

BANCO DE SEMENTES DO SOLO SOB PLANTIOS DE *Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE BRUSQUE, SANTA CATARINA

Rafaela Cristina Seubert¹, João Paulo de Maçaneiro^{2*}, Juliana Jaqueline Budag¹, Tatiele Anete Bergamo Fenilli¹, Lauri Amândio Schorn¹

¹ Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, Santa Catarina, Brasil - rc.seubert@gmail.com, juli_j_b@hotmail.com, tfenilli@furb.br, lschorn@furb.br

^{2*} Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná, Brasil - jpmacaneiro@gmail.com

Recebido para a publicação: 14/10/2014 - Aceito para a publicação: 03/03/2016

Resumo

Este estudo avaliou o banco de sementes do solo em ambientes ciliares ocupados por plantios de *Eucalyptus grandis* W.Hill com diferentes idades. A área de estudo está localizada no município de Brusque, SC. Foram coletadas aleatoriamente 60 amostras de 0,25 m² (15 m²) do banco de sementes do solo em uma profundidade de 0,10 m e desconsiderando a camada de serapilheira. Essas coletas foram realizadas em áreas com seis, dez e 25 anos de plantio. As amostras foram despejadas em bandejas e dispostas sobre bancadas sem cobertura para germinação das sementes. Foram amostradas 4.894 sementes germinadas distribuídas em 42 espécies, 33 gêneros e 18 famílias. As famílias mais ricas foram Cyperaceae (12 espécies), Poaceae (sete), Asteraceae e Rubiaceae (quatro cada), com destaque para as formas de vida herbácea (34 espécies), arbustiva (quatro), arbórea e trepadeira (duas cada). As espécies *Cyperus* sp. 2, *Paspalum* sp., *Commelina* sp., *Phyllanthus niruri* L. e *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler apresentaram o maior número de sementes germinadas em todos os ambientes. A maior riqueza e diversidade de espécies ocorreram no plantio mais jovem, sugerindo que a germinação de sementes de maior número de espécies pode estar relacionada com a ativação do banco de sementes devido à elevada intensidade luminosa e ao ingresso de novos propágulos durante a reforma do plantio. Como resultado desta pesquisa, conclui-se que o banco de sementes do solo em plantios de *E. grandis* contribui para a regeneração de espécies herbáceas e arbustivas nos estágios iniciais de sucessão.

Palavras-chave: Sucessão florestal; regeneração; mata ciliar.

Abstract

The soil seed bank in under plantings of *Eucalyptus grandis* in the municipality of Brusque, Santa Catarina. This study evaluated the soil seed bank in riparian environments occupied by plantings of *Eucalyptus grandis* W.Hill with different ages. The study area is located in municipality of Brusque, SC. Were collected at random 60 samples of 0.25 m² (14 m²) of the soil seed bank, in a depth of 0.10 m and disregarding the burlap layer. Those collections were done in areas with six, ten and 25 years of planting. Samples were discharged in trays and placed over workbenches without cover for seeds germination. It was sampled 4,894 germinated seeds distributed in 42 species, 33 genus and 18 families. The richest families were Cyperaceae (12 species), Poaceae (seven), Asteraceae and Rubiaceae (four each), with emphasis for the herbaceous life forms (34 species), shrubby (four), arboreal and climbing plant (two each). The species *Cyperus* sp. 2, *Paspalum* sp., *Commelina* sp., *Phyllanthus niruri* L. e *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler presented the biggest number of germinated seeds at all environments. The greater species richness and diversity occurred in the younger planting, suggesting that the seeds germination of biggest number of species can be related to the bank seed activation, because of the high luminous intensity and to the entry of new seedlings during the planting reform. As a result of this research, it is concluded that the soil seed bank in plantings of *E. grandis* helps for the regeneration of herbaceous and shrubby species in the early stages of succession.

Keywords: Forest succession; regeneration; riparian forest.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os plantios florestais implantados no município de Brusque abrangeram muitas áreas consideradas de preservação permanente, de acordo com a Lei 12.651/12 e suas alterações. Essas áreas incluem margens de nascentes e de cursos d'água, topos de morro e áreas com inclinação superior a 45°, entre outras. A drástica eliminação das matas ciliares tem causado um aumento significativo nos processos de erosão dos solos, com prejuízo à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a degradação de áreas submetidas a estas ações antrópicas (BARBOSA, 2000).

A regeneração da vegetação natural em uma área degradada está relacionada com o tipo de alteração ambiental sofrida (ARAÚJO *et al.*, 2001), sendo desencadeada pela germinação de sementes recentemente

dispersas no local e pelas sementes dormentes no solo através do estímulo causado pela alteração na quantidade de luz (MARTINS *et al.*, 2012). Na sucessão secundária de florestas tropicais, o processo de regeneração natural ocorre principalmente por meio da chuva de sementes provenientes de áreas próximas e da ativação do banco de sementes existente no solo. O banco de sementes pode ser caracterizado como o reservatório de sementes presentes no solo de uma determinada área (SIMPSON *et al.*, 1989). Além disso, o banco de sementes é considerado como um sistema dinâmico, pois o acúmulo de sementes no solo varia conforme as entradas e saídas. As entradas provêm dos mecanismos de dispersão (chuva de sementes) e as saídas ocorrem através de respostas fisiológicas relacionadas com estímulos ambientais (germinação), bem como pela viabilidade e predação das sementes (GASPARINO *et al.*, 2006).

Devido ao intenso impacto ambiental sofrido nos ecossistemas naturais, o interesse em estudar a colaboração do banco de sementes do solo na composição florística de ecossistemas florestais é crescente (NÓBREGA *et al.*, 2009). Estudos sobre dinâmica da sucessão ecológica, regeneração natural e avaliação do banco de sementes do solo são importantes para o entendimento do comportamento e evolução de um ecossistema florestal. Por exemplo, através da avaliação do banco de sementes é possível prever a composição inicial da vegetação na área após a ocorrência de um distúrbio (BAIDER *et al.*, 2001). Além disso, a densidade e diversidade de sementes presentes no solo podem demonstrar a resiliência que uma área possui, pois a germinação das sementes do banco fornece a entrada dos indivíduos na comunidade (ONAINDIA; AMEZAGA, 2000).

Em ecossistemas naturais degradados, o conhecimento do banco de sementes do solo é um elemento imprescindível no planejamento de projetos de restauração, pois ele representa o estoque de sementes viáveis contidas no solo (NÓBREGA *et al.*, 2009). Por exemplo, em restauração de florestas tropicais, o uso de técnicas como a condução da regeneração natural por meio da ativação do banco de sementes proporciona a redução de custos e promove a sucessão natural do ecossistema degradado (NETO; SILVA, 2011). Alguns estudos recomendam o uso do banco de sementes do solo como indicador de projetos de restauração florestal (MARTINS *et al.*, 2008; SILVA-WEBER *et al.*, 2012). Esses autores apontaram que no banco de sementes do solo devem ser avaliados os padrões de distribuição de abundância das espécies, levando sempre em consideração as diferentes formas de vida das plantas. Assim, é possível avaliar com melhor precisão o valor ecológico da biodiversidade encontrada no banco de sementes.

Em Santa Catarina, geralmente os estudos sobre matas ciliares estão concentrados em avaliar o estrato arbóreo e arbustivo da vegetação, sendo poucos os estudos que avaliem o banco de sementes do solo (SCHORN *et al.*, 2013). Neste sentido, esse estudo avaliou a composição do banco de sementes do solo em ambientes ciliares ocupados por plantios de *Eucalyptus grandis* W.Hill com diferentes idades, de modo a contribuir para o aperfeiçoamento de técnicas de restauração ecológica de ambientes ciliares na região do Vale do Itajaí, SC.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas estudadas estão inseridas na bacia hidrográfica do rio Itajaí, município de Brusque, Santa Catarina. Situam-se em uma fazenda da empresa Buettner S/A utilizada com plantios de *E. grandis* e possui altitude aproximada de 206 metros s.n.m. (27°02'07" S e 48°54'40" W). De acordo com a classificação de Köppen, o município de Brusque apresenta clima do tipo Cfa - clima subtropical úmido sem estação seca e com verão quente. Sua temperatura média anual varia entre 18 e 20 °C, com precipitação total anual de 1.700 a 1.900 mm e umidade relativa anual entre 84 e 86% (PANDOLFO *et al.*, 2002).

A geologia da região é formada pelo Complexo Metamórfico Brusque, que é composto principalmente pela Formação Botuverá, pelo Granodiorito Valsungana e pelo Granito Guabiruba. O relevo varia de ondulado à forte ondulado nas encostas e suave ondulado nas depressões dos fundos de vales. Predomina na área de estudo o Argissolo Vermelho-Amarelo Alíco de textura média argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2004). A vegetação da área de estudo é constituída pela Floresta Pluvial Subtropical de Morrarias Baixas (OLIVEIRA FILHO, 2015).

A amostragem foi realizada aleatoriamente em três talhões de *E. grandis* com idades diferentes: com seis anos de plantio (AT I), com dez anos de plantio (AT II) e com 25 anos de plantio (AT III). Nos três talhões a alteração do uso do solo de vegetação natural para povoamento ocorreu há 25 anos. Nos plantios AT I e AT II, os plantios se encontravam em segunda rotação enquanto no AT III encontrava-se ainda em primeira rotação.

Nos três talhões estudados, as coletas das amostras de solo foram realizadas no mês de novembro de 2010. Foram coletadas, no total, 60 amostras, sendo 20 para cada plantio. O banco de sementes foi coletado com auxílio de pá comum e gabarito de madeira com dimensões de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²) e 0,10 m de profundidade, totalizando 15 m² de área amostral. Para esse estudo desconsiderou-se a camada de serapilheira.

As amostras de solo coletadas foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas por etiquetas e levadas para o Viveiro Florestal do Laboratório de Silvicultura da Universidade Regional de Blumenau (FURB), onde foram despejadas em bandejas plásticas com dimensões de 0,40 x 0,60 m e dispostas sobre bancadas sem cobertura para possível germinação das sementes. As bandejas foram previamente perfuradas e ao fundo das mesmas foi adicionada uma camada de 3,0 cm de vermiculita. Sobre o solo coletado depositado nas bandejas foi adicionada uma camada de 1,0 cm de vermiculita média. Foram instaladas também duas bandejas testemunhas, contendo somente vermiculita média, com o objetivo de identificar o ingresso de propágulos na área do experimento em viveiro. Durante o período de novembro de 2010 a junho de 2011 as bandejas foram mantidas em viveiro, sendo realizadas de duas a quatro irrigações diárias em dias sem ocorrência de chuvas. Neste período foram realizadas semanalmente a contagem e identificação das sementes germinadas, sendo estão retiradas das bandejas.

As sementes germinadas foram identificadas pela comparação com exsicatas existentes no Herbário do Laboratório de Silvicultura da FURB, consulta à literatura taxonômica e aos especialistas da área. As espécies foram agrupadas em famílias e classificadas segundo a sua forma de vida: arbórea, arbustiva, herbácea e trepadeira.

A riqueza de espécies do banco de sementes do solo nos diferentes ambientes foi comparada por meio de curvas de rarefação pelo método Mao Tau, utilizando-se o número de sementes germinadas por espécie (COLWELL *et al.*, 2004). Em seguida, foram construídos perfis de diversidade utilizando-se a Série de Rényi (TÓTHMÉRÉSZ, 1995), com a finalidade de investigar qual o ambiente apresentou maior diversidade de espécies no banco de sementes do solo.

Os dados referentes ao número de sementes germinadas nas bandejas foram extrapolados para m². Esses dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e suas médias comparadas a partir do teste de Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$). Os pressupostos da ANOVA foram verificados conforme Zar (2010).

RESULTADOS

Nos três ambientes, foram registrados 4.894 sementes germinadas distribuídas em 42 espécies, 33 gêneros e 18 famílias. Considerando a padronização de 476 sementes germinadas no banco de sementes do solo, as curvas de rarefação construídas para os três ambientes indicaram que o AT I apresentou a maior riqueza de espécies, somando 32 espécies e 1.337 sementes germinadas. Os demais ambientes apresentaram 26 espécies e 3.081 sementes germinadas (AT III) e 13 espécies e 476 sementes germinadas (AT II), respectivamente (Figura 1, Tabela 1).

Nos três ambientes analisados, o número médio de sementes germinadas por m² com seus respectivos intervalos de confiança (\pm IC 95%) foram: 267,4 \pm 42,9 (AT I), 95,2 \pm 26,4 (AT II) e 616,2 \pm 220,1 (AT III). O AT III apresentou a maior densidade de sementes germinadas por m², sendo estatisticamente superior ($P < 0,05$) aos demais ambientes.

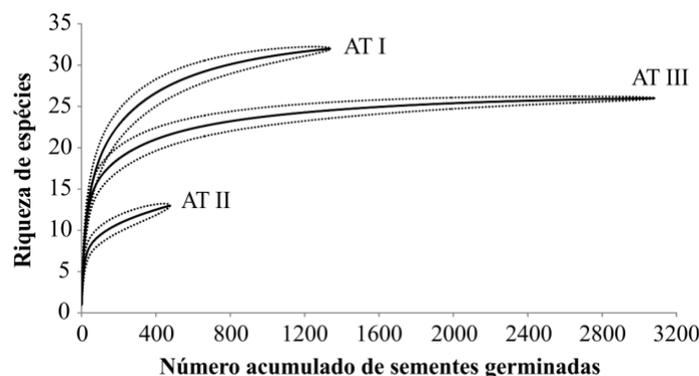


Figura 1. Curvas de rarefação construídas a partir do número de sementes germinadas pelo método Mao Tau, com seus respectivos intervalos de confiança (\pm IC 95%), em três ambientes com plantios de *E. grandis*, Brusque, Santa Catarina, Brasil. AT I = plantio com seis anos de plantio; AT II = plantio com dez anos de plantio e AT III = plantio com 25 anos de plantio.

Figure 1. Rarefaction curves constructed from the number of seeds germinated using the Mao Tau method with their respective confidence intervals (\pm IC 95%) in three environments with plantations of *E. grandis* in Brusque, Santa Catarina, Brazil. AT I = six years of planting; AT II = ten years of planting and AT III = 25 years of planting.

Tabela 1. Resumo dos atributos analisados para as espécies no banco de sementes do solo em três ambientes com plantios de *E. grandis* em Brusque, Santa Catarina, Brasil.

Table 1. Abstract of the parameters analyzed for the species in the soil seed bank in three environments with plantations of *E. grandis* in Brusque, Santa Catarina, Brazil.

Parâmetros	AT I	AT II	AT III
Área amostral (m ²)	5,0	5,0	5,0
Famílias	14	6	10
Gêneros	23	9	21
Espécies	32	13	26
Nº sementes germinadas	1.337	476	3.081
Densidade (sementes/m ²)	267,4 b	95,2 b	616,2 a

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância $\alpha = 0,05$ pelo teste de Tukey-Kramer. AT I = plantio com seis anos de plantio; AT II = plantio com dez anos de plantio e AT III = plantio com 25 anos de plantio.

As famílias com maior riqueza de espécies foram Cyperaceae (12 espécies), Poaceae (sete), Asteraceae e Rubiaceae (quatro cada uma), as quais corresponderam a 64,3% do total de espécies registradas no presente estudo (Tabela 2). Já os gêneros com maior riqueza florística foram *Cyperus* (seis espécies), *Fimbristylis* e *Paspalum* (dois cada), somando 21,4% do total de espécies.

A forma de vida mais expressiva no banco de sementes foi herbácea, apresentando 34 espécies (80,9%), seguida de arbustiva com quatro espécies (9,5%), arbórea e trepadeira com duas espécies cada (9,5%). As duas espécies que apresentaram hábito arbóreo foram *Trema micrantha* (L.) Blume e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Já as espécies arbustivas foram *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Tibouchina urvilleana* (DC.) Cogn., *Choisya* sp. e *Solanum* sp.. Além disso, o AT I foi o único ambiente que apresentou todas as formas de vida e o maior número de indivíduos e espécies arbóreas e arbustivas no banco de sementes do solo (Tabela 2).

No AT I as espécies mais abundantes foram *Commelina* sp. e *Paspalum dilatatum* Poir., que somaram 247 e 186 sementes germinadas (32,4%). No AT II as espécies mais abundantes foram *Paspalum* sp. e *P. dilatatum*, apresentando 201 e 79 sementes germinadas (58,8%) e no AT III as espécies mais abundantes foram *Cyperus* sp. 2 e *Phyllanthus niruri* L., somando 704 e 407 sementes germinadas (36,1%), respectivamente.

Tabela 2. Número de sementes germinadas por espécie em três ambientes com plantios de *E. grandis* em Brusque, Santa Catarina, Brasil.

Table 2. Number of germinated seeds per species in three environments with plantations of *E. grandis* in Brusque, Santa Catarina, Brazil.

Família / Espécie	Forma de vida	Número de indivíduos		
		AT I	AT II	AT III
Acanthaceae	<i>Justicia</i> sp.	Herbáceo	1	
Asteraceae	<i>Ambrosia elatior</i> L.	Herbáceo	2	3
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H. Rob.	Trepadeira	1	3
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Herbáceo	29	127
	<i>Mikania</i> sp.	Herbáceo		3
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbóreo	3	
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	Herbáceo	247	23 168
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Trepadeira	2	
Cyperaceae	Cyperaceae 1	Herbáceo	36	
	Cyperaceae 2	Herbáceo	4	1 60
	Cyperaceae 3	Herbáceo	5	7 287
	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	Herbáceo		11
	<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	Herbáceo	46	85
	<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.	Herbáceo	22	
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Herbáceo	1	
	<i>Cyperus</i> sp. 1	Herbáceo	3	15
	<i>Cyperus</i> sp. 2	Herbáceo	43	27 704
	<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem. & Schult.	Herbáceo	2	
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Herbáceo	11	4
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Herbáceo	116	25 7	
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Arbustivo	5	
Lamiaceae	<i>Ocimum</i> sp.	Herbáceo	4	
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Herbáceo		24

Melastomataceae	<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn.	Arbustivo	9		
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	Herbáceo			2
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Herbáceo			407
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i> L.	Herbáceo	6		
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Herbáceo	26	2	1
Poaceae	<i>Andropogon</i> sp.	Herbáceo	18	48	200
	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Herbáceo	120		224
	<i>Melinis</i> sp.	Herbáceo	8		159
	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	Herbáceo	161	57	56
	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Herbáceo	186	79	
	<i>Paspalum</i> sp.	Herbáceo	131	201	252
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	Herbáceo	46		97
Rubiaceae	<i>Diodella</i> sp.	Herbáceo			13
	<i>Diodia</i> sp.	Herbáceo		1	
	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Herbáceo	33		15
	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Herbáceo			150
Rutaceae	<i>Choisya</i> sp.	Arbustivo			8
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Arbóreo		1	
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Arbustivo	10		

AT I = plantio com seis anos de plantio; AT II = plantio com dez anos de plantio e AT III = plantio com 25 anos de plantio.

Nos perfis de diversidade (Figura 2), constatou-se que a diversidade de espécies no banco de sementes do solo variou conforme os ambientes analisados. O ambiente que apresentou a maior diversidade de espécies foi o AT I, seguindo do AT III e do AT II, respectivamente.

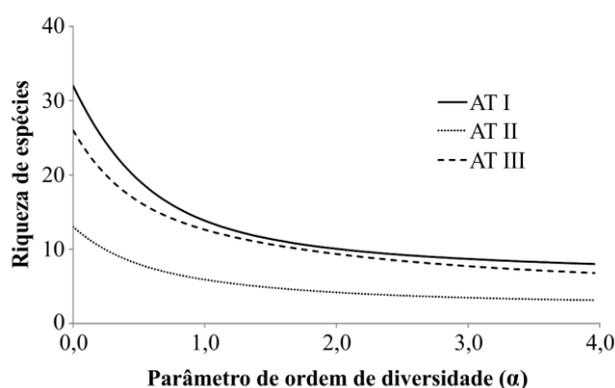


Figura 3. Perfis de diversidade da Série de Rényi para o banco de sementes do solo de três ambientes com plantios de *E. grandis* em Brusque, Santa Catarina, Brasil. Para o parâmetro $\alpha = 0$ tem-se o número total de espécies registradas; para $\alpha = 1$, tem-se o índice de Shannon; para $\alpha = 2$, tem-se o valor da recíproca do índice de Simpson ($1/D$). AT I = plantio com seis anos de plantio; AT II = plantio com dez anos de plantio e AT III = plantio com 25 anos de plantio.

Figure 3. Rényi diversity profiles for the soil seed bank of three environments with plantations of *E. grandis* in Brusque, Santa Catarina, Brazil. For the parameter $\alpha = 0$, the total number of species recorded; for $\alpha = 1$, the Shannon index; for $\alpha = 2$, the value of the reciprocal of the Simpson index ($1/D$). AT I = six years of planting; AT II = ten years of planting and AT III = 25 years of planting.

DISCUSSÃO

De maneira geral, nos três ambientes estudados, o número de sementes germinadas por m^2 foi relativamente inferior quando comparados aos trabalhos de Costalonga *et al.* (2006), que analisando o banco de sementes em povoamentos de *E. grandis* com nove anos de idade registraram 1.902 sementes germinadas por m^2 . Entretanto, Nóbrega *et al.* (2009) encontraram em áreas com plantios de *Eucalyptus robusta* Sm. com 25 anos de idade uma densidade de 136 sementes germinadas por m^2 . Este último valor, quando comparado ao presente estudo, mostrou-se muito inferior, levando-se em consideração o AT III, que apresentou a mesma idade de plantio. Segundo o mesmo autor, foi observado um maior número de sementes germinadas nas áreas de eucalipto com 25 anos de plantio quando comparado a uma área com vegetação nativa.

As diferenças na densidade de sementes germinadas por m² entre os três ambientes pode estar relacionada com a época do ano em que foram realizadas as coletas, pois um dos aspectos relevantes refere-se à sazonalidade do banco de sementes (COSTALONGA *et al.*, 2006). No entanto, a amostragem foi realizada apenas no mês de novembro e de acordo com Davide *et al.* (1995) não abrangeria o período de maior dispersão de sementes das espécies arbóreas. Além disso, a idade de plantio do *E. grandis* e a fertilidade dos solos também devem ser levadas em consideração, pois a densidade do banco de sementes tende a ser maior em áreas com dossel aberto, possibilitando a chegada de propágulos de espécies pioneiras oriundas de remanescentes florestais adjacentes a área de estudo (NÓBREGA *et al.*, 2009).

As famílias Cyperaceae, Poaceae, Asteraceae e Rubiaceae apresentaram a maior riqueza de espécies na área de estudo, com destaque para a forma de vida herbácea. Estas famílias também foram apontadas em outros estudos sobre o banco de sementes do solo como as de maior riqueza de espécies (GONÇALVES *et al.*, 2008; SILVA-WEBER *et al.*, 2012). A espécie *P. dilatatum*, presente entre as espécies com maior abundância no AT I e AT II, é caracterizada por ser indiferente quanto às condições físicas do solo e desenvolve-se com elevada frequência em beiras de rios, áreas abandonadas, capoeirinhas e capoeiras (SMITH *et al.*, 1982). No presente estudo, a elevada abundância de sementes germinadas de *P. dilatatum* no AT I e AT II evidencia a capacidade que essa espécie possui em ocupar plantios de *E. grandis* mais jovens.

O número de sementes germinadas no plantio mais jovem (AT I, com seis anos) pode estar influenciado pelo ingresso de propágulos na fase de reforma do povoamento, em função da ausência do plantio e da vegetação de sub-bosque. O fato do AT II possuir o menor número de espécies e sementes germinadas sugere que pode estar havendo a perda de viabilidade das sementes no banco ao longo do tempo, pois muitas das sementes oriundas do plantio anterior poderiam ter germinado. Além disso, a redução da intensidade luminosa no interior do plantio pode estar proporcionando diminuição na taxa reprodutiva das espécies herbáceas, o que influencia diretamente na redução do estoque do banco de sementes. Em virtude do AT II possuir a menor riqueza de espécies e sementes germinadas, também apresentou os menores valores de diversidade de espécies quando comparado ao AT I e AT III, respectivamente. Esse resultado indica que no AT II, a dominância de poucas espécies é mais pronunciada quando comparado ao AT I e AT III. Por outro lado, em plantios florestais mais antigos (AT III, com 25 anos), a formação de sub-bosque com espécies nativas regionais arbustivas e herbáceas no interior do povoamento é evidente, o que parece influenciar no aporte de propágulos para o banco de sementes do solo.

Ficou evidente que as espécies herbáceas predominaram no banco de sementes do solo nos três ambientes estudados. Araujo *et al.* (2001) apontam que a forma de vida predominante em determinado ambiente depende principalmente do tipo de intervenção sofrida, considerando a microrregião e não apenas a área estudada. De acordo com Hopkins *et al.* (1990), a abundância de espécies herbáceas é comum em estudos sobre o banco de sementes de comunidades fragmentadas ou cercadas por vegetação nativa. Na avaliação do banco de sementes do solo em florestas tropicais, vários estudos apontaram que a forma de vida mais representativa é herbácea (COSTALONGA *et al.*, 2006; NETO; SILVA, 2011), evidenciando o seu potencial germinativo no banco de sementes do solo. Essa característica pode apresentar forte relação com as plantas r e K estrategistas, onde as r-estrategistas são espécies na maioria das vezes pioneiras que investem em rápido crescimento inicial, propágulos menores, elevadas taxas de reprodução e apresentam sementes com alta longevidade no banco de sementes do solo.

No presente estudo, a predominância da forma de vida herbácea no banco de sementes do solo pode estar relacionada com o ciclo de vida dessas espécies, a produção de sementes e a ausência do dossel (PEREIRA *et al.*, 2010). As espécies herbáceas geralmente apresentam dormência facultativa, além de possuírem mecanismos de dispersão eficientes com sementes de alta longevidade que apenas germinam com a presença e abertura de clareiras, muito comum em ambientes ciliares que sofrem com a influência de cheias constantes, facilitando a entrada e incorporação no solo destas sementes (ARAUJO *et al.*, 2001; GASPARINO *et al.*, 2006).

As espécies arbóreas e arbustivas no banco de sementes apresentaram apenas 14,3% do total de sementes germinadas, sendo representadas principalmente por espécies pioneiras características das formações secundárias e degradadas da região do Vale do Itajaí em Santa Catarina. A baixa representatividade de espécies arbóreas e arbustivas e a predominância de espécies herbáceas pode estar relacionada à perda de viabilidade das sementes na germinação sob luminosidade direta e com o aumento da temperatura do solo (NETO *et al.*, 2010).

Apesar de a espécie *T. micrantha* apresentar apenas três sementes germinadas, ela apresenta eficiente dispersão por aves e grande longevidade de sementes no solo, favorecendo a sua abundância no banco de sementes em várias florestas. Essa espécie é encontrada principalmente em áreas com estágio inicial de regeneração, em virtude de ser uma espécie pioneira (LONGHI *et al.*, 2005). Além disso, *T. micrantha* já foi apontada por outros estudos sobre o banco de sementes, principalmente em áreas degradadas por mineração de caulim (MARTINS *et al.*, 2008) e em áreas ciliares com diferentes usos do solo (GASPARINO *et al.*, 2006). No

entanto, a densidade de sementes germinadas de *T. micrantha* no presente estudo foi muito inferior quando comparada as espécies herbáceas. Esse resultado pode indicar que a capacidade de colonização dessa espécie na área de estudo pode ser comprometida pela alta dominância de espécies herbáceas, conforme mencionado por Martins *et al.* (2008).

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, o banco de sementes do solo em plantios de *E. grandis* pode contribuir para a regeneração natural de espécies herbáceas e arbustivas nos estágios iniciais de sucessão, principalmente em áreas muito degradadas cujo solo esteja severamente exposto aos fluxos de matéria e energia (AUMOND; MAÇANEIRO, 2014). As sementes de espécies herbáceas têm função de iniciar a ocupação em áreas abertas, atuando no processo de sucessão florestal como os primeiros colonizadores de ambientes severamente degradados. Contudo, a sucessão inicial da vegetação é um processo lento, pois as plantas herbáceas podem comprometer o desenvolvimento e estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas (COSTALONGA *et al.*, 2006). Além disso, a ausência das espécies típicas de estágios mais avançados da sucessão pode ser compensada por intervenções humanas, como o enriquecimento do banco de sementes do solo preferencialmente com espécies nativas regionais.

CONCLUSÕES

- Existe uma variação distinta entre a densidade de sementes germinadas de acordo com a idade do plantio de *E. grandis*, sendo maior no banco de sementes do povoamento mais antigo (25 anos), decorrente do maior acúmulo de sementes devido a formação de sub-bosque com espécies nativas, especialmente da família Cyperaceae, além de *Phyllanthus niruri*, *Paspalum sp.* e *Digitaria ciliaris*.
- O povoamento mais jovem de *E. grandis* apresentou maior riqueza de espécies, decorrente do possível ingresso de propágulos e da alteração das condições ambientais para germinação durante a reforma.
- O grupo de plantas que predominou o banco de sementes do solo foram as herbáceas, com destaque para as espécies *Cyperus sp.*, *Paspalum sp.*, *Commelina sp.*, *P. niruri* e *D. ciliares*, sendo que o grupo de plantas arbóreas e arbustivas contribuíram pouco para a composição do banco de sementes nos plantios analisados.
- O banco de sementes do solo foi influenciado pelas idades dos povoamentos, especialmente no que diz respeito à densidade de sementes germinadas e a diversidade de espécies.

REFERÊNCIAS

- 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**, v. 59, n. 1, p. 115 - 130, 2001.
- AUMOND, J. J.; MAÇANEIRO, J. P. Abordagem sistêmica e aplicação de rugosidades para desencadear propriedades emergentes em restauração de solos degradados. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 759 - 764, 2014.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 35 - 44, 2001.
- BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: FAPESP, 2000, 320 p.
- COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85, n. 10, p. 2717 - 2727, 2004.
- COSTALONGA, S. R.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, A. F. BORGES, E. E. L.; GUIMARÃES, F. P. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**, v. 36, n. 2, p. 239 - 250, 2006.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995, 41 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro. 2004. 721 p.
- GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 1 - 9, 2006.

- GONÇALVES, A. R.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S.; FELFILI, J. M. Bancos de sementes do sub-bosque de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. na FLONA de Brasília. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 23 - 32, 2008.
- HOPKINS, M. S.; TRACEY, J. G.; GRAHAM, A. W. The size and composition of soil seed-banks in remnant patches of three structural rainforest types in North Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 15, n. 1, p. 43 - 50, 1990.
- LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; OLIVEIRA, D. M.; FIALHO, L. E. B.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; VACCARO, S. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 359 - 370, 2005.
- MARTINS, S. V.; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V.; RIBEIRO, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1081 - 1088, 2008.
- MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. Sucessão ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: MARTINS, S. V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa: Ed. UFV, 2012, 371 p.
- NETO, A. M.; KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; SILVA, D. A. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1035 - 1043, 2010.
- NETO, R. M. R.; SILVA, D. F. Banco de sementes de um remanescente florestal e duas áreas de pastagem de diferentes idades, em Alta Floresta/MT. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 113 - 120, 2011.
- 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.
- OLIVEIRA-FILHO A. T. Um sistema de classificação fisionômico-ecológico da vegetação neotropical: segunda aproximação. In: EISENLOHR, P. V.; FELFILI, J. M.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Ed. UFV, 2015, 474 p.
- ONAINDIA, M.; AMEZAGA, I. Seasonal variation in the seed banks of native woodland and coniferous plantations in Northern Spain. **Forest Ecology and Management**, v. 126, n. 2, p. 163 - 172, 2000.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAN, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002, 1 CD-ROM.
- PEREIRA, I. M.; ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A. Banco de sementes do solo, como subsídio à recomposição de mata ciliar. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 721 - 730, 2010.
- SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B.; KRIEGER, A.; PELLENS, G. C.; BUDAG, J. J.; NADOLNY, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 49 - 58, 2013.
- SILVA-WEBER, A. J. C.; NOGUEIRA, A. C.; CARPANEZZI, A. A.; GALVÃO, F.; WEBER, S. H. Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 77 - 91, 2012.
- SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989, 462 p.
- SMITH, L. B.; WASSHAUSEN, D. C.; KLEIN, R. M. Gramíneas. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1982, 1.407 p.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Upper Saddle River, 2010, 944 p.