

# Banco de sementes em reflorestamento, borda e interior de remanescente de floresta estacional semidecidual no sul do Brasil

Larissa Rafaela Bargoena, Alba Lúcia Cavalheiro  & Edmilson Bianchini\* 

Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal.  
Caixa Postal 10011, CEP 86057-970. Londrina, PR, Brasil.

\*Autor para correspondência – bianchi@uel.br

Recebido em 15.V.2019

Aceito em 26.II.2020

DOI 10.21826/2446-82312020v75e2020008

**RESUMO** – Com o intuito de comparar a composição do banco de sementes em fragmento de floresta estacional semidecidual e em reflorestamento adjacente, foram coletadas 60 amostras de solo em quatro transectos alocados no interior da floresta (TIF), borda da floresta (TBF), borda do reflorestamento (TBR) e interior do reflorestamento (TIR). Estas amostras foram mantidas em bancadas em casa de vegetação e monitoradas por oito meses. O banco de sementes foi registrado pelo método de emergência de plântulas. O TIF apresentou a maior riqueza de arbóreas, enquanto nos outros transectos houve o predomínio de herbáceas e de espécies anemocóricas. Destaca-se a ocorrência de espécies exóticas no banco. A baixa riqueza de espécies arbóreas no banco de sementes do reflorestamento, mesmo estando vizinho a um fragmento conservado, sugere que ações de manejo devem ser avaliadas e implementadas a fim de acelerar o processo sucessional.

**Palavras-chave:** diversidade, monitoramento, restauração, sementes, sucessão

**ABSTRACT** – Seed bank in reforestation, edge and interior of seasonal semi-deciduous forest remnant in southern Brazil. In order to compare the composition of the seed bank in the seasonal semi-deciduous forest remnant and in the adjacent reforestation, 60 soil samples were collected in four transects allocated in the forest interior (TIF), forest edge (TBF), reforestation edge (TBR) and reforestation interior (TIR). These samples were kept in greenhouse and monitored for eight months. The seed bank was registered according to the seedling emergence method. TIF presented the greatest richness of trees, while in the other transects there was a predominance of herbaceous and anemochorous species. We observed the occurrence of exotic species in the bank. The low richness of tree species in the reforestation seed bank, despite its proximity to a conserved fragment, suggests that management actions should be evaluated and implemented in order to accelerate the successional process.

**Keywords:** diversity, monitoring, restoration, seed, succession

## INTRODUÇÃO

As sementes, advindas da chuva de sementes, podem germinar prontamente, ser predadas, perder a viabilidade ou ser incorporadas ao banco de sementes do substrato (serapilheira e solo). O banco de sementes (BS), que consiste do estoque de sementes viáveis no solo (Garwood 1989) e é composto por sementes oriundas da própria floresta ou de áreas vizinhas, contribui para a manutenção da composição florística local e para o aumento da diversidade genética e de espécies (Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). As sementes do BS participarão do recrutamento da vegetação e conseqüentemente auxiliarão na restauração do ecossistema após a ocorrência de distúrbios (Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002, Scherer & Jarenkow 2006, Martins *et al.* 2008).

O BS é composto predominantemente por sementes de espécies pioneiras (Thompson 2000), que em geral, por serem menores, são menos predadas e são enterradas com maior facilidade. Estas espécies são as responsáveis pela

recolonização de ambientes perturbados por apresentarem dormência e alta capacidade de germinação quando expostas à maior luminosidade (Zaia & Takaki 1998). Por outro lado, espécies características dos estádios mais avançados da sucessão geralmente não ocorrem no BS, por possuírem sementes maiores, o que dificulta o seu enterramento, e que sofrem maior pressão de predação e de patógenos (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1990). Além disto, estas sementes podem ser recalcitrantes, as quais perdem o poder germinativo rapidamente (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia 1990).

Desta forma, o banco de sementes não representa uma figura completa da diversidade atual da floresta. À medida que as sementes vão se acumulando, o “pool” de sementes age como uma memória seletiva da vegetação presente nos estádios sucessionais anteriores (Silvertown 1987). Esta “memória ecológica” pode contemplar mais de cem anos de informação sobre as condições ambientais e o potencial da comunidade em responder a distúrbios ocorridos no passado e no presente (Souza *et al.* 2006).

Considerando a revegetação de áreas degradadas, tem sido proposto que o BS é um bom parâmetro para analisar a recuperação destas áreas, uma vez que sua avaliação é rápida, de baixo custo financeiro e não causa danos ao local (Martins *et al.* 2008). Estes autores avaliaram o BS em uma área restaurada e observaram a predominância de espécies herbáceas e graminóides oriundas de áreas antropizadas do entorno. Eles destacaram a fragilidade da vegetação arbustivo-arbórea presente na área degradada frente a alguma perturbação severa, como o fogo, por exemplo. Figueiredo *et al.* (2014) identificaram 118 espécies em amostragem realizada no banco de sementes de uma área de regeneração natural (capoeira), sendo a maioria (60%) pertencente ao hábito herbáceo. Londe *et al.* (2017) registraram 86 espécies em três amostragens do banco de sementes em área de restauração de floresta ripária, sendo que a maioria das espécies (87%) eram herbáceas. Monaco *et al.* (2003) encontraram muitas espécies herbáceas e arbóreas pioneiras no BS de uma floresta secundária em área de pastagem abandonada. No entanto, espécies pioneiras arbóreas e herbáceas tendem a diminuir gradativamente sua participação no BS, enquanto espécies arbóreas secundárias tardias e de sub-bosque tendem a aumentar conforme a idade da restauração (Longhi *et al.* 2005). Porém, as espécies dos estádios mais avançados da sucessão tendem a formar banco de plântulas (Souza *et al.* 2006). Por estas razões, existem dúvidas quanto ao uso do BS para avaliar o êxito de reflorestamento de áreas degradadas (Rodrigues & Gandolfi 2000, Braga *et al.* 2008).

Este estudo compara a composição do banco de sementes de fragmento de floresta estacional semidecidual e de reflorestamento adjacente, a fim de compreender o potencial regenerativo do local, o processo sucessional e a dispersão das espécies entre as áreas. Foram levantadas as seguintes hipóteses: a) o banco de sementes da floresta possui maior riqueza em razão da “memória ecológica” formada; b) o banco do reflorestamento, embora seja menos rico, já apresenta espécies do interior da mata, em razão da dispersão. Com base nos resultados e a partir de dados da literatura (Barbosa *et al.* 2007, Mantoani *et al.* 2012) foi analisado se o método foi adequado para a avaliação do êxito do reflorestamento no sítio amostrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

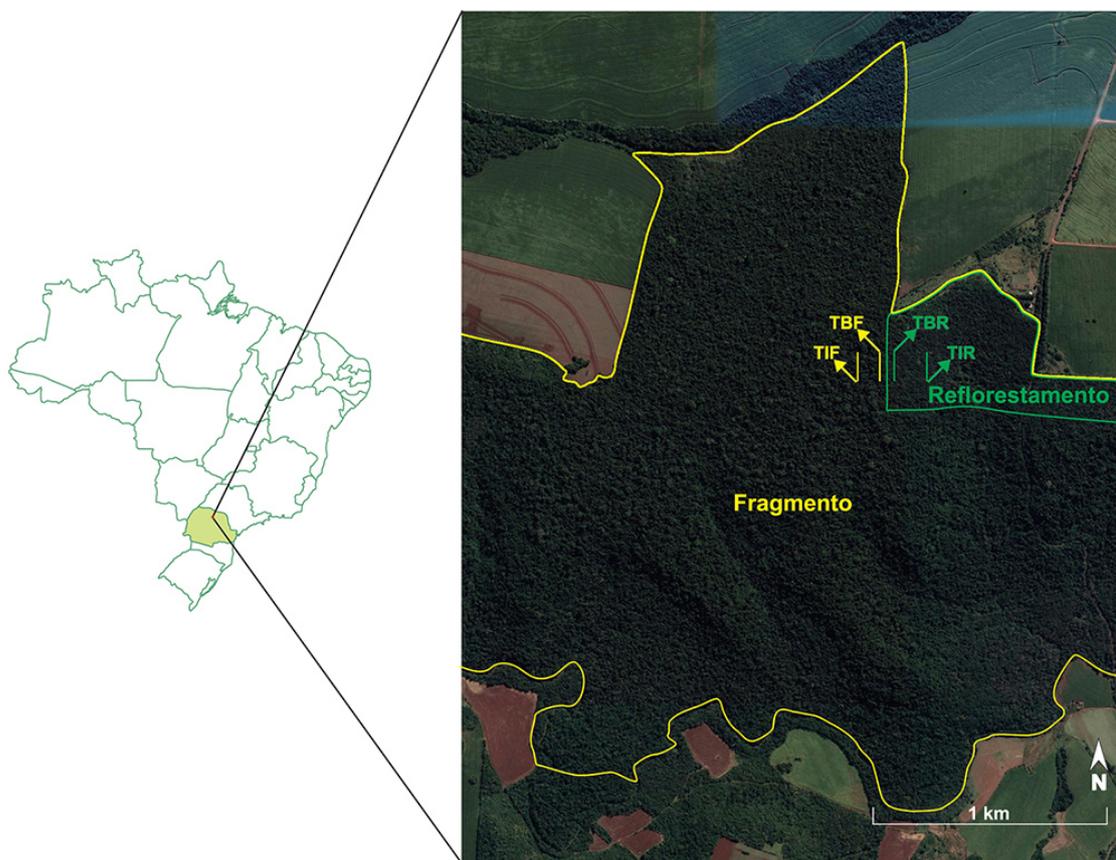
O Parque Estadual Mata dos Godoy – PEMG (23°26'35" S e 51°15'30" W – centro de visitantes) (Fig. 1) em Londrina, PR, possui área de 650 ha, em sua maior parte coberto por Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Vicente 2006), que se caracteriza pela ocorrência de abscisão foliar em 20 a 50% de seus indivíduos arbóreos durante a estação desfavorável ao crescimento (inverno). O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.* 2013), com verões quentes e caracterizados por maior pluviosidade, quando comparado ao inverno. Apresenta precipitação média anual de cerca de 1600 mm e oscilação marcante da temperatura ao longo do ano (Bianchini *et al.* 2006).

Na porção leste do PEMG e adjacente à floresta, foi reflorestada uma área de 40 ha que apresentava 23 anos de idade quando da coleta de dados. No reflorestamento foram utilizadas cinco espécies nativas: *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. (Boraginaceae), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae, Mimosoideae), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Fabaceae, Caesalpinioideae) e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. Provavelmente, em razão do espaçamento utilizado no plantio (3 m x 3 m) e pelo fato de as espécies serem caducifólias com dispersão anemocórica/autocórica de seus propágulos, o reflorestamento ainda se encontra em estágios iniciais de sucessão ecológica com o subosque dominado, em grande parte da área, pela espécie exótica capim-colonião (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) (Barbosa *et al.* 2007, Mantoani *et al.* 2012).

Na área de floresta, dois transectos de 150 m, paralelos à borda, foram traçados; um a cerca de 10 m (TBF) e o outro a cerca de 150 m (TIF) da divisa entre a floresta e o reflorestamento. Neste também foram traçados dois transectos paralelos aos da floresta, que foram delimitados a cerca de 50 m (TBR) e 150 m (TIR) da divisa (Fig. 1).

Em novembro de 2011, quinze amostras de solo foram coletadas sistematicamente em cada transecto, mantendo-se 10 m de distância entre cada ponto de coleta. As amostras de solo foram retiradas a uma profundidade de 5 cm, com coletor metálico medindo 15 cm de diâmetro por 5 cm de altura, totalizando 0,265 m<sup>2</sup> por transecto e 1,06 m<sup>2</sup> no total. Nos mesmos pontos de amostragem de solo, toda a serapilheira contida na área do diâmetro do coletor também foi recolhida para análise.

As amostras de solo e de serapilheira foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para casa de vegetação fechada com tela sombrite branca. A tela permite a ventilação da casa de vegetação, mantendo a temperatura e a umidade do ar similares àquela do ambiente externo, porém a tela impede a entrada de propágulos contaminantes. Os sacos com as amostras de cada transecto (solo e serapilheira) foram dispostos lado a lado em uma bancada e intercalados por bandejas plásticas contendo areia lavada e esterilizada como sítios controle (modificada de Zimmerman *et al.* 2000). As amostras foram irrigadas manualmente duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde, evitando-se os períodos mais quentes. Não houve controle da temperatura e da umidade relativa do ar durante o experimento. A cada dois dias foram efetuados o registro de germinação, a retirada das plântulas e a identificação das espécies presentes no banco. As plântulas não identificadas foram transferidas para tubetes e cultivadas até que a identificação da espécie fosse possível. A cada três meses o substrato foi revolvido para oxigenar o solo e desenterrar propágulos. Como nos dois últimos meses pouquíssimas plântulas germinaram, o experimento foi finalizado após oito meses do início. As espécies foram agrupadas por famílias de acordo com APG IV (2016) e os nomes e autorias estão de acordo com a lista da Flora do Brasil (2019). Plântulas não identificadas foram identificadas



**Fig. 1.** Localização dos transectos no fragmento de floresta estacional semidecidual (amarelo) e no reflorestamento adjacente (verde) onde foram coletadas as amostras do banco de semente do solo do Parque Estadual Mata dos Godoy, município de Londrina, Paraná, sul do Brasil. TIF – interior de floresta (150 m da borda); TBF – borda da floresta (10 m da borda); TBR – borda do reflorestamento (50 m da borda); TIR – interior do reflorestamento (150 m da borda). O reflorestamento está contornado em verde e o fragmento em amarelo. A linha verde entre os transectos do fragmento e do reflorestamento demarca o limite entre o fragmento florestal e o reflorestamento.

Fonte: Google Earth.

como morfoespécies. De agora em diante no texto, o termo “espécie” será utilizado para se referir às espécies identificadas bem como às morfoespécies.

Os dados foram analisados quanto à riqueza, equabilidade e diversidade do banco de sementes, para cada sítio analisado e para cada transecto, utilizando os índices de equabilidade (J) de Pielou (Krebs 1989) e os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de Simpson (1-D). Para testar se os valores de H' diferiam, utilizou-se o teste t ( $P < 0,05$ ). Calculou-se também os índices de similaridade de Sorensen (Brower & Zar 1984) e de Bray-Curtis (Krebs 1989). Os transectos foram ordenados de acordo com a dissimilaridade em suas composições de espécies, usando análise de coordenadas principais (PCoA). Para isto foi montada uma matriz binária de presença e ausência de espécies e gerado uma matriz de distância de Bray-Curtis (Gotelli & Ellison 2011).

Para cada sítio analisado e para cada transecto, foram calculadas as proporções de espécies e indivíduos por grupo ecológico, hábito e síndrome de dispersão. Para cada transecto foram determinados a densidade relativa (Dr), a frequência absoluta (Fa), a frequência relativa (Fr) e o valor de importância da espécie no banco (VI). Esses descritores foram calculados, conforme Caldato

*et al.* (1996): a)  $Dr_i = n_i \cdot 100/N$ ; b)  $Fa_i = P_i \cdot 100/P$ ; c)  $Fr_i = Fa_i \cdot 100 / FAT$ ; d)  $FAT = \sum Fa_i$ ; e)  $VI = Dr \% + Fr \%$ , em que,  $n_i$  = número de indivíduos da espécie i,  $N$  = número total de indivíduos amostrados,  $P_i$  = número de parcelas onde ocorre a espécie i,  $P$  = número total de parcelas e  $FAT$  = frequência absoluta total.

## RESULTADOS

No total foram amostradas em média, 875 plântulas (825 plântulas  $m^{-2}$ ), pertencentes a 37 espécies e 23 famílias, com densidade de 1.073 plântulas  $m^{-2}$  para o reflorestamento e de 577 plântulas  $m^{-2}$  para a floresta. As famílias têm entre uma e duas espécies, sendo que apenas Poaceae apresentou três espécies (Tab. 1). O BS da floresta apresentou maior riqueza de espécies (29) em comparação ao reflorestamento (21). Destaca-se a ocorrência de três espécies exóticas no BS: *Melia azedarach*, *Megathirsus maximus* e *Eucalyptus grandis* (Tab. 1). Treze espécies foram amostradas em TIF, 21 em TBF, 17 em TBR e 14 em TIR (Tab. 2). A maioria das plântulas foi amostrada no BS do reflorestamento (65%), sendo 337 em TBR (38,5%) e 232 em TIR (26,5%). Na floresta, 222 plântulas foram amostradas em TIF (25,4%) e 84 em TBF (9,6%) (Tab. 2).

**Tabela 1.** Espécies amostradas no banco de sementes do Parque Estadual Mata dos Godoy, município de Londrina, Paraná, sul do Brasil. GE = grupo ecológico (I = intolerante à sombra; T = tolerante à sombra); H = hábito (A = arbóreo; Ab = arbustivo; L = liana; H = herbácea); SD = síndrome de dispersão (Z = zoocoria; A = anemocoria; Au = autocoria); T = transectos (TIF: interior de floresta, TBF: borda de floresta, TBR: borda de reflorestamento, TIR: interior de reflorestamento). \* - indica espécies exóticas.

Famílias/Espécies	Total	GE	H	SD	Ocorrência
Asteraceae					
<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	1	-	H	A	TB
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	4	-	H	A	TI; TB; TBR
Cactaceae					
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	1	-	L	Z	TI
Cannabaceae					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	I	A	Z	TB
Cyperaceae					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	71	-	H	A	TB; TBR; TIR
Euphorbiaceae					
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	25	I	A	Au	TBR
Lamiaceae					
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	7	-	H	A	TB; TBR; TIR
Lauraceae					
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1	T	A	Z	TIR
Leguminosae					
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1	I	A	A	TB
Malvaceae					
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	29	I	A	A	TI; TB; TBR; TIR
Meliaceae					
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	5	T	A	Z	TI; TB
<i>Melia azedarach</i> L.*	167	I	A	Z	TI; TBR; TIR
Moraceae					
<i>Ficus eximia</i> Schott	196	I	A	Z	TI; TBR
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger, Lanj & de Boer	1	T	A	Z	TI
Myrtaceae					
<i>Eucalyptus grandis</i> W.Hill*	2	I	A	A	TI
Nyctaginaceae					
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	1	I	A	A	TI
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	2	T	A	Z	TI
Orchidaceae					
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	2	-	H	-	TB
Oxalidaceae					
<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	13	-	H	A	TB; TIR
Phyllanthaceae					
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	3	-	H	Au	TB; TIR
Poaceae					
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs*	197	-	H	A	TB; TBR; TIR
Poaceae 1	2	-	H	A	TBR
Poaceae 2	5	-	H	A	TI; TBR

Tabela 1. Cont.

Famílias/Espécies	Total	GE	H	SD	Ocorrência
Rhamnaceae					
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	5	I	A	Au	TBR; TIR
<i>Gouania ulmifolia</i> Hook. & Arn.	44	-	L	A	TB; TBR; TIR
Sapindaceae					
<i>Serjania</i> sp.	1	-	H	A	TB
Solanaceae					
<i>Solanum americanum</i> Mill.	2	-	H	Z	TB
Solanaceae	1	-	-	-	TB
Talinaceae					
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	43	-	H	Z	TB; TBR; TIR
Urticaceae					
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	I	A	Z	TB
Violaceae					
<i>Hybanthus communis</i> (A. St.-Hill.) Taub.	1	-	Ab	-	TIR
Espécies Indeterminadas					
Espécie 1	24	-	-	-	TI; TB; TIR
Espécie 3	1	-	H	-	TBR
Espécie 6	5	-	-	-	TBR; TIR
Espécie 7	2	-	-	-	TBR
Espécie 8	7	-	H	-	TI; TB; TBR
Espécie 9	1	-	H	-	TB
Total	875				

O índice de diversidade de Shannon, considerando todas as amostras, foi de 2,29, com índice de equabilidade (J) de 0,63. Os transectos de borda foram mais diversos e com maior equabilidade que os do interior, tanto na floresta quanto no reflorestamento, sendo que TBF obteve maior diversidade e equabilidade, embora tenha apresentado menor abundância (Tab. 3). Para os transectos da floresta, a diversidade e a equabilidade da serapilheira foram menores que a do solo (Tab. 3).

Em TIF, *Ficus eximia* foi a espécie mais importante do banco, apresentando os maiores valores de densidade, frequência e valor de importância (VI). Duas espécies exóticas foram amostradas neste transecto, porém com baixo VI (Tab. 2). Em TBF, apenas três espécies apresentaram VI acima de 20%, sendo *Gouania ulmifolia* a que alcançou o maior VI (36%). Quanto as espécies exóticas, apenas *M. maximus* foi amostrada no BS e com baixo VI (Tab. 2). Em TBR, *M. maximus* dominou o banco, com 46% de densidade relativa e 73,8% de VI. *Melia azedarach* também foi amostrada neste transecto, porém com baixo VI. *Cyperus rotundus* (25,9%) e *Talinum paniculatum* (23,5%) também se destacaram em VI (Tab. 2). Em TIR, as espécies exóticas *Melia azedarach* e *M. maximus* foram as espécies com os maiores VI. Ressalta-se a participação de *Heliocarpus americanus* (VI = 25,2%), uma espécie arbórea nativa (Tab. 2).

A maior similaridade foi observada entre os transectos do reflorestamento e as menores similaridades foram entre TIF e os transectos do reflorestamento (Tab. 4). Das 21 espécies amostradas no reflorestamento, apenas sete (seis arbóreas e uma liana) são típicas da floresta estacional semidecidual, das quais uma (*C. glandulosa*) foi utilizada no plantio.

Os transectos TIR, TBR, TBF e TIF foram ordenados da esquerda para a direita ao longo do eixo 1, que explica 60,6% da variância total da matriz de distância. O eixo 2 separa principalmente os transectos do fragmento e explica uma variância adicional de 31% da matriz de distância (Fig. 2). O número de espécies exclusivas foi maior em TBF (9) e TIF (5) que nos transectos do reflorestamento (TBR (4) e TIR (2)). Porém, enquanto que para TBF cinco espécies eram compartilhadas com TBR e TIR, TIF foi mais dissimilar, pois apenas uma espécie era compartilhada com os transectos do reflorestamento (Tab. 2).

No geral, o BS foi constituído, principalmente, por espécies herbáceas (43%) e anemocóricas (38%). Em TIF, o principal hábito amostrado foi o arbóreo (62%) e, das oito espécies arbóreas amostradas, 38% eram tolerantes à sombra (Tabs. 1 e 2). Zoocoria (46%) e anemocoria (38%) foram as principais síndromes de dispersão (Tabs. 1 e 2). Em TBF, o hábito mais representativo foi o herbáceo (62%) e dentre as espécies arbóreas (5) somente uma era tolerante à sombra. Anemocoria foi a principal síndrome de dispersão amostrada (48%) (Tabs. 1 e 2).

**Tabela 2.** Densidade relativa (Dr), frequência absoluta (Fa), frequência relativa (Fr) e valor de importância (VI) das espécies presentes no banco de sementes. N = número de indivíduos; T = transectos (TIF: interior de floresta, TBF: borda de floresta, TBR: borda de reflorestamento, TIR: interior de reflorestamento). Os autores dos nomes específicos constam da tabela 1. \* - indica espécies exóticas.

TIF	N	Dr (%)	Fa (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	1	0,4	6,6	3,5	4,0
<i>Eucalyptus grandis</i>	2	0,9	13,3	7,1	8,0
<i>Ficus eximia</i>	195	87,8	73,3	39,2	127,1
<i>Guarea kunthiana</i>	4	1,8	20	10,7	12,5
<i>Heliocarpus americanus</i>	1	0,4	6,6	3,5	4,0
<i>Melia azedarach</i>	1	0,4	6,6	3,5	4,0
<i>Pereskia aculeata</i>	1	0,4	6,6	3,5	4,0
<i>Pisonia ambigua</i>	2	0,9	6,6	3,5	4,4
<i>Sonchus oleraceus</i>	2	0,9	13,3	7,1	8,0
<i>Sorocea bonplandii</i>	1	0,4	6,6	3,5	4,0
Poaceae 2	2	0,9	13,3	7,1	8,0
Espécie 1	8	3,6	6,6	3,5	7,1
Espécie 8	2	0,9	6,6	3,5	4,4
Total	222	100		100	200
TBF	N	Dr (%)	Fa (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Cyperus rotundus</i>	14	16,7	20	8,1	24,8
<i>Guarea kunthiana</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Gouania ulmifolia</i>	19	22,7	33,3	13,5	36,1
<i>Heliocarpus americanus</i>	2	2,4	13,3	5,4	7,8
<i>Leonotis nepetifolia</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Mikania glomerata</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Megathyrsus maximus</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Peltophorum dubium</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Phyllanthus niruri</i>	2	2,4	13,3	5,4	7,8
<i>Oeceoclades maculata</i>	2	2,4	13,3	5,4	7,8
<i>Solanum americanum</i>	2	2,4	13,3	5,4	7,8
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Talinum paniculatum</i>	14	16,7	26,7	10,8	27,5
<i>Trema micrantha</i>	1	1,2	6,7	2,7	3,9
<i>Serjania</i> sp.	1	1,2	6,7	2,7	3,9
Poaceae 2	3	3,6	13,3	5,4	9
Solanaceae	1	1,2	6,7	2,7	3,9
Espécie 1	11	13,1	13,3	5,4	18,5
Espécie 8	4	4,8	13,3	5,4	10,2
Espécie 9	1	1,2	6,7	2,7	3,9
Total	84	100		100	200
TBR	N	Dr (%)	Fa (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Colubrina glandulosa</i>	3	0,9	6,7	1,8	2,7
<i>Croton floribundus</i>	25	7,4	26,7	7,4	14,8
<i>Cyperus rotundus</i>	56	16,6	33,3	9,2	25,9
<i>Ficus eximia</i>	1	0,2	6,7	1,8	2,1
<i>Gouania ulmifolia</i>	24	7,1	13,3	3,7	10,8
<i>Heliocarpus americanus</i>	14	4,1	13,3	3,7	7,8
<i>Leonotis nepetifolia</i>	1	0,3	6,7	1,9	2,1

Tabela 2. Cont.

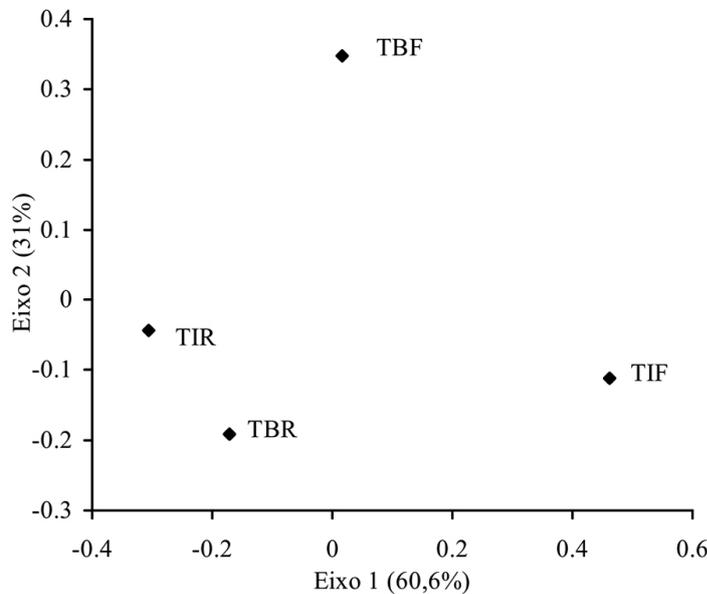
TBR	N	Dr (%)	Fa (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Melia azedarach</i>	15	4,4	13,3	3,7	8,1
<i>Oxalis corymbosa</i>	9	2,7	20	5,6	8,2
<i>Megathyrsus maximus</i>	155	45,9	100	27,8	73,8
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0,2	6,7	1,9	2,1
<i>Talinum paniculatum</i>	23	6,8	60	16,7	23,4
Poaceae 1	2	0,6	6,7	1,9	2,4
Espécie 3	1	0,2	6,7	1,9	2,1
Espécie 6	4	1,2	26,7	7,4	8,5
Espécie 7	2	0,6	6,7	1,8	2,4
Espécie 8	1	0,2	6,7	1,8	2,1
Total	337	100		100	200
TIR	N	Dr (%)	Fa (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Colubrina glandulosa</i>	2	0,7	6,7	2,2	3,1
<i>Cyperus rotundus</i>	1	0,4	6,7	2,2	2,6
<i>Gouania ulmifolia</i>	1	0,4	6,7	2,2	2,6
<i>Heliocarpus americanus</i>	12	5,2	60	20	25,2
<i>Hybanthus communis</i>	1	0,4	6,7	2,2	2,6
<i>Leonotis nepetifolia</i>	5	2,1	13,3	4,4	6,6
<i>Megathyrsus maximus</i>	41	17,7	73,3	24,4	42,1
<i>Melia azedarach</i>	151	65,1	66,7	22,2	87,3
<i>Ocotea puberula</i>	1	0,4	6,7	2,2	2,6
<i>Oxalis corymbosa</i>	4	1,7	20	6,7	8,4
<i>Phyllanthus niruri</i>	1	0,4	6,7	2,2	2,6
<i>Talinum paniculatum</i>	6	2,6	13,3	4,4	7,0
Espécie 1	5	2,1	6,7	2,2	4,3
Espécie 6	1	0,4	6,7	2,2	2,6
Total	232	100		100	200

**Tabela 3.** Índices de diversidade (Shannon (H') e Simpson (1-D)) e de equabilidade (Pielou (J)) de espécies amostradas no banco de sementes. T = transectos (TIF: interior de floresta, TBF: borda de floresta, TBR: borda de reflorestamento, TIR: interior de reflorestamento). Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística (P<0,05) pelo teste t.

Transectos	H'	1-D	J
TIF	0,64d	0,23	0,25
TBF	2,40a	0,87	0,79
TBR	1,83b	0,74	0,65
TIR	1,25c	0,54	0,47

**Tabela 4.** Índices de similaridade entre os bancos de sementes amostrados em transectos (TIF = interior de floresta, TBF = borda de floresta, TBR = borda de reflorestamento, TIR = interior de reflorestamento) no Parque Estadual Mata dos Godoy, sul do Brasil.

Transectos	Bray-curtis	Sorensen
TIF-TBF	0,11	0,35
TIF-TBR	0,02	0,33
TIF-TIR	0,03	0,29
TBF-TBR	0,25	0,42
TBF-TIR	0,11	0,44
TBR-TIR	0,30	0,63



**Fig. 2.** Ordenação dos transectos de amostragem do banco de semente do solo resultante de análise de coordenadas principais (PCoA). TIF – interior de floresta (150 m da borda); TBF – borda da floresta (10 m da borda); TBR – borda do reflorestamento (50 m da borda); TIR – interior do reflorestamento (150 m da borda).

O mesmo padrão de TBF se repete para TBR e TIR. Em TBR, as espécies herbáceas (53%) e anemocóricas (47%) foram predominantes. Todas as espécies arbóreas amostradas eram intolerantes à sombra (Tabs. 1 e 2). Em TIR, o hábito dominante foi o herbáceo (43%), seguido pelo arbóreo (29%). Das espécies arbóreas (4), somente uma era tolerante à sombra. Anemocoria (43%) foi a síndrome predominante (Tabs. 1 e 2).

## DISCUSSÃO

Quanto ao número de sementes germinadas, observou-se maior densidade no reflorestamento que na floresta, estando em acordo com a literatura que relata redução no número de propágulos por m<sup>2</sup> com o avanço do processo sucessional (Araujo *et al.* 2001, Baider *et al.* 2001, Franco *et al.* 2012). A floresta do PEMG é conservada e sem histórico de ação antrópica. Embora o BS represente uma “memória ecológica” (Silvertown 1987, Souza *et al.* 2006), a diversidade e a densidade do BS tendem a diminuir em florestas tropicais maduras (Garwood 1989), porque a estrutura florestal diminui a entrada da chuva de sementes e as espécies que compõem essas florestas tendem a formar banco de plântulas (Souza *et al.* 2006). A riqueza de espécies amostrada na floresta do PEMG foi similar àquela registrada por Nóbrega *et al.* (2009) e inferior àquelas registradas por Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002), Braga *et al.* (2008) e Franco *et al.* (2012), em remanescentes de FES. Entretanto, estas comparações devem ser analisadas com cuidado em razão da metodologia empregada em cada estudo.

A diversidade amostrada no BS do PEMG foi similar àquela amostrada por Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) e superior às amostragens obtidas por Scherer

& Jarenkow (2006) e Soares & Laurito (2017), ambos em remanescentes de floresta estacional. Os transectos de borda (TBF e TBR) apresentaram maior riqueza e diversidade porque foram alocados na região de transição (ecótono) entre a floresta conservada e o reflorestamento. Segundo Pianka (1982), em geral, a região de transição possui maior riqueza por conter espécies características das duas formações envolvidas. O BS destes transectos apresentaram principalmente espécies arbóreas pioneiras e herbáceas, corroborando dados do BS de remanescentes florestais e de áreas degradadas em recuperação (Monaco *et al.* 2003, Gasparino *et al.* 2006, Nóbrega *et al.* 2009, Franco *et al.* 2012, Capellesso *et al.* 2015). Fragmentos florestais perturbados (corte seletivo, fogo, etc) e bordas de fragmentos florestais conservados (maior efeito do vento sobre as copas) apresentam dossel mais aberto o que favorece a ocorrência de espécies pioneiras. Garwood (1989) detectou entre 25 e 90% de espécies herbáceas no banco de sementes no solo de áreas perturbadas. Segundo Laurance *et al.* (2001), nas bordas de fragmentos florestais, a presença de lianas é frequente, por estas serem favorecidas pela grande penetração lateral de luz. Nos dois transectos de borda, destaca-se a ocorrência de *Gouinia ulmifolia*, liana abundante em borda de fragmentos de florestas estacionais (Durigon *et al.* 2009). Como se trata de espécie anemocórica e heliófila, ela pode ser favorecida nas bordas da floresta, florestas secundárias e em áreas reflorestadas (E. Bianchini, dados não publicados).

A elevada proporção de *F. eximia* no banco de TIF, o que resultou em baixa equabilidade ( $J=0,25$ ), também contribuiu para diminuição da diversidade, corroborando os dados de Araujo *et al.* (2001). Entretanto, equabilidade acima de 0,60 ( $J$ ) foi registrada para remanescentes de FES (Braga *et al.* 2008, Nóbrega *et al.* 2009). *Ficus eximia* produz sicônios

ao longo do ano, intercalando períodos de alta e baixa produção e constitui recurso essencial à fauna frugívora (Bianchini *et al.* 2015). Provavelmente, o grande número de sementes por sicônio, a grande produção de sicônios por planta e sua ampla dispersão zoocórica contribuiu para a elevada proporção da espécie no BS do TIF.

A fragmentação, o histórico de uso e a perturbação de ambientes em regeneração também influenciam a riqueza e a abundância de espécies no solo (Scherer & Jarenkow 2006). O transecto TIR é dominado pelas espécies exóticas *M. azedarach* e *M. maximus* e tem a segunda menor diversidade e equabilidade entre os transectos. A área reflorestada foi anteriormente utilizada para agricultura, o que provavelmente facilitou a chegada dos propágulos de espécies exóticas invasoras e provocou a redução da riqueza do BS, mesmo estando adjacente à floresta (fonte de propágulos). O banco de sementes é tipicamente deplecionado após uns poucos anos de cultivo (Cubiña & Aide 2001, López-Toledo & Martínez-Ramos 2011) e ocorre a incorporação de sementes de plantas invasoras que podem impedir ou atrasar o processo de restauração (Monquero & Christoffoleti 2005).

A baixa similaridade entre os transectos não era esperada. Similaridade acima de 60% foi observada em florestas de diferentes status sucessionais na Amazônia (Araújo *et al.* 2001). No entanto, foi observada baixa similaridade florística no banco de sementes entre floresta primária e floresta secundária antiga na Indonésia (Brearley *et al.* 2004). A maior similaridade entre TBF e TBR com TIR do que com TIF, possivelmente ocorreu porque a borda do fragmento apresenta maior luminosidade e mais curta distância de dispersão do reflorestamento, o que beneficia espécies pioneiras e aumenta a probabilidade de invasão por espécies não-florestais. O TIF, no entanto, não é tão influenciado por áreas externas mantendo a maior dissimilaridade com os demais transectos, compartilhando apenas uma espécie, exclusivamente, com os transectos do reflorestamento e suas espécies exclusivas eram predominantemente arbóreas. Estudando o efeito do tamanho do fragmento sobre a densidade e a riqueza do banco de sementes, Sousa *et al.* (2017) verificaram que os fragmentos menores (1 e 10 ha) apresentavam maior densidade e riqueza que os fragmentos maiores (100 ha) em razão do maior número de espécies pioneiras e de espécies não-florestais.

Barbosa *et al.* (2007) e Mantoani *et al.* (2012) avaliaram as espécies regenerantes (plantas lenhosas com mais de 10 cm de altura) no mesmo reflorestamento deste estudo e registraram 118 e 95 espécies, respectivamente, superior à riqueza amostrada no BS. O hábito e a síndrome de dispersão predominante no estrato regenerante foram o arbóreo e a zoocoria (Barbosa *et al.* 2007). Portanto, os dados do BS diferem dos dados já publicados para o reflorestamento, o que sugere que apenas a análise do banco de sementes não é suficiente para a avaliação do sucesso de reflorestamentos. Barbosa *et al.* (2007) também sugeriram que os animais dispersores poderiam

evitar o reflorestamento em razão do plantio de espécies anemocóricas e autocóricas, impedindo ou diminuindo a chegada de diásporos de espécies zoocóricas tolerantes à sombra, o que contribuiria para retardar, ou mesmo paralisar, o processo sucessional (Wunderle 1997). Isto justificaria a presença de um subosque aberto, dominado pela gramínea exótica e a lenta regeneração de espécies das etapas finais do processo sucessional. Portanto, a distância do reflorestamento em relação à floresta adjacente é uma barreira menor do que aquela imposta pela própria estrutura do reflorestamento (Barbosa *et al.* 2007) e os dados do BS corroboram esta informação.

A presença de exóticas no banco de sementes pode representar uma ameaça às espécies nativas em ambos os sítios amostrais e pode atrapalhar o desenvolvimento sucessional do reflorestamento, indicando a necessidade de monitoramento e de ações de manejo na área. No Paraná, *Melia azedarach* é classificada como espécie exótica e invasora (IAP 2015). Trata-se de uma espécie arbórea zoocórica com potencial de atrair dispersores para o reflorestamento, além de contribuir com o fechamento do dossel e, conseqüentemente, diminuir a entrada de luz na área reflorestada, possibilitando a redução da dominância do capim colônio no local. Contudo, é uma espécie exótica que se propaga com facilidade em razão da alta produção de frutos, podendo ser um problema para o estabelecimento das espécies nativas (Londe *et al.* 2017). *Megathirus maximus*, também é classificada como exótica invasora (IAP 2015). Esta espécie pode prejudicar a germinação e o estabelecimento das espécies do BS, em razão do sombreamento do solo e a competição por água e nutrientes, além de reduzir a chuva de sementes por dificultar a chegada das sementes ao solo (barreira física). Robertson & Hickman (2012) também notaram diminuição da densidade de sementes no banco (principalmente de espécies nativas), devido às gramíneas invasoras.

Em TIF, *M. azedarach* e *E. grandis* foram as únicas espécies exóticas amostradas. A primeira foi proveniente do reflorestamento, enquanto que a segunda provavelmente de algum reflorestamento ou indivíduo plantado em fazendas próximas ao PEMG. Como ambas não foram abundantes no banco, a princípio a presença não oferece risco, mas indica a necessidade de monitoramento constante a fim de detectar possível crescimento populacional. Este transecto, como era esperado, apresentou maior riqueza de espécies arbóreas (Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002, Perera 2005). Entretanto, Grombone-Guaratini *et al.* (2004) registraram 76% de espécies herbáceas no BS de remanescente de FES no sudeste do Brasil e isto pode ser reflexo da dispersão de sementes de áreas vizinhas perturbadas, indicando um risco para o fragmento estudado.

A anemocoria foi a síndrome de dispersão dominante nos transectos TBF, TBR e TIR, o que era esperado, pois o BS é formado por espécies típicas de início da sucessão, cuja síndrome dominante é a anemocoria, juntamente com a zoocoria (Swaine & Whitmore 1988). Em TIF, o dossel mais fechado reduz a velocidade do vento e prejudica a

dispersão dos propágulos anemocóricos, o que justifica o predomínio da zoocoria neste transecto, similar ao que foi observado em fragmento de floresta estacional semidecidual (Nunes *et al.* 2003).

Deve ser destacado que, contrariamente aos resultados deste estudo, a riqueza de espécies no componente regenerante do reflorestamento (Barbosa *et al.* 2007, Mantoani *et al.* 2012) foi maior que a riqueza amostrada no BS. Possivelmente isto ocorreu porque a riqueza de espécies no BS é espacialmente heterogênea (Perera 2005) e quanto maior for a área total de solo amostrada e maior o tamanho e a distância entre as amostras, maior tende a ser esta riqueza. No entanto, isto também pode estar relacionado a uma possível limitação na metodologia utilizada (germinação das sementes) e levanta dúvidas sobre o uso do BS para a avaliação do processo de regeneração (Braga *et al.* 2008, Rodrigues & Gandolfi 2000).

## CONCLUSÃO

Como esperado, o banco de sementes da floresta apresentou maior riqueza e menor abundância em relação ao reflorestamento. Apesar da proximidade entre os sítios, no banco de sementes do reflorestamento foram amostradas poucas espécies florestais, mesmo aquelas de início de sucessão. Este dado, aliado aos estudos da regeneração (Barbosa *et al.* 2007; Mantoani *et al.* 2012), indica que o desenvolvimento do processo sucessional na área é lento. Portanto, ações de manejo no reflorestamento talvez sejam necessárias, a fim de acelerar o processo sucessional e aumentar a complexidade estrutural, garantindo que, caso ocorra alguma perturbação, o banco de sementes possa auxiliar na regeneração. Sugere-se também que somente a análise do banco de sementes não é adequada para avaliar o processo sucessional em um reflorestamento, sendo necessários estudos adicionais, como estudos florísticos e estruturais do estrato regenerante em áreas restauradas.

## REFERÊNCIAS

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Moraes, G., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22:711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1):1-20.

Araujo, M.M., Oliveira, F.A., Vieira, I.C.G., Barros, P.L.C. & Lima, C.A.T. 2001. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis* 59:115-130. <https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/nr59/cap09.pdf>

Baider, C., Tabarelli, M. & Mantovani, W. 2001. The soil seed bank during atlantic forest regeneration in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61(1):35-44

Barbosa, C.E.A., Benato, T., Carrasco, P.L., Cavalheiro, A.L. & Torezan J.M.D. 2007. Regeneração natural em um reflorestamento a diferentes distâncias da borda de um fragmento adjacente de Floresta Estacional Semidecidual. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1 supl):612-614.

Bianchini, E., Pimenta, J.A. & Santos, F.A.M. 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em

floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 4(29):595-602. <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbb/v29n4/08.pdf>

Bianchini, E., Emmerick, J.M., Messetti, A.V.L. & Pimenta, J.A. 2015. Phenology of two *Ficus* species in seasonal semi-deciduous forest in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75:206–214. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.10614>

Braga, A.J.T., Griffith, J.J., Paiva, H.N. & Meira Neto, J.A.A. 2008. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. *Revista Árvore* 32(6):1089-1098.

Brearley, F.Q., Prajadinata, S., Kidd, P.S. & Proctor, J. 2004. Structure and floristics of an old secondary rain forest in Central Kalimantan, Indonesia, and a comparison with adjacent primary Forest. *Forest Ecology and Management* 195:385–397. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.048>

Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. *Field & Laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown, Dubuque, 226p.

Caldato, S.L., Floss, P.A., Croce, D.M. & Longhi, S.J. 1996. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. *Ciência Florestal* 6(1):27-38. <https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/viewFile/323/191>

Capellesso, E.S., Santolin, S.F. & Zanin, E.M. 2015. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil. *Revista Árvore* 39(5):821-829.

Cubiña, A. & Aide, T.M. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* 33:260–267. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00177.x>

Durigon, J., Canto-Dorow, T.S. & Eisinger, S.M. 2009. Composição florística de trepadeiras ocorrentes em bordas de fragmentos de floresta estacional, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60(2):415-422. <https://www.jstor.org/stable/23499998>

Franco, B.K.S., Martins, S.V., Faria, P.C.L. & Ribeiro, G.A. 2012. 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* 36(3):423-432.

Figueiredo, P.H.A., Miranda, C.C., Araujo, F.M. & Valcarcel, R. 2014. Germinação *ex-situ* do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. *Scientia Forestalis* 42(101):69-80. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr101/cap07.pdf>

Flora do Brasil 2020, em construção. 2019. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br>. Acesso em 16.09.2019.

Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. *In Ecology of soil seed banks* (M.A. Leck, T.V. Parker & R.L. Simpson, eds.). Academic Press, New York, p. 149-204.

Gasparino, D., Malavasi, U.C., Malavasi, M.M. & Souza, I. 2006. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. *Revista Árvore* 30(1):1-9.

Gotelli, N.J. & Elisson, A.M. 2011. *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed, Porto Alegre, 527p.

Grombone-Guaratini, M.T. & Rodrigues, R. 2002. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 18:759–774. <https://doi.org/10.1017/S0266467402002493>

Grombone-Guaratini, M.T., Leitao-Filho, H.F. & Kageyama, P.Y. 2004. The seed bank of a gallery forest in southeastern Brazil. *Brazilian Archives Biology and Technology* 47(5):793-797. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132004000500015>

Instituto Ambiental do Paraná – IAP. 2015. Lista de espécies exóticas invasoras do Paraná. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/PEEI\\_PR/Folder\\_Web\\_geral.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/PEEI_PR/Folder_Web_geral.pdf). Acesso em 10.09.2019.

Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, Nova York, 654p.

Laurance, W.F., Perez-Salicipru, D., Delamonica, P., Fearnside, P.M., D'Angelo, S. Jerozolinski, A., Pohl, L. & Lovejoy, T.E. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82(1):105-1

- Londe, V., Sousa, H.C. & Kozovits, A.R. 2017. Exotic and invasive species compromise the seed bank and seed rain dynamics in forests undergoing restoration at urban regions. *Journal of Forestry Research* 28(5):1019–1026. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0370-2>
- Longhi, S.J., Brun, E.J., Oliveira, D.M., Fialho, L.E.B., Wojciechowski, J.C. & Vaccaro, S. 2005. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. *Ciência Florestal* 15(4):359-370. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1873>
- López-Toledo, L. & Martínez-Ramos M. 2011. The soil seed bank in abandoned tropical pastures: source of regeneration or invasion? *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:663–678.
- Mantoani, M.C., Andrade, G.R., Cavalheiro, A.L. & Torezan, J.M.D. 2012. Efeitos da invasão por *Panicum maximum* Jacq. e do seu controle manual sobre a regeneração de plantas lenhosas no sub-bosque de um reflorestamento. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* 33(1):97-110. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabi/article/view/9877>
- Martins, S.V., Almeida, D.P., Fernandes, L.V. & Ribeiro, T. 2008. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore* 32(6):1081-1088.
- Monaco, L.M., Mesquita, R.C.G. & Williamson, G.B.O. 2003. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. *Acta Amazônica* 33(1):41-52. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/6097>
- Monquero, P.A. & Christoffoleti, P.J. 2005. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. *Bragantia* 64(2):203-209. <http://www.scielo.br/pdf/0D/brag/v64n2/a06v64n2.pdf>
- Nóbrega, A.M.F., Valeri, S.V., Paula, R.C., Pavani, M.C.M.D. & Silva, S.A. 2009. Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma várzea do rio Mogi-Guaçu – SP. *Revista Árvore* 33(3):403-411.
- Nunes, Y.R.F., Mendonça, A.V.R., Botezelli, L., Machado, E.L.M. & Oliveira-Filho, A.T. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botanica Brasilica* 17(2):213-229. 2003 213
- Perera, G.A.D. 2005. Spatial heterogeneity of the soil seed bank in the tropical semi-deciduous forest at Wasgomuwa National Park, Sri Lanka. *Tropical Ecology* 46(1):79-89. [https://www.tropecol.com/pdf/open/PDF\\_46\\_1/46106.pdf](https://www.tropecol.com/pdf/open/PDF_46_1/46106.pdf)
- Pianka, E.R. 1982. *Ecologia evolutiva*. Omega, Barcelona.
- Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In *Matas ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho, eds.). Editora da Universidade de São Paulo/Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 241- 243.
- Robertson, S.G. & Hickman, K.R. 2012. Aboveground plant community and seed bank composition along an invasion gradient. *Plant Ecology* 213:1461-1475. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-012-0104-7>
- Scherer, C. & Jarenkow, J.A. 2006. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(1):67-77.
- Silvertown, J. W. 1987. *Introduction to plant population ecology*. Longman Scientific & Technical, Essex, 229p.
- Soares, J.J., & Laurito, S.F. 2017. Seasonal semidecidual forest fragment soil seed bank and its relationship with conservation. *Revista Árvore* 41(3):e410311. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000300011>
- Sousa, T.R., Costa, F.R.C., Bentos, T.V., Leal Filho, N., Mesquita, R.C.G. & Ribeiro, I.O. 2017. The effect of forest fragmentation on the soil seed bank of Central Amazonia. *Forest Ecology and Management* 393:105–112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.020>
- Souza, P.A., Venturin, N., Griffith, J.J. & Martins, V. 2006. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. *Cerne* 12(1):56-67.
- Swaine, M.D. & Whitmore, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75:81-86. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00044629>
- Thompson, K. 2000. The functional ecology of seed banks. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (M. Fenner, ed.). Cab International, New York, p. 215-235.
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1990. Seed dormancy in the tropical rain forest (K.S. Bawa & M. Hadley, eds.). Unesco, Paris, p. 247-259.
- Vicente, R.F. 2006. O Parque Estadual Mata dos Godoy. In *Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy* (J.M.D. Torezan, org.). Itedes, Londrina, p. 13-18.
- Wunderle, J.M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:223-235. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00208-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00208-9)
- Zaia, J.E. & Takaki, M. 1998. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). *Acta Botanica Brasilica* 12:221-229. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/28794>
- Zimmerman, J.K., Pascarella, J.B. & AIDE, T.M. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8(4):350–360. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80050.x>