

Transposição do banco de sementes para restauração ecológica da floresta estacional no Rio Grande do Sul

Bruna Balestrin Piaia^{1, 2}, Ana Paula Moreira Rovedder^{2, 3}, Emanuel Arnoni Costa³,
Roselene Marostega Felker^{1, 2}, Eliara Marin Piazza^{2, 4}, Maureen de Moraes Stefanello^{1, 2}

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: brunapiaia@gmail.com; rosifelker@yahoo.com.br; mmstefanello@gmail.com

² Núcleo de estudos e pesquisas em recuperação de áreas degradadas da Universidade Federal de Santa Maria - NEPRAD/UFMS

³ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, Campus Sede, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil. E-mail: anarovedder@gmail.com; emanuelarmonicost@hotmail.com;

⁴ Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Tecnologia da Informação, Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen - RS, CEP: 98400-000. E-mail: eliarapiazza@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da transposição do banco de sementes para restauração ecológica da Floresta Estacional em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Avaliaram-se o banco de sementes do centro (BSI) e da borda (BSII) de um fragmento florestal. O solo foi depositado em parcelas de 1 m², em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (BSI, BSII e Testemunha) e seis repetições, em dois tipos de solo, Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC) e Argissolo Vermelho (PV). Avaliaram-se composição florística, emergência de plântulas, densidade e mortalidade em cada tratamento e tipo de solo durante doze meses. Foi realizado ANOVA com medidas repetidas para comparar os tratamentos em relação à emergência, densidade, mortalidade e riqueza de espécies ao longo de doze meses. Houve diferença significativa entre os tratamentos para riqueza e densidade. O número de espécies foi crescente no decorrer dos doze meses. A densidade foi influenciada pelo período de inverno, onde apresentou decréscimo, e pelo grau de hidromorfia do solo. A transposição do banco de sementes permitiu a inclusão da forma de vida arbórea e mostrou-se eficiente apresentando aumento da diversidade nos locais de deposição.

Palavras-chave: hidromorfia; nucleação; sucessão ecológica

Transposition of the seed bank for ecological restoration of seasonal forest in Rio Grande do Sul, Brazil

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the potential of the seed bank transposition for ecological restoration of the Seasonal Forest in Santa Maria, Rio Grande do Sul. We evaluated the seed bank of the center (BSI) and the seed bank of the edge (BSII) of a forest fragment. The soil was deposited in 1 m² plots in a completely randomized design with three treatments (BSI, BSII and control) and six replications, in two soil types, Argisol Bruno-Greying (PBAC) and Ultisol (PV). We evaluated floristic composition, seedling emergence, density and mortality in each treatment and soil for twelve months. We carried out ANOVA with repeated measures from twelve months to compare treatments in relation to emergency, density, mortality and species richness. There was a significant difference between treatments for richness and density. The number of species has been increasing over the twelve months. The density was influenced by the winter period and degree of soil hydromorphy. Transposition of the seed bank enabled the inclusion of the tree lifeform and demonstrate to be efficient presenting increase diversity in the deposition sites.

Key words: hydromorphy; nucleation; ecological succession

Introdução

A redução da cobertura florestal nativa no Rio Grande do Sul, como resultado de seus processos históricos de ocupação humana, contribuiu para um cenário atual de fragmentação de habitats, perda da diversidade biológica e ameaça de extinção de espécies, sendo que em relação à Floresta Estacional restam 17,97% da área original, situação de degradação semelhante é observada para as outras formações no Estado (Cordeiro & Hasenack, 2009).

A Lei Federal 12.651, de 2012 (Brasil, 2012) reconhece a necessidade de recomposição da vegetação de áreas de preservação permanente e reserva legal que se encontrem suprimidas. Essa necessidade ganha força quando se considera a perda de biodiversidade, devido ao elevado grau de fragmentação das florestas, ainda quando se consideram outros serviços ambientais como regulação do clima, purificação da água, regulação de riscos ambientais, como deslizamentos e soterramentos, entre outros.

Nesse sentido, uma série de técnicas e metodologias para recomposição da vegetação vêm sendo desenvolvidas, entre elas as estratégias de nucleação se mostram promissoras à medida em que iniciam ou facilitam os processos de sucessão ecológica (Corbin & Holl, 2012). Entre as técnicas de nucleação, destaca-se a transposição do banco de sementes, que consiste na retirada da camada superficial do solo de uma área doadora conservada e deposição em área degradada de mesma tipologia vegetal (Reis et al., 2014). O solo depositado na área degradada serve de fonte de propágulos e pode introduzir abundância e riqueza de espécies nativas regionais, estabelecendo novo ritmo sucessional na área degradada (Zhang et al., 2001; He et al., 2016).

A utilização do banco de sementes como estratégia de restauração ecológica é citada por diversos autores (Hall et al., 2010; Miranda Neto et al., 2010; Tozer et al., 2012; Ferreira et al., 2015; Fowler et al., 2015), que observaram o recobrimento das áreas, aumento de espécies e inclusão de diferentes formas de vida. Contudo, destaca-se a carência de informações científicas quanto a utilização da transposição do banco de sementes devido às especificidades ecológicas dos ecossistemas na região sul do Brasil, influenciados fortemente pelo clima subtropical, e a necessidade de validar metodologias de restauração para essa região, que sejam ecologicamente eficientes e, ao mesmo tempo, com menores custos (Rovedder et al., 2014).

O objetivo do presente estudo foi verificar o potencial da transposição do banco de sementes como estratégia facilitadora da restauração ecológica da Floresta Estacional em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul. A altitude média é de 103 m em relação ao nível do mar. O clima, segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida. A temperatura média do mês mais frio é 13,3°C, e a do mês mais quente é 24,5°C; a precipitação pluviométrica

média mensal oscila entre 134 mm e 192 mm (Alvares et al., 2013).

O local do estudo situa-se na Depressão Periférica, bacia sedimentar que se estende, aproximadamente pelo centro do estado, no sentido leste-oeste. Os solos são derivados de arenitos, com estratificação de siltitos e argilitos. O relevo é suave-ondulado, predominando argissolos nas elevações e terço médio de encostas e planossolos e gleissolos nas cotas de menor altitude (Streck et al., 2008). A região é zona de transição ecotonal entre o Bioma Pampa e o Bioma Mata Atlântica. A formação florestal característica é a Floresta Estacional (FE), de caráter subtropical, em que as baixas temperaturas do período de inverno ocasionam repouso fisiológico e a deciduidade parcial das folhas (IBGE, 2012).

Foram escolhidos dois fragmentos florestais para coleta do solo, com base em análise preliminar do banco de sementes em casa de vegetação (Piaia, 2015). Os fragmentos florestais doadores se encontram em matriz de produção agrícola, possuindo pastagens e culturas anuais no entorno. Foi realizado um levantamento florístico do estrato arbóreo pelo método de ponto quadrante (Moro & Martins, 2011) para caracterizar a composição florística de cada fragmento. Dessa forma, os locais de coleta do banco de sementes são apresentados a seguir:

- Banco de sementes do centro de fragmento florestal (BSI): retiraram-se amostras do centro (distância \geq a 50 m da bordadura da floresta) de remanescente de FED em estágio sucessional médio a avançado, com altura média do dossel de 8,5 m. O fragmento possui área de 25 ha e índice de circularidade de 0,64. As espécies predominantes em levantamento pelo método de ponto quadrante foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman., com registros de *Banara tomentosa* Clos, *Myrcianthes pungens* (O.Berg) D. Legra.
- Banco de sementes da borda de fragmento florestal (BSII): foram retiradas amostras da borda (distância \leq a 10 m da bordadura da floresta) de um remanescente de FED em estágio sucessional médio a avançado, com altura média do dossel de 12 m. O fragmento possui área de 30 ha e índice de circularidade de 0,71. As espécies predominantes em levantamento pelo método de ponto quadrante também foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman., com a ocorrência de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, *Klotzschiana commersoniana* (Müll.Arg.) Müll.Arg., *Scutia buxifolia* Reisse, *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk..

O solo foi retirado com auxílio de um gabarito de 1 m x 1 m e até profundidade de 5 cm, em 12 pontos em cada área, no início do mês de dezembro de 2013, correspondente ao final da primavera, período de maior deposição de sementes na Floresta Estacional (FE) (Longhi et al., 2005).

A coleta foi realizada de forma sistematizada, com 20 m de distância entre pontos. As amostras do solo e da serrapilheira foram armazenadas separadamente em sacos plásticos e levadas à área experimental do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As áreas de coleta e deposição do banco de sementes são distantes aproximadamente 10 km.

Na área experimental, que possui entorno caracterizado pela presença de culturas anuais, como a soja, pastagens e plantios de Eucalipto, o banco de sementes foi distribuído em dois tipos de solo (Embrapa, 2013), posicionados de forma contínua na mesma pedosequência:

- Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC): solo hidromórfico em relevo plano, predomínio de *Paspalum* sp. e *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) (Poaceae), além de *Eryngium* sp. (Apiaceae) e espécies da família Cyperaceae. Esta área apresenta a formação de uma lâmina de água após eventos de precipitação decorrente da classe de solo.

- Argissolo Vermelho (PV): solo em relevo suave-ondulado, predomínio de *Paspalum* sp. e *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) (Poaceae). Sem sinais de hidromorfia.

A distribuição do banco de sementes foi aleatória em parcelas de 1 m², com distância mínima de 5 m entre cada uma, sendo que a vegetação e o solo superficial das parcelas de 1 m² foram previamente removidos. O experimento foi esquematizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (BSI, BSII e Testemunha) e seis repetições em cada tipo de solo (PBAC e PV). Portanto, em cada tipo de solo (PBAC e PV), foram avaliadas 18 parcelas de 1 m² (três tratamentos com seis repetições cada).

O tratamento Testemunha (T) teve somente a vegetação e o solo superficial das parcelas removidos, sendo que cada tipo de solo (PBAC e PV) ficou exposto, sem receber banco de sementes.

A precipitação acumulada mensal e as temperaturas máxima e mínima mensal para o período de condução do estudo foram obtidas pelo banco de dados meteorológicos de ensino e pesquisa do INMET (Figura 1).

O levantamento de dados foi realizado mensalmente, durante doze meses, de janeiro a dezembro de 2014. Em cada mês, avaliaram-se emergência, densidade de indivíduos, riqueza de espécies e mortalidade.

Os indivíduos que emergiram foram identificados com uma placa metálica numerada em série, contados e identificados taxonomicamente. Adotou-se o sistema de classificação APG III (2009) e os nomes das espécies foram confirmados por meio do site do *Missouri Botanical Garden* (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>). Calcularam-se o índice de diversidade

de Shannon e equabilidade de Pielou após doze meses de avaliações (Magurran, 2013).

Pela dificuldade de identificação de indivíduos da família Poaceae, estes foram avaliados em um grupo independente pela classe de cobertura de Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). A cobertura média mensal de gramíneas foi obtida pela média do intervalo da classe em cada tratamento (Tabela 1) (Brancaion et al., 2012).

Os valores calculados do índice de diversidade de Shannon para cada tratamento analisado (BSI, BSII, T) foram comparados pelo teste-t de Hutcheson, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (Hutcheson, 1970).

Os dados de densidade, emergência, mortalidade e riqueza de espécies mensais foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e Bartlett para a homogeneidade de variância. Em alguns casos, os pressupostos não foram atendidos devido à frequência de zeros, então, adicionou-se à variável dependente uma constante com valor de 0,5 (Yamamura, 1999). Em seguida, foi encontrado um valor de potência mais adequado para a transformação da variável dependente pelo método de Box-Cox (Box & Cox, 1964).

A fim de verificar a diferença entre tratamentos (BSI, BSII, T) quanto às variáveis densidade, emergência, mortalidade e riqueza de espécies durante os doze meses de avaliações foi aplicada a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ($p < 0,05$) (Littell et al., 2006).

Linhas de regressão foram ajustadas para verificar o aparecimento de novas espécies ao longo dos meses de avaliação.

As análises foram processadas no Sistema de Análise Estatística - SAS V.9.1 (SAS INSTITUTE INC, 2004).

Tabela 1. Intervalos das classes de cobertura de Braun-Blanquet para determinação da cobertura de gramíneas nos tratamentos (BSI, BSII, T) em Argissolo Bruno-Acinzentado e Argissolo Vermelho, em Santa Maria, RS.

Classe	% de cobertura	Média de cobertura
5	75-100	87,5
4	50-75	62,5
3	25-50	37,5
2	5-25	15,0
1	1-5	3,0
+	<1	0,1
R	<<1	-

Fonte: Adaptado (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

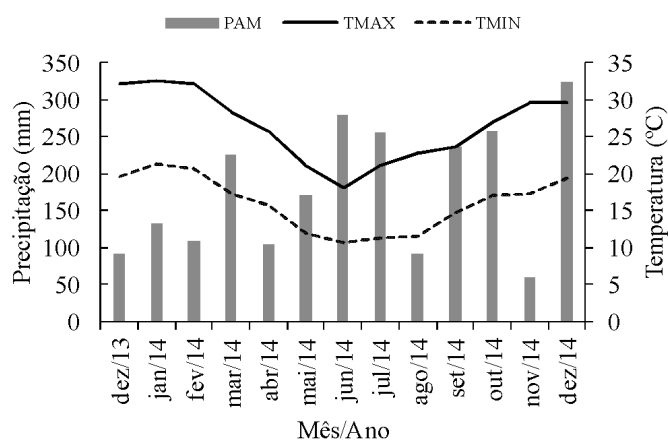


Figura 1. Precipitação acumulada mensal (PAM) e temperaturas máxima (TMAX) e mínima (TMIN) mensais para o período de Dezembro de 2013 a Dezembro de 2014 em Santa Maria, RS.

Resultados e Discussão

As famílias mais representativas em todos os tratamentos foram Asteraceae, com 27 espécies (24 herbáceas e três arbustivas) e Solanaceae, com quatro espécies (uma arbórea e as demais herbáceas). Estas famílias normalmente são encontradas em estágios iniciais de sucessão. Entre as solanáceas, algumas espécies apresentam interação com morcegos frugívoros, o que pode ser uma característica de interesse em estratégias de restauração, atuando como facilitadores no processo de nucleação (Mello et al., 2008; Miranda Neto et al., 2010).

Em PBAC, as espécies com maior número de indivíduos foram *Eupatorium ivifolium* L., *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. e *Sida* sp.. Em PV foram *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken,

Ipomoea purpurea e *Sida* sp. Estas espécies foram registradas em todos os tratamentos. *Eupatorium* é um dos principais gêneros de arbustos e subarbustos de ocorrência em toda a metade sul do Rio Grande do Sul, desde a Planície Litorânea até o Pampa, juntamente com os gêneros *Baccharis*, *Senecio* e *Vernonia* (Rovedder, 2013), que também foram registrados neste estudo. *P. tuberosa* apresenta registros de ocorrência na região sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, habitando principalmente campos secos e arenosos (Marchioretto et al., 2009). *I. purpurea* e *Sida* sp são espécies ruderais com ampla distribuição no território brasileiro (Ferreira & Miotto, 2009; Lorenzi, 2008), apresentam capacidade de desenvolverem-se em condições adversas, têm a habilidade de produzir grande número de sementes com dispersão eficiente (Brighenti & Oliveira, 2011).

A forma de vida herbácea (81,2%) foi predominante em todos os tratamentos, seguida da arbórea (10,6%), arbustiva (4,7%) e trepadeira (3,5%). Ressalta-se que a forma de vida arbórea foi encontrada apenas nos tratamentos com banco de semente transposto (BSI e BSII). A maior diversidade foi encontrada no tratamento BSI em PBAC, já em PV a maior diversidade foi encontrada no tratamento BSII (Tabela 2), o que pode ter ocorrido devido à heterogeneidade espacial do banco de sementes florestal (Baider et al., 1999), além das características microclimáticas de cada ponto de deposição, como umidade do solo e posição no relevo. O tratamento testemunha (T) apresentou a menor diversidade nos dois tipos de solo (PBAC e PV), demonstrando que o banco de sementes transposto favoreceu o aumento da diversidade nos dois locais em estudo (Tabela 2).

Em relação à densidade e emergência de novos indivíduos, houve decréscimo de maio a julho de 2014 (Figuras 2a e 2c). O principal fator que pode ter contribuído para este resultado foi a diminuição nas temperaturas médias do período e a precipitação acumulada elevada (Figura 1). A temperatura média máxima e média mínima registrada nos meses de maio a junho de 2014 foi de 21,1 °C e 10,8 °C, respectivamente, e a precipitação acumulada foi de 705,4 mm, sendo que a série histórica demonstra precipitação acumulada de 466 mm para esse período (Alvares et al., 2013). Observava-se a formação de uma lâmina de água em PBAC após eventos de precipitação. Esta é uma característica que pode ocorrer com certa frequência na região em decorrência do horizonte B textural e da posição no relevo para esta classe de solo. Os meses após o inverno mostraram tendência de acréscimo na densidade e na emergência de novos indivíduos em PBAC, exceto para o tratamento testemunha (T) (Figuras 2a e 2c).

Em PV, a densidade média apresentou tendência de acréscimo, exceto nos meses de inverno que se mantiveram

constantes. A testemunha (T) apresentou as maiores médias de densidade em todos os meses de avaliação (Figura 2b), no entanto, todos os indivíduos foram de forma de vida herbácea e com baixa diversidade de espécies (Tabela 2). A ANOVA com medidas repetidas demonstrou diferença significativa entre os tratamentos para densidade, assim como ao longo dos meses, porém não houve diferença na interação dos tratamentos no tempo para os dois tipos de solo (Tabela 3).

O período de maio a agosto de 2014 apresentou as menores médias de emergência (Figuras 2c e 2d). Para essa variável, houve diferença significativa entre os tratamentos para as duas áreas. Também houve diferença ao longo dos meses, mas não houve diferença significativa entre a interação dos tratamentos e o tempo (Tabela 3).

Para a variável mortalidade, em PBAC houve um pico no mês de maio de 2014, quando se observou, pela primeira vez, a formação de lâmina de água na área (Figura 2e). Em PV, em geral, observou-se maior mortalidade para o tratamento testemunha (T), com maiores valores no período de maio a junho de 2014 (Figura 2f). Novamente, as baixas temperaturas do período de inverno e a elevada precipitação acumulada mensal (Figura 1) podem ter sido os fatores condicionantes deste resultado.

A variável mortalidade para PBAC, na ANOVA com medidas repetidas, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e na interação dos tratamentos com o período, mas houve diferenças ao longo dos meses dentro de cada tratamento. Já, em PV, houve diferença significativa entre os tratamentos, dentro de cada tratamento ao longo dos meses e na interação do tratamento com o período (Tabela 3).

Com exceção dos meses de inverno, a riqueza de espécies (Figuras 2g e 2h) foi crescente nos meses avaliados, nos dois tipos de solo. A ANOVA demonstrou diferença significativa entre os tratamentos e dentro de cada tratamento ao longo dos meses. Não houve diferença na interação dos tratamentos com o período, ou seja, todos os tratamentos comportaram-se de forma semelhante ao longo dos meses (Tabela 3).

O número acumulado de espécies apresentou tendência de crescimento ao longo dos 12 meses de avaliações para todos os tratamentos nos dois solos (PBAC e PV) (Figuras 3a e 3b). A testemunha (T) apresentou os menores valores nas duas áreas de deposição. A tendência de crescimento no número acumulado de espécies pode continuar ao longo do tempo, desde que ocorra a substituição e o aparecimento de novas espécies decorrentes do processo sucessional.

As gramíneas ocorreram em todos os núcleos de transposição do banco de sementes (BSI e BSII) e parcelas testemunha nos dois tipos de solo (PBAC e PV). Os principais gêneros observados foram *Paspalum* sp. e *Axonopus* sp.. Em PBAC, a

Tabela 2. Riqueza florística, densidade, índices de diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou encontrados no banco de sementes transposto do centro (BSI) e borda (BSII) de fragmento florestal e testemunha (T) em Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC) e Argissolo Vermelho (PV), em Santa Maria, RS.

Variáveis	PBAC				PV			
	BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
Nº total de famílias	19	18	11	22	18	17	14	22
Nº total de espécies	36	41	29	57	42	35	33	59
Nº total de indivíduos	253	270	214	737	231	187	306	724
Índice de Shannon - H'	3,00 a*	2,32 b	1,78 c	-	2,38 b	2,88 a	1,67 c	-
Índice de Pielou - J'	0,84	0,62	0,53	-	0,64	0,81	0,48	-

*Índice de Shannon seguido pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de Hutcheson (p<0,05).

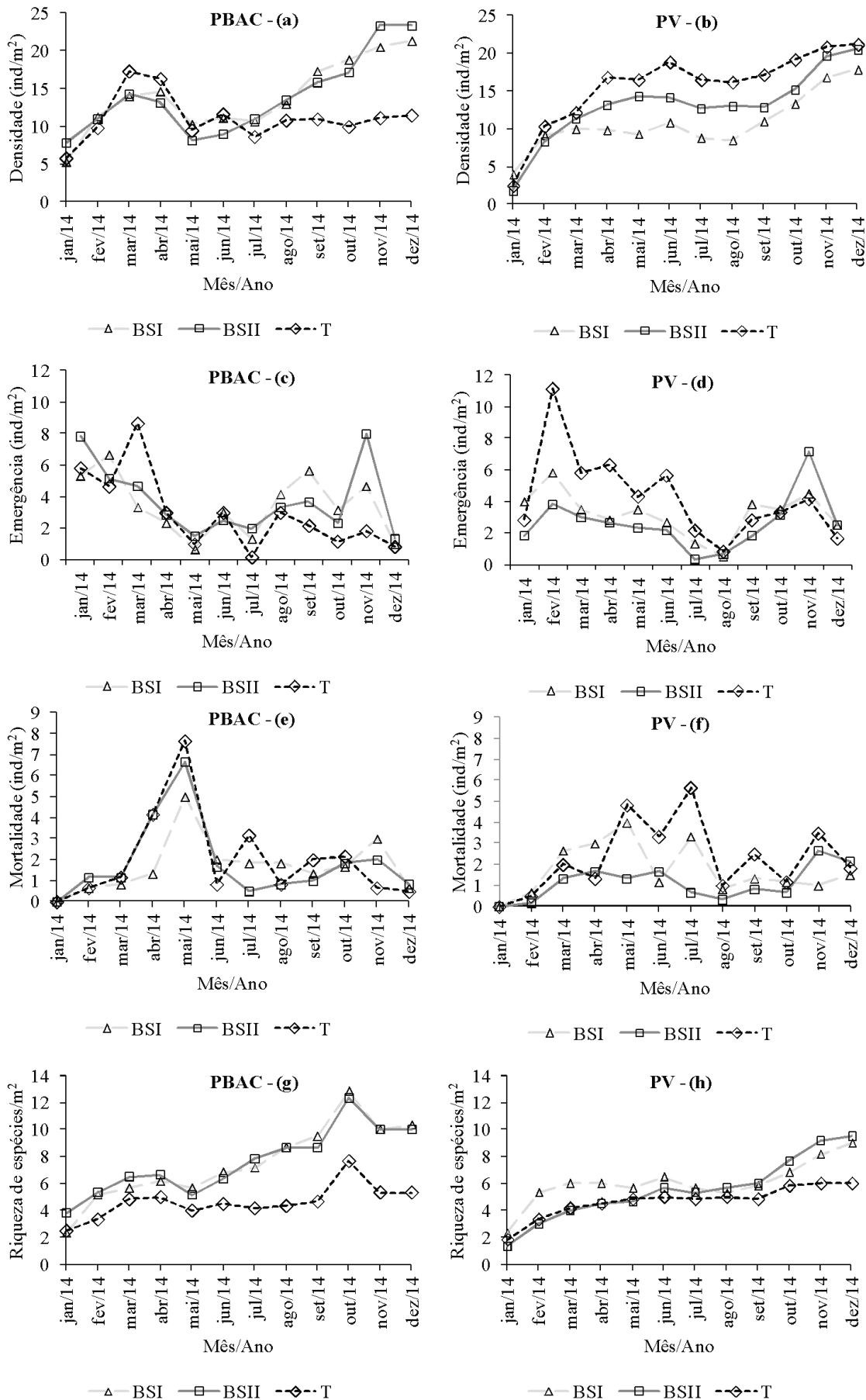


Figura 2. Densidade de indivíduos (2a e 2b), emergência (2c e 2d), mortalidade (2e e 2f) e riqueza de espécies (2g e 2h) do banco de sementes transposto do centro (BSI) e borda (BSII) de fragmento florestal e testemunha (T), em Argissolo Bruno Acinzentado (PBAC) e Argissolo Vermelho (PV), em Santa Maria, RS.

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ao longo do tempo para densidade de indivíduos, emergência, mortalidade e riqueza de espécies do banco de sementes transposto do centro (BSI) e borda (BSII) de fragmento florestal e testemunha (T) em Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC) e Argissolo Vermelho (PV), em Santa Maria, RS.

Variável	Box-Cox : (Y+0,5) ^λ	Área	Efeito	GL Num	GL Den	F valor	Pr > F
Densidade (ind./m ²)	λ = 0,5	PBAC	Trat.	2	180	5,67	0,0041
			Tempo	11	180	4,92	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	0,85	0,6576
		PV	Trat.	2	180	5,05	0,0073
			Tempo	11	180	9,17	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	0,39	0,9938
Emergência (ind./m ²)	λ = 0	PBAC	Trat.	2	180	4,37	0,0140
			Tempo	11	180	5,75	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	0,82	0,6061
		PV	Trat.	2	180	6,23	0,0024
			Tempo	11	180	7,27	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	1,05	0,4027
Mortalidade (ind./m ²)	λ = 0	PBAC	Trat.	2	180	0,13	0,8819
			Tempo	11	180	9,99	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	1,29	0,1860
		PV	Trat.	2	180	8,86	0,0002
			Tempo	11	180	7,50	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	1,74	0,0258
Riqueza de espécies/m ²	λ = 0,5	PBAC	Trat.	2	180	29,81	<,0001
			Tempo	11	180	9,51	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	0,64	0,8938
		PV	Trat.	2	180	5,11	0,0069
			Tempo	11	180	10,97	<,0001
			Trat.*Tempo	22	180	0,73	0,8005

Em que: Y = variável dependente; λ = valor da potência encontrado pela transformação da variável dependente (Y), segundo o método de Box-Cox (1964): λ = 0 → ln(y) e λ = 0,5 → y^{0,5}; GL Num = graus de liberdade do numerador (Efeito); GL Den = graus de liberdade do denominador (Erro); Trat. = Tratamento.

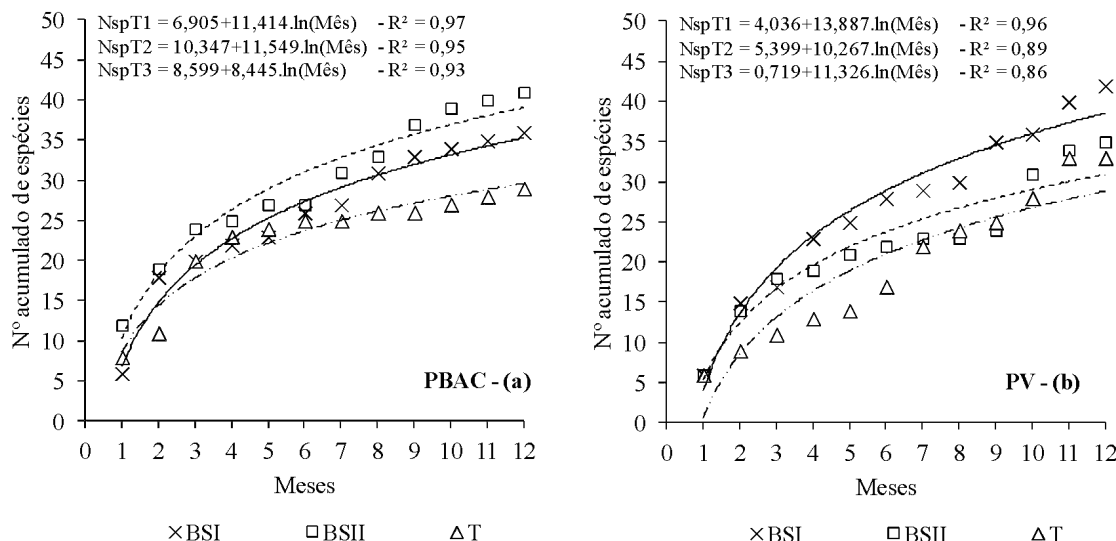


Figura 3. Número acumulado de espécies no banco de sementes transposto do centro (BSI) e borda (BSII) de fragmento florestal e testemunha (T) em Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC) (3a) e Argissolo Vermelho (PV) (3b), em Santa Maria, RS.

cobertura de gramíneas para testemunha (T) e BSII mostrou-se mais elevada nos meses iniciais, chegando próximo à classe de cobertura 5 (Tabela 1), o equivalente a 75% no mês de abril de 2014 (Figura 4a). No mês seguinte, houve um decréscimo da cobertura, que pode ser explicado pela formação de uma lâmina de água na área, aliado a diminuição da temperatura.

Em geral, no Argissolo Vermelho (PV), foram observados valores crescentes de cobertura de gramíneas (Figura 4b), sendo que, ao final do período avaliado, a cobertura chegou a classe 4, entre 50% e 75%.

Até o mês de maio, o tratamento testemunha apresentou tendência de cobertura semelhante ao BSII em PBAC e ao BSI em PV. Após, a testemunha apresentou percentuais inferiores aos dois tratamentos de transposição (BSI e BSII) até o final do

período de observações. Depreende-se daí que o solo transposto favoreceu o desenvolvimento das gramíneas, provavelmente, por recursos nutricionais superiores na fração de horizonte A, típico de solos florestais (Rovedder et al., 20013). Além disso, a técnica também pode transpor microorganismos benéficos, o que potencializa a ciclagem de nutrientes e sua absorção (Reis et al., 2003; 2014).

As espécies herbáceas e arbustivas germinadas a partir do banco de sementes transposto devem criar um microclima que favoreça o estabelecimento de outras espécies e, assim, a maciça cobertura de gramíneas deve ser substituída e integrada na biomassa do solo (Tres & Reis, 2009). Contudo, as gramíneas em geral interferem no desenvolvimento de plântulas competindo por luz, nutrientes e espaço e podem

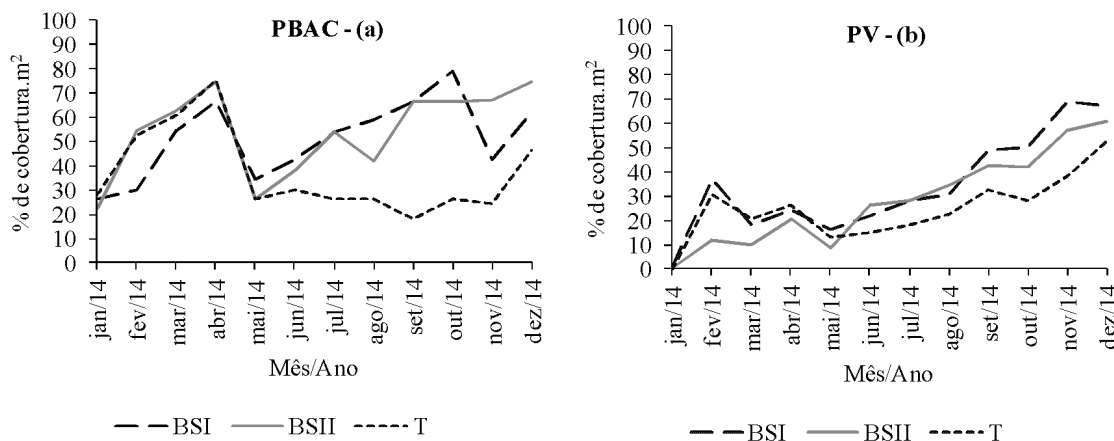


Figura 4. Percentual de cobertura de gramíneas (Poaceae) no banco de sementes transposto (BSI e BSII) e testemunha (T) em Argissolo Bruno-Acinzentado (PBAC) e Argissolo Vermelho (PV), em Santa Maria, RS.

comportar-se como uma barreira para o estabelecimento de outras espécies (Toledo et al., 2001; Rodrigues et al., 2012). No caso da transposição do banco de sementes, estas gramíneas poderão agir como limitadoras para o estabelecimento de plântulas e de outras sementes dispersas na área (Vieira, 2004).

Conclusões

A riqueza de espécies do banco de sementes transposto foi crescente ao longo dos meses. A transposição do banco de sementes permitiu a inclusão da forma de vida arbórea nos locais de deposição.

A densidade de indivíduos, emergência e mortalidade de plântulas foram influenciadas pelo período de inverno e condição do local em relação à característica de hidromorfia do solo.

O solo transposto do centro e da borda de fragmentos florestais favoreceu o desenvolvimento de gramíneas, evidenciando-se aumento da cobertura ao longo dos meses.

Literatura Citada

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. De M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- Angiosperm Phylogeny Group - APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>.
- Baider, C.; Tabarelli, M.; Mantovani, W. O banco de sementes de um trecho de uma Floresta Atlântica Montana (São Paulo - Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000200014>.
- Box, G. E. P.; Cox, D. R. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, v.26, n.2, p. 211-243, 1964. <http://www.jstor.org/stable/2984418>. 22 Apr. 2016.
- Brancalion, P. H. S.; Viani, R. A. G.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins, S.V. (Ed.) *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Viçosa: Editora UFV, 2012. Cap. 9, p.262-293.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, v.149, n. 102, seção 1, p.1-8, 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. 05 Dez. 2015.
- Brighenti, A. M.; Oliveira, A. F. *Biologia de plantas daninhas*. Oliveira Jr., R. S.; Constantin, J.; Inque, M. H. (Eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36
- Corbin, J. D.; Holl, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, v. 265, p. 37-46, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.013>.
- Cordeiro, J. L. P.; Hasenack, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. De P.; Müller, S. C.; Castilhos, Z. M. de S.; Jacques A. V. A. (Eds.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. p.285-299.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Ferreira, M. C.; Walter, B. M. T.; Vieira, D. L. M. Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: propagation of herbs, shrubs, and trees. *Restoration ecology*, v. 23, n. 6, p. 723-728, 2015. <https://doi.org/10.1111/rec.12252>.
- Ferreira, P. P. A.; Miotto, S. T. S. Sinopse das espécies de *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 7, n. 4, p. 440-453, 2009. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1229>. 22 Abr. 2016.

- Fowler, W. M.; Fontaine, J. B.; Enright, N. J.; Veber, W. P. Evaluating restoration potential of transferred topsoil. *Applied Vegetation Science*, v. 18, n.3, p. 379–390, 2015. <https://doi.org/10.1111/avsc.12162>.
- Hall, S. L.; Barton, C. D.; Baskin, C. C. Topsoil seed bank of an Oak–Hickory forest in eastern Kentucky as a restoration tool on surface mines. *Restoration Ecology*, v. 18, n. 6, p. 834–842, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00509.x>.
- He, M.; Lv, L.; Li, H.; Meng, W.; Zhao, N. Analysis on soil seed bank diversity characteristics and its relation with soil physical and chemical properties after substrate addition. *Plos One*, v. 11 n. 1, e0147439, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147439>.
- Hutcheson, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, v.29, n.1, p.151-154, 1970. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90124-4).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, RJ – Brasil, 2012. http://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf. 20 Nov. 2015.
- Littell, R. C.; Milliken, G. A.; Stroup, W. W.; Wolfinger, R. D.; Schabenberger, O. SAS system for mixed models. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2006. 814p.
- 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. <https://doi.org/10.5902/198050981873>.
- Lorenzi, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 672p.
- Magurran, A. E. Medindo a diversidade biológica. Curitiba: Editora UFPR. 2013. 261p.
- Marchioretto, M. S.; Miotto, S. T. S.; Siqueira, J. C. Padrões de distribuição geográfica das espécies brasileiras de Pfaffia (Amaranthaceae). *Rodriguesia*, v. 60, n.3, p.667-681, 2009. http://www.rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig60_3/080-08.pdf. 10 Abr. 2016.
- Mello, M. A. R.; Kalko, E. K. V.; Silva, W. R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 24, n.2, p. 225-228, 2008. <https://doi.org/10.1017/S026646740800480X>.
- Miranda Neto, A.; Kunz, S. H.; Martins, S. V.; Silva, K. De A.; Silva, D. A. da. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, v. 3, n. 6, p. 1035-1043, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600009>.
- Moro, M.F.; Martins, F.R. de. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In. Felfili, J.M.; Eisenlohr, P.V., Melo, M.M. da R.F. de, Andrade, L.A. de, Meira Neto, J.A.A. (Eds.). *Fitosociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa: Editora UFV, 2011. 556p.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley and Sons, 1974. 547 p.
- Piaia, B. B. Transposição do banco de sementes como estratégia de restauração ecológica para Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 77p. Dissertação Mestrado. http://cascavel.ufsm.br/tede//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=8670. 11 Abr. 2016.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Espindola, M. B.; Vieira, N. K. Souza, L. L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003. <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/reis2003.pdf>. 21 Abr. 2016.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Tres, D. R.; Trentin, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 2, p. 509-518, 2014. <https://doi.org/10.5902/1980509814591>.
- Rodrigues, A. P. D. C.; Laura, V. A.; Pereira, S. R.; Deiss, C. Alelopátia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilosantes. *Ciência Rural*, v. 42, n. 10, p. 1758-1763, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001000007>.
- Rovedder, A. P. M. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: Congresso Nacional de Botânica, 64., 2013, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 2013. p.46-53.
- Rovedder, A. P. M.; Piaia, B. B.; Felker, R. M.; Piazza, E. M.; Hummel, R. B. Perspectivas da restauração ecológica de ecossistemas para o Rio Grande do Sul. In: Dörr, A. C.; Rossato, M. V.; Rovedder, A. P. M.; Piaia, B. B. (Orgs.). *Práticas e saberes em meio ambiente*. Curitiba: Appris, 2014. p.303-332.
- Rovedder, A. P. M.; Suzuki, L. E. A. S.; Dalmolin, R. S. D.; Reichert, J. M.; Schenato, R. B. Compreensão e aplicabilidade do conceito de solo florestal. *Ciência Florestal*, v. 23, n. 3, p. 517-528, 2013. <https://doi.org/10.5902/1980509810563>.
- SAS Institute. SAS/STAT. User's guide - release 9.1.3.ed. Cary: SAS Institute, 2004.
- Streck, E. V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C.; Schneider, P.; Giasson, E.; Pinto, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- Toledo, R. E. B. De; Dinardo, W.; Bezutte, A. J.; Alves, P. L. Da C. A.; Pitelli, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. *Scientia Forestalis*, n. 60, p. 109- 117, 2001. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr60/cap09.pdf>. 30 Abr. 2016.
- Tozer, M. G.; Mackenzie, B. D. E.; Simpson, C. C. An Application of Plant Functional Types for Predicting Restoration Outcomes. *Restoration Ecology*, v. 20, n.6, p. 730 - 739, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2011.00828.x>.

- Tres, D. R.; Reis, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. *Biotemas*, v. 22, n. 4, p. 59-71, 2009. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2009v22n4p59/17649>. 12 Abr. 2016.
- Vieira, N. K. O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii* Engelm. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 83p. Dissertação Mestrado. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87591>. 29 Mar. 2016.
- Yamamura, K. Transformation using $(x + 0.5)$ to stabilize the variance of populations. *Researches on Population Ecology*, v. 41, n. 3, p. 229-234, 1999. <https://doi.org/10.1007/s101440050026>.
- Zhang, Z. Q.; Shu, W. S.; Lan, C. Y.; Wong, M. H. Soil Seed Bank as an Input of Seed Source in Revegetation of Lead/Zinc Mine Tailings. *Restoration Ecology*, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2001.94007.x>.