupo ecológico; SD: síndrome de dispersão; N: nativa; E: exótica; P: pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Ane: anemocórica; Zoo: zoocórica; Auto: autocórica; Nc: não classificada.

26 arbustos m⁻², 251 árvores m⁻² e 0,3 trepadeiras m⁻². Nas bandejas-controle, com areia esterilizada, não houve emergência de plântulas (Tabela 3), mostrando que não houve contaminação do experimento por sementes vindas de fontes próximas.

Destacaram-se quanto a abundância, em nível de família botânica, Poaceae, Cannabaceae, Phyllanthaceae, Rubiaceae e Asteraceae, perfazendo 77% dos indivíduos

emergidos. Desses indivíduos, 71% são representados pela forma de vida herbácea e o restante, por indivíduos arbustivo-arbóreos. Apenas Poaceae compõe 25% das plântulas emergidas, seguida de perto pela família Cannabaceae, com 21% das plântulas emergidas, representada somente pela espécie *Trema micrantha*.

Além da *Trema micrantha*, mais representativa entre as espécies arbóreas, destacaram-se também o

Tabela 3. Florística e fitossociologia das espécies do banco de sementes do solo da área restaurada.
Table 3. Floristic and phytosociological of the species from soil seed bank in restored area.

Família/Espécie	NI	DR(%)	FR(%)	Orig	FV	GE	SD
Araliaceae							
<i>Hydrocotyle leucocephala</i> Cham. e Schltld.	1	0,04	0,23	N	H	Si	Nc
Asteraceae							
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	1	0,04	0,23	N	H	P	Zoo
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	1	0,04	0,23	N	B	P	Ane
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	3	0,12	0,23	N	B	P	Ane
<i>Chromolaena laevigatum</i> Lam. R. M. King e H. Rob.	7	0,28	0,91	N	B	P	Ane
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	2	0,08	0,23	N	H	P	Ane
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. Ex DC.	2	0,08	0,46	N	H	P	Ane
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	73	2,93	5,47	N	H	Si	Ane
<i>Gnaphalium spicatum</i> Mill.	3	0,12	0,46	N	H	Si	Ane
<i>Sigesbeckia orientalis</i> L.	79	3,18	4,10	E	H	Si	Zoo
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	1	0,04	0,23	E	H	P	Ane
<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	2	0,08	0,46	N	B	P	Ane
<i>Vernonia</i> sp. 1	5	0,20	1,14	Nc	B	P	Ane
<i>Vernonia</i> sp. 2	3	0,12	0,68	Nc	B	P	Ane
<i>Vernonia westiniana</i> Less.	11	0,44	2,28	N	B	P	Ane
Begoniaceae							
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	12	0,48	0,46	N	H	P	Ane
Brassicaceae							
<i>Lepidium virginicum</i> L.	3	0,12	0,68	E	H	P	Nc
Cannabaceae							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	527	21,18	8,19	N	A	P	Zoo
Convolvulaceae							
<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	1	0,04	0,23	N	T	P	Ane
Cyperaceae							
<i>Cyperus distans</i> L.	1	0,04	0,23	N	H	P	Ane
<i>Cyperus esculentus</i> L.	14	0,56	0,91	N	H	P	Ane
<i>Cyperus</i> sp.	23	0,92	1,59	N	H	P	Ane
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	4	0,16	0,91	N	H	Nc	Nc
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	8	0,32	0,46	N	H	P	Nc
<i>Pycreus decumbens</i> T. Koyama	1	0,04	0,23	N	H	P	Nc
<i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C. B. Clarke	2	0,08	0,23	N	H	P	Nc
<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv.	8	0,32	0,23	N	H	P	Nc
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	9	0,36	0,46	N	H	Nc	Ane
<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schltld. e Cham.	10	0,40	1,37	N	H	Nc	Zoo
Euphorbiaceae							
<i>Croton urucurana</i> Baill.	13	0,52	1,82	N	A	P	Zoo
Fabaceae							
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	3	0,12	0,46	N	H	P	Zoo
<i>Mimosa pigra</i> L.	1	0,04	0,23	N	B	P	Auto
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H. S. Irwin e Barneby	1	0,04	0,23	N	A	P	Auto
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin e Barneby	8	0,32	0,91	N	A	Si	Auto
Indeterminada							
Indeterminada 1	42	1,69	1,82	Nc	Nc	Nc	Nc
Indeterminada 2	43	1,73	1,14	Nc	Nc	Nc	Nc
Indeterminada 3	30	1,21	1,37	Nc	Nc	Nc	Nc

NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; Orig: origem; FV: forma de vida; GE: grupo ecológico; SD: síndrome de dispersão; N: nativa; E: exótica; H: herbácea; B: arbustiva; A: árvore; T: trepadeira; P: pioneira; Si: secundária inicial; Ane: anemócórica; Zoo: zoocórica; Auto: autocórica; Nc: não classificada.

Tabela 3. Continuação...

Table 3. Continued...

Família/Espécie	NI	DR(%)	FR(%)	Orig	FV	GE	SD
Indeterminada 4	7	0,28	1,37	Nc	Nc	Nc	Nc
Lamiaceae							
<i>Hyptis suaveolens</i> Poit.	24	0,96	2,51	N	H	P	Zoo
Malvaceae							
<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	1	0,04	0,23	N	H	P	Ane
<i>Sida rhombifolia</i> L.	21	0,84	1,59	N	H	P	Ane
<i>Waltheria americana</i> L.	3	0,12	0,68	N	H	P	Nc
Melastomataceae							
<i>Leandra niangaeformis</i> Cogn.	40	1,61	3,64	N	B	P	Zoo
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	40	1,61	4,77	N	A	P	Zoo
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	1	0,04	0,23	N	A	P	Zoo
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	15	0,60	0,91	N	A	P	Zoo
Onagraceae							
<i>Ludwigia tomentosa</i> (Cambess.) H. Hara	4	0,16	0,23	N	B	P	Ane
Phyllanthaceae							
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	291	11,70	6,15	N	H	Si	Auto
Plantaginaceae							
<i>Scoparia dulcis</i> L.	2	0,08	0,46	N	H	P	Ane
Poaceae							
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	1	0,04	0,23	N	H	P	Ane
<i>Digitaria</i> sp.	18	0,72	1,82	N	H	P	Ane
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	2	0,08	0,23	E	H	P	Ane
<i>Panicum repens</i> L.	27	1,08	0,46	E	H	P	Ane
<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius	1	0,04	0,23	N	H	P	Ane
<i>Paspalum</i> sp.	367	14,75	6,82	Nc	H	P	Ane
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster	220	8,85	2,96	E	H	P	Ane
<i>Urochloa decumbens</i>	1	0,04	0,23	Nc	H	P	Ane
Polygalaceae							
<i>Polygala paniculata</i> L.	5	0,20	0,68	N	H	P	Auto
Primulaceae							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. e Schult.	3	0,12	0,68	N	A	Si	Zoo
Rubiaceae							
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	1	0,04	0,23	N	H	P	Nc
<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz e Pav.	6	0,24	0,68	N	H	Si	Auto
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	253	10,17	6,82	N	H	Si	Auto
<i>Spermacoce palustris</i> (Cham. e Schltl.) Delprete	20	0,80	1,37	N	H	Si	Auto
Solanaceae							
<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	0,04	0,23	N	H	P	Zoo
<i>Solanum cernuum</i> Vell.	3	0,12	0,46	N	A	P	Zoo
<i>Solanum grandiflorum</i> Ruiz e Pav.	11	0,44	1,59	N	A	P	Zoo
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	9	0,36	1,82	N	A	P	Zoo
Urticaceae							
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	123	4,95	7,73	N	A	P	Zoo
Verbenaceae							
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	10	0,40	0,46	N	H	P	Nc
Total	2.489	100,00	100,00				

NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; Orig: origem; FV: forma de vida; GE: grupo ecológico; SD: síndrome de dispersão; N: nativa; E: exótica; H: herbácea; B: arbustiva; A: árvore; T: trepadeira; P: pioneira; Si: secundária inicial; Ane: anemocórica; Zoo: zoocórica; Auto: autocórica; Nc: não classificada.

arbusto *Leandra niangaeformis*, com 1,6% das plântulas emergidas, e a erva *Paspalum* sp., com 15%. A única trepadeira presente nas amostras foi *Ipomoea cairica*, representada por apenas um indivíduo.

A alta representatividade da família Poaceae e Cannabaceae também tem sido observada por outros autores em ecossistemas florestais (Costa & Araújo, 2003; Martins et al., 2008; Schorn et al., 2013) e áreas em restauração (Sorreano, 2002; Figueiredo et al., 2014).

Trema micrantha apresenta uma eficiente dispersão por uma ampla variedade de aves frugívoras (Argel-de-Oliveira et al., 1996). Suas sementes possuem alta longevidade no solo e germinação preferencialmente em ambientes abertos com níveis elevados de luz, como grandes clareiras e bordas de florestas e, portanto, é muito importante para a resiliência de ecossistemas e a restauração florestal em áreas degradadas (Rodrigues et al., 2004; Martins, 2013).

Apesar da alta densidade de indivíduos da família Poaceae, o que poderia evidenciar uma possível fragilidade da vegetação arbustivo-arbórea, apenas cerca de um terço dos indivíduos dessa família são de gramíneas exóticas invasoras, que compõem apenas 8,9% do total de indivíduos do banco de sementes, concentrados em poucos pontos da área restaurada. A presença dessas gramíneas exóticas é devido, provavelmente, à presença, vizinha à área restaurada, de uma área de pastagem, a qual pode estar dispersando propágulos pelo vento.

De acordo com Franco et al. (2012), a capacidade de crescimento, reprodução e disseminação de espécies

exóticas invasoras pode dificultar o estabelecimento de espécies nativas importantes no processo de cicatrização e sucessão da floresta. Entretanto, o predomínio de indivíduos e espécies nativas no banco de sementes tende a favorecer a formação de uma floresta mais resiliente em relação a sua florística autóctone e relações ecológicas. Além disso, como o banco de sementes não apresenta apenas propágulos de espécies herbáceas, com o avanço na sucessão florestal há a tendência de redução da densidade de espécies herbáceas e aumento de arbustivo-arbóreas (Baider et al., 2001; Dalling, 2002; Martins et al., 2008).

Quanto à categoria sucessional, emergiram 50 espécies pioneiras, 10 secundárias iniciais e 9 não foram classificadas. Em nível de indivíduos, emergiram 1.607 pioneiros, 737 secundários iniciais e 145 não classificados. Não houve registro de espécie secundária tardia nas amostras (Figuras 1 e 2).

A maior proporção de espécies e indivíduos pioneiros corrobora dados de outros estudos sobre bancos de sementes em Minas Gerais (Costalonga et al., 2006; Batista et al., 2007; Braga et al., 2008; Rodrigues et al., 2010; Miranda et al., 2010; Franco et al., 2012) e em outras formações florestais no Brasil (Araújo et al., 2001; Monaco et al., 2003; Silva-Weber et al., 2012).

As espécies pioneiras são predominantes no banco de sementes do solo por apresentarem sementes ortodoxas com grande longevidade no solo, que permanecem em estado de dormência imposta pelo ambiente, até o surgimento de condições favoráveis à germinação,

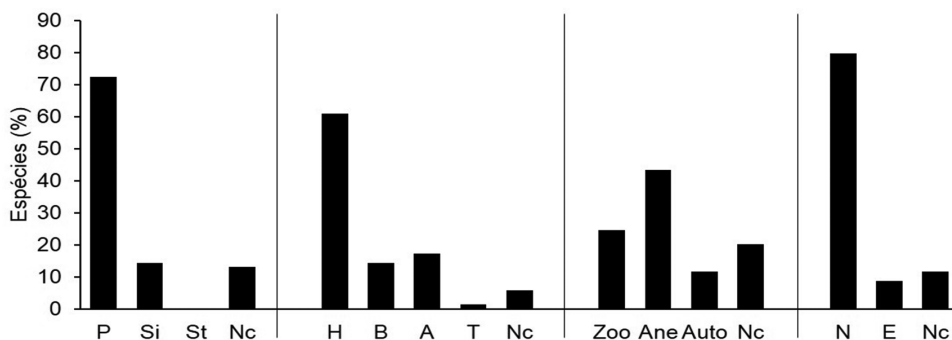


Figura 1. Distribuição percentual das espécies em grupo ecológico (P: pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia), forma de vida (H: herbácea; B: arbustiva; A: árvore; T: trepadeira), síndrome de dispersão (Ane: anemocórica; Zoo: zoocórica; Auto: autocórica) e origem (N: nativa; E: exótica); Nc: não classificada.

Figure 1. Percentage distribution of species in ecological group (P: pioneer; Si: early secondary; St: late secondary), life form (H: herbaceous; B: shrubby; A: tree; T: creeper), dispersion syndrome (Ane: anemocoric; Zoo: zoochoric; Auto: autochory) and origin (N: native; E: exotic). Nc: not classified.

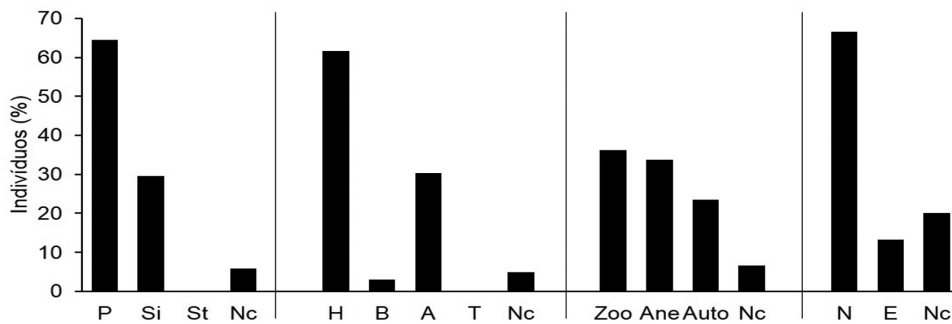


Figura 2. Distribuição percentual dos indivíduos em grupo ecológico (P: pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia), forma de vida (H: herbácea; B: arbustiva; A: árvore; T: trepadeira), síndrome de dispersão (Ane: anemocórica; Zoo: zoocórica; Auto: autocórica) e origem (N: nativa; E: exótica; Nc: não classificada).

Figure 2. Percentage distribution of individuals in ecological group (P: pioneer; Si: early secondary; St: late secondary), life form (H: herbaceous; B: shrubby; A: tree; T: creeper), dispersion syndrome (Ane: anemocoric; Zoo: zoochoric; Auto: autochory) and origin (N: native; E: exotic; Nc: not classified).

como ocorre em clareiras na floresta (Bazzaz & Pickett, 1980; Araújo et al., 2001; Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1994). Assim, a predominância de espécies pioneiras arbóreas nativas no banco de sementes, as quais normalmente apresentam rápido crescimento a pleno sol, é um indicador de resiliência a perturbações naturais ou antrópicas.

Quanto à síndrome de dispersão, emergiram 17 espécies zoocóricas, 30 anemocóricas, 8 autocóricas e 14 não classificadas. Em nível de indivíduos, emergiram 903 indivíduos zoocóricos, 838 anemocóricos, 585 autocóricos e 163 não classificados (Figuras 1 e 2).

A maior riqueza de sementes com dispersão zoocórica no banco é importante para a manutenção da fauna dispersora de propágulos, principalmente no início da regeneração da floresta, após perturbações. Isso também indica uma importante oferta de recursos para a fauna (Franco et al., 2012). As plantas investem em variados recursos, como arilos e polpas, atraindo diversos animais que irão dispersar as sementes a grandes distâncias, auxiliando a sucessão secundária.

Quanto à origem, emergiram 55 espécies nativas, 6 exóticas e 8 não classificadas. Em nível de indivíduos, emergiram 1.659 nativos, 332 exóticos e 498 não classificados (Figuras 1 e 2). A dominância de espécies nativas no banco também fortalece o seu potencial de recuperação da vegetação ante perturbações (Silva-Weber et al., 2012).

O banco de sementes apresentou similaridade florística apenas com o estudo de Miranda et al.

(2014) (BS1), realizado em uma floresta com 40 anos de restauração no município de Viçosa, MG. Com os estudos do banco de sementes das demais localidades e com as espécies plantadas não houve similaridade florística, uma vez que não atingiram pontuação igual ou superior a 0,25, valor para se considerar duas comunidades vegetais semelhantes pelo índice de Jaccard (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) (Figura 3). Até mesmo ao se analisar a similaridade exclusivamente das espécies arbustiva-arbóreas, entre o banco de sementes do presente estudo e as espécies do plantio não houve semelhança florística (índice de Jaccard = 0,07).

A similaridade florística, quando analisada em um mesmo tipo de formação florestal, em áreas espacialmente próximas e presentes em uma mesma bacia hidrográfica, é considerada alta (Rodrigues & Nave, 2000). Entretanto, fatores espaciais e ambientais podem interferir diretamente na similaridade florística entre as áreas (Ivanauskas et al., 2000; Kunz et al., 2009), aumentando a dissimilaridade. Isso possivelmente explica a dissimilaridade entre as duas áreas mais próximas, BS2 e a deste estudo. Apesar da proximidade (500 m de distância), a área do BS2 situa-se em um gradiente topográfico mais elevado, topo de morro, e a área do presente estudo, em uma baixada, próxima a uma mata ciliar.

A baixa riqueza do banco de sementes BS3 (20 espécies), a vegetação secundária inicial ainda em processo de regeneração da área do BS5 (com predominância de espécies secundárias iniciais) e a

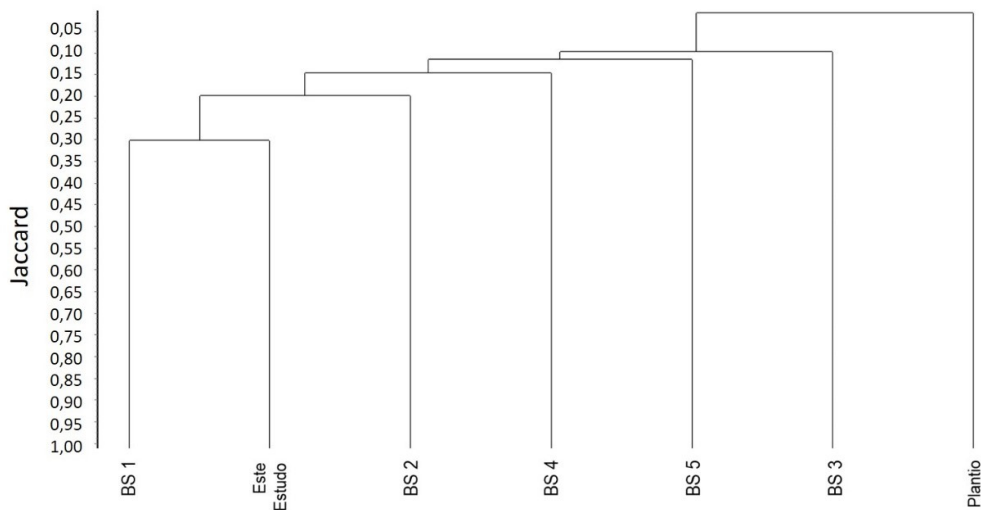


Figura 3. Similaridade florística entre o banco de sementes do presente estudo e bancos de sementes de estudos realizados na mesma região (Zona da Mata de Minas Gerais) e formação florestal (Floresta Estacional Semidecidual). **Figure 3.** Floristic similarity between the seed bank of this study and seed banks of studies conducted in the same region (Zona da Mata of Minas Gerais) and forest type (Semideciduous Forest).

localização topográfica da área do BS4 (gradiente de encosta e topo) podem ter resultado na dissimilaridade encontrada entre esses bancos de sementes e o banco do presente estudo.

A área do BS1 e a área do presente estudo podem ter apresentado semelhança florística no banco de sementes, possivelmente, em virtude de essas áreas já possuírem maior tempo de restauração (BS1: 40 anos) e apresentarem semelhanças quanto a estrutura, composição do dossel e distribuição das espécies, propiciando melhores condições para a chegada e armazenamento de propágulos advindos de florestas nativas do entorno no banco de sementes do solo.

Já a dissimilaridade florística entre o banco de sementes da área de estudo e as espécies plantadas mostra que possivelmente a área recebe aporte de propágulos oriundos de fontes externas.

4. CONCLUSÃO

O banco de sementes do solo da jazida restaurada após dez anos não apresenta semelhança florística com as espécies do plantio, sendo o banco de sementes composto em sua maioria por espécies de início de sucessão.

AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem à CAPES e ao CNPq pela concessão das bolsas, e à Votorantim Metais pelo apoio financeiro (Projeto LARF-UFV/Votorantim Metais).

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 10 dez., 2014

Aceito: 02 maio, 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Aurino Miranda Neto

Departamento de Engenharia Florestal,
Universidade Federal de Viçosa – UFV, Avenida
Purdue, s/n, Campus Universitário,
CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil
e-mail: aur.neto@gmail.com

REFERÊNCIAS

Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 2009; 161(2): 105-121. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>.

- Araújo MM, Oliveira FA, Vieira ICG, Barros PLC, Lima CAT. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis* 2001; 59: 115-130.
- Argel-de-Oliveira MM, Castiglioni GD, Souza SB. Comportamento alimentar de aves frugívoras em *Trema micranta* (Ulmaceae) em duas áreas alteradas do sudeste brasileiro. *Ararajuba* 1996; 4(1): 51-55.
- Baider C, Tabarelli M, Mantovani W. The soil seed bank during Atlantic forest regeneration in Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 2001; 61(1): 35-44.
- Batista JP No, Reis MGF, Reis GG, Silva AF, Cacau FV. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. *Ciência Florestal* 2007; 17(4): 311-320. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981963>.
- Bazzaz FA, Pickett STA. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1980; 11(1): 287-310. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.001443>.
- Braga AJT, Griffith JJ, Paiva HN, Meira AA No. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. *Revista Árvore* 2008; 32(6): 1089-1098. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000600014>.
- Brancalion PHS, Viani RAG, Rodrigues RR, Gandolfi S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins SV, editor. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Viçosa: Editora UFV; 2012.
- Brown D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Canadian Journal of Botany* 1992; 70(8): 1603-1612. <http://dx.doi.org/10.1139/b92-202>.
- Budowski G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 1965; 15: 40-42.
- Calegari L, Martins SV, Campos LC, Silva E, Gleriani JM. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. *Revista Árvore* 2013; 37(5): 871-880. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000500009>.
- Costa RC, Araújo FS. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. *Acta Botanica Brasílica* 2003; 17(2): 259-264. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000200008>.
- Costalonga SR, Reis GG, Reis MGF, Silva AF, Borges EEL, Guimarães FP. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. *Floresta* 2006; 36(2): 239-250. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v36i2.6455>.
- Couto HTZ. Metodologias para quantificação e monitoramento de biomassa e carbono em reflorestamento com essências nativas. In: Barbosa LM, coordenador. *Anais do II Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares*; 2008; Mogi-Guaçu. São Paulo: Instituto de Botânica; 2008. p. 54-63.
- Dalling JW. Ecología de semillas. In: Guariguata MR, Kattan GH, editores. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago: Libro Universitario Regional; 2002.
- Deluca TH, Aplet GH, Wilmer B, Burchfield J. The unknown trajectory of forest restoration: a call for ecosystem monitoring. *Journal of Forestry* 2010; 108(6): 288-295.
- Figueiredo PHA, Miranda CC, Araujo FM, Valcarcel L. Germinação *ex-situ* do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. *Scientia Forestalis* 2014; 42(101): 69-80.
- Franco BKS, Martins SV, Faria PCL, Ribeiro GA. Densidade e composição florística do banco de sementes de um trecho de floresta estacional semidecidual no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. *Revista Árvore* 2012; 36(3): 423-432. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000300004>.
- Gandolfi S, Leitão HF Fo, Bezerra CLF. Levantamento florístico e caráter sucessionais das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecidual no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 1995; 55: 753-767.
- Grombone-Guaratini MT, Rodrigues RR. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 2002; 18(05): 759-774. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467402002493>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. Manuais Técnicos em Geociências.
- Ivanauskas NM, Monteiro R, Rodrigues RR. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Ecology* 2000; 1: 71-81.
- Johnson RA, Wichner DW. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall; 1988.
- Kunz SH, Ivanauskas NM, Martins SV, Silva E, Stefanello D. Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Revista Brasileira de Botânica. Brazilian Journal of Botany* 2009; 32(4): 725-736. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042009000400011>.
- Lopes KP, Souza VC, Andrade LA, Dornelas GV, Bruno RLA. Estudo do banco de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de Floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 2006; 20(1): 105-113. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000100010>.
- Lopes RF, Branquinho JA. Jazidas de bauxita da Zona da Mata de Minas Gerais. In: Schobbenhaus C, Coelho CES, coordenadores. *Principais depósitos minerais do*

- Brasil. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral; 1988. vol. 3.
- Martins SV, Almeida DP, Fernandes LV, Ribeiro TM. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore* 2008; 32(6): 1081-1088. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000600013>.
- Martins SV. *Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. Viçosa: Aprenda Fácil; 2013.
- Miranda A No, Kunz SH, Martins SV, Silva KA, Silva DA. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. *Revista Árvore* 2010; 34(6): 1035-1043. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000600009>.
- Miranda A No, Martins SV, Silva KA, Gleriani JM. Banco de sementes do solo e serapilheira acumulada em floresta restaurada. *Revista Árvore* 2014; 38(4): 609-920. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000400004>.
- Moita JM No, Moita GC. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova* 1998; 21(4): 467-469. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421998000400016>.
- Monaco LM, Mesquita RCG, Williamson GB. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. *Acta Amazonica* 2003; 33(1): 41-52. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392200331052>.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons; 1974.
- Reflora. *Lista de Espécies da Flora do Brasil* [online]. 2013. [citado em 2014 set. 3]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- Rodrigues BD, Martins SV, Leite HG. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore* 2010; 34(1): 65-73. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100008>.
- Rodrigues RR, Gandolfi S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias LE, Mello JW, editores. *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV/SOBRAD; 1998.
- Rodrigues RR, Nave AG. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, editores. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp/FAPESP; 2000.
- Rodrigues RR, Torres RB, Matthes LAF, Penha AF. Trees species resprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires, Campinas, southeast Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 2004; 47: 127-133. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132004000100017>.
- Schorn LA, Fenilli TAB, Krieger A, Pellens GC, Budag JJ, Nadolny MC. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. *Floresta* 2013; 43(1): 49-58. <http://dx.doi.org/10.5380/RF.V43I1.21493>.
- Shepherd GJ. *Fitopac 2.1*. Campinas: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas; 2010.
- Silva KA. *Avaliação de uma área em restauração pós-mineração de bauxita, município de Descoberto, MG* [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2013.
- Silva-Weber AJC, Nogueira AC, Carpanezzi AA, Galvão F, Weber SH. Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012; 32(70): 193-207. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.70.77>.
- Sorreano MCM. *Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades* [dissertação]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo; 2002.
- van der Pijl L. *Principles of dispersal in higher plants*. 3rd ed. New York: Springer-Verlag; 1982.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. Signals for seeds to sense and respond to gaps. In: Caldwell M, Pearcy R, editores. *Ecophysiological processes above and below ground*. New York: Academic Press; 1994.