



## Influência de fatores ambientais sobre espécies vegetais em floresta estacional para uso potencial em restauração

Rafael Marian CALLEGARO<sup>1\*</sup>, Maristela Machado ARAUJO<sup>2</sup>, Solon Jonas LONGHI<sup>2,3</sup>,  
Camila ANDRZEJEWSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil.

\*E-mail: rafaelm.callegaro@gmail.com

Recebido em março/2017; Aceito em setembro/2017.

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de fatores ambientais na distribuição das espécies arbustivas e arbóreas, em uma Floresta Estacional Decidual no sul do Brasil. Para isso foram amostrados indivíduos no estrato arbóreo (DAP  $\geq 5$  cm) e na regeneração natural (Classe I:  $1 \leq$  DAP  $< 5$  cm; Classe II: DAP  $< 1$  cm e altura  $\geq 20$  cm). As correlações foram determinadas através do coeficiente de Spearman. Algumas espécies foram relacionadas com variáveis distintas conforme o estágio de desenvolvimento. Espécies como *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii* demonstraram tolerância a solos rasos, com maior grau de pedregosidade, situação recorrente nas florestas do rebordo do Planalto Meridional, enquanto *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotamica* apresentaram correlação negativa com tais variáveis. As espécies zoocóricas mostraram-se importantes para a constituição do componente arbóreo e o estabelecimento de populações. As diferentes correlações observadas evidenciam que o uso das espécies arbustivas e arbóreas na restauração ecológica deve se basear na análise de fatores potencialmente favoráveis ou limitantes ao estabelecimento dessas espécies.

**Palavra-chave:** espécies nativas, fatores limitantes, áreas degradadas, restauração ecológica.

## Influence of environmental factors on plant species in seasonal forest for potential use in restoration

**ABSTRACT:** This study goal was to identify correlations of shrub and tree species with environmental variables, in a Deciduous Seasonal Forest in southern Brazil. Individuals in the arboreal stratum (DBH  $\geq 5$  cm) and natural regeneration (Class II:  $1 \leq$  DBH  $< 5$  cm; Class II: DBH  $< 1$  cm and height  $\geq 20$  cm) were sampled. Spearman's coefficient was used to determine the correlations. Some species were related to different environmental variables as the stage of development. For example, *Actinostemon concolor* and *Sorocea bonplandii* were tolerant to shallow soils, with higher levels of stoniness, a recurrent situation in the forests of the Southern Plateau edge, while *Cupania vernalis* and *Nectandra megapotamica* were correlated negatively to these variables. The zoochoric species are important for the formation of the arboreal component and the establishment of populations. The different relationships observed show that the use of shrub and tree species in ecological restoration should be based on the analysis of potentially favorable or limiting environmental variables to the establishment of these species.

**Keywords:** indigenous species, limiting factors, degraded areas, environmental recovery.

### 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Decidual é uma tipologia ocorrente em diferentes regiões do Brasil. Na zona subtropical, é identificada devido ao inverno frio (temperaturas médias mensais  $\leq 15$  °C), que determina a queda da folhagem, em mais de 50% da cobertura arbórea superior. Neste contexto, inserem-se as florestas do rebordo do Planalto Meridional, do Rio Grande do Sul (IBGE, 2012).

Nessa região, determinados locais, com variados níveis de inclinação e anteriormente cobertos por florestas, foram ocupados por atividades agropecuárias. Em alguns casos, a floresta se regenerou naturalmente, apresentando diferentes estádios sucessionais, como pode ser verificado nos arredores do Parque Estadual Quarta Colônia e inclusive dentro do próprio Parque (MARCUIZZO et al., 2013). Entretanto, nem todas as áreas abandonadas apresentam regeneração natural,

devido à degradação ambiental, sendo estas situações ocorrentes na região do rebordo do Planalto Meridional, as quais evidenciam a demanda de informações que subsidiem projetos de restauração ecológica.

Uma ferramenta utilizada para a restauração é o reflorestamento heterogêneo com mudas de espécies arbóreas. Esse método, quando bem conduzido e fundamentado em critérios ecológicos, pode resultar em florestas com elevada diversidade e com suas funções ecológicas restauradas (MARTINS et al., 2012). Os autores também ressaltaram que em grandes áreas, onde a capacidade de autorregeneração foi perdida, o reflorestamento pode ser mais indicado. Assim sendo, nota-se a importância de entender a ecologia de espécies vegetais e os fatores ambientais condicionantes da vegetação, para embasar as práticas de restauração.

Na região da Floresta Estacional Decidual, a demanda de recomposição vegetal em áreas protegidas, como Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, torna imperativo aumentar o conhecimento existente sobre as espécies nativas. A identificação dos ambientes mais favoráveis à abundância das espécies é fundamental para o entendimento silvicultural das mesmas, anteriormente ao uso dessas espécies em projetos de restauração ecológica. Tal restauração, conforme Sant'Anna et al. (2011), visa imitar o processo de regeneração natural dos ecossistemas, propondo um conjunto mínimo de interferências para incrementar esses processos sucessionais. Portanto, compreender os fatores ambientais favoráveis e limitantes do desenvolvimento de populações pode subsidiar a determinação das práticas mínimas necessárias para catalisar a sucessão florestal.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de fatores ambientais na distribuição das espécies arbustivas e arbóreas, em uma Floresta Estacional Decidual no sul do Brasil, indicando possíveis usos dessas espécies na restauração florestal em áreas com condições ambientais similares.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em um trecho de floresta no Parque Estadual Quarta Colônia (PEQC), entre as coordenadas 29°27'20,2"S e 29°27'54,3"S e 53°16'19,6"O e 53°16'55,3"O, município de Agudo, RS, Brasil. A área total do PEQC abrange 1.847,90 ha, dos quais a maior parte é constituída, conforme Mallmann et al. (2015), por floresta nos seguintes estágios: Inicial (311,48 ha= 16,96% da área total); Médio (343,30 ha= 18,69%); Avançado (578,53 ha= 31,50%); e Floresta Madura (259,50 ha= 14,13%).

O relevo da área é variável, predominando encostas e escarpas, com relevo atingindo valores maiores que 75% de inclinação, em cotas próximas aos topos de morros. A classe de solo predominante é a dos Neossolos, com ocorrência mais frequente de Neossolos Litólicos (PEDRON; DALMOLIN, 2011). As altitudes da área amostrada variam de 80 a 380 m.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical), com precipitação pluviométrica anual variando em torno de 1.800 mm (WREGGE et al., 2011; ALVARES et al., 2013). A vegetação pertence à região fitoecológica Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012). A presente pesquisa foi realizada em um trecho do PEQC constituído por diferentes estágios sucessionais (Inicial, Médio, Avançado e Floresta Madura). Nessa área, os usos associados às alterações na floresta foram, segundo Mallmann et al. (2015), agricultura e corte seletivo.

O estrato arbóreo (diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm) foi amostrado em 33 parcelas com dimensões de 20 m x 20 m, instaladas em seis linhas paralelas com comprimento variável, orientadas no sentido Oeste-Leste e equidistantes 200 m. Manteve-se a distância de 130 m entre cada parcela ao longo das linhas. Em cada parcela, foram instaladas unidades para medição da regeneração natural, sendo incluídos nesta categoria de vegetação os indivíduos com DAP  $< 5$  cm. A Classe I ( $1 \leq \text{DAP} < 5$  cm) foi amostrada em unidades com dimensões de 4 m x 10 m e a Classe II (DAP  $< 1$  cm e altura  $\geq 20$  cm) foi amostrada em subunidades de 2,5 m x 4 m, sendo consideradas espécies arbóreas e arbustivas incluídas nos limites supracitados. Para a obtenção do DAP,

foi medida primeiramente a circunferência à altura do peito (CAP), utilizando-se fita métrica. Posteriormente, calculou-se o respectivo valor de DAP para cada indivíduo mensurado. A altura das plantas regenerantes foi obtida com uso de fita métrica ou vara graduada. O estrato arbóreo foi amostrado entre fevereiro e dezembro de 2013 e a regeneração natural em março de 2014 (Figura 1).

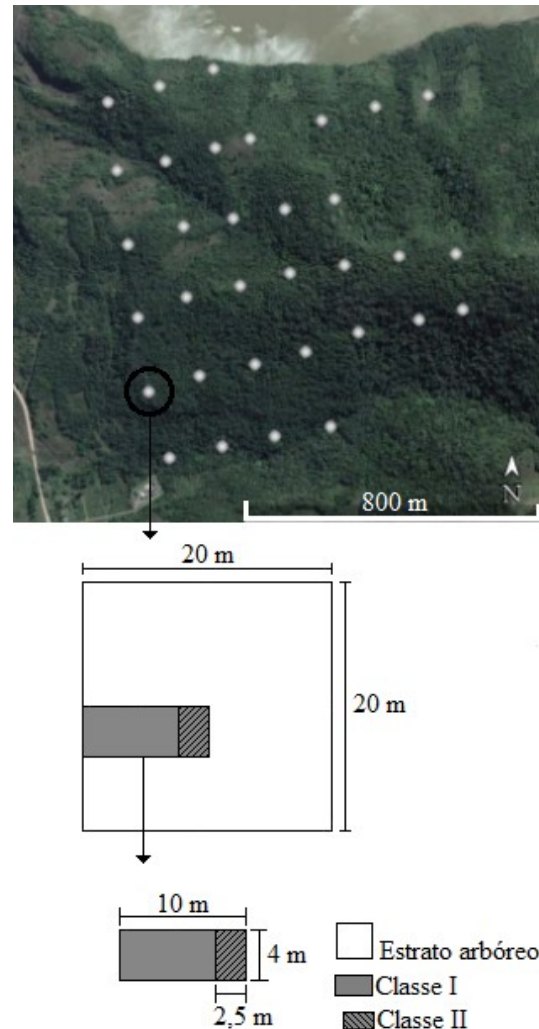


Figura 1. Parcelas utilizadas para amostragem do estrato arbóreo (DAP  $\geq 5$  cm) e da regeneração natural Classe I ( $1,0 \leq \text{DAP} < 5,0$  cm) e Classe II (altura  $\geq 20$  cm e DAP  $< 1,0$  cm), em um trecho de Floresta Estacional Decidual. Agudo, RS, Brasil.

Figure 1. Plots used for sampling of the arboreal stratum (DBH  $\geq 5$  cm) and natural regeneration Class I ( $1.0 \leq \text{DBH} < 5.0$  cm) and Class II (height  $\geq 20$  cm and DBH  $< 1.0$  cm) in Deciduous Seasonal Forest stretch. Agudo, RS, Brazil.

O material vegetativo dos indivíduos não identificados *in loco* foi coletado para posterior identificação no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A confirmação do binômio científico foi realizada por consulta à Flora do Brasil 2020 (floradobrasil.jbrj.gov.br/).

A declividade (graus) foi medida com clinômetro digital. A altitude (m) foi obtida no centro das parcelas, com o GPS eTrex® 30. A exposição do relevo foi medida com uma bússola (graus), em relação ao norte magnético. Considerando-se que a face norte do morro recebe maior luminosidade (OLIVEIRA et al., 1995), a exposição foi

medida de 0° a 180° em direção ao norte (CALLEGARO et al., 2017). A abertura do dossel foi medida com um densiômetro esférico convexo, a 1 m do solo, no centro de cada parcela (SCOLARI et al., 2010). A área basal do estrato arbóreo (m<sup>2</sup>/parcela) foi incluída como variável indicadora de ambiente com maior competição. A espessura da serapilheira acumulada sobre o solo foi medida com trena metálica em três pontos, distribuídos aleatoriamente nas parcelas da regeneração natural.

Foi coletada uma amostra composta de solo em cada parcela (20 m x 20 m), constituída por três amostras simples coletadas na profundidade de 0-20 cm. As amostras compostas foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos da UFSM, onde foram analisadas, conforme Tedesco et al. (1995), as variáveis químicas. Nessa análise, foram determinadas as seguintes variáveis: pH água, Ca, Mg, H+Al, CTC efetiva, saturação por bases, índice SMP, % MO, S, P-Mehlich, K, Cu, Zn, B e as relações molares Ca/Mg, (Ca+Mg)/K e K/(Ca+Mg)1/2. A granulometria (% areia, % silte, % argila) foi analisada no Laboratório de Física do Solo pelo método da pipeta, conforme EMBRAPA-CNPQ (1997).

A profundidade do solo foi medida com uma haste de metal de 13 mm de espessura e 1,50 m de comprimento, sendo a mesma pressionada até que atingisse a rocha, obtendo, dessa maneira, o valor da profundidade conforme o comprimento da haste que ficou inserido no solo. Foram realizadas três medidas por parcela, sendo os pontos de medições distribuídos em locais que representassem a situação geral da parcela. Os valores obtidos forneceram a profundidade média do solo por parcela (CALLEGARO et al., 2017). A pedregosidade superficial foi avaliada conforme Santos et al. (2013), em relação à presença superficial de calhaus e/ou matacões, sendo expressa como variável ordinal: 1 - não pedregosa; 2 - ligeiramente pedregosa; 3 - moderadamente pedregosa; 4 - pedregosa; 5 - muito pedregosa; 6 - extremamente pedregosa; e 7 - terreno pedregoso.

Foi calculado o coeficiente de Spearman para determinar a correlação entre as variáveis ambientais e as dez espécies mais abundantes em cada nível de inclusão, testando-se a significância das correlações. Os coeficientes que apresentaram valor significativo ( $p < 0,05$ ) foram abordados no texto. As inferências sobre o valor de Spearman ( $\rho$ ) foram baseadas em Vieira (2016): correlação pequena ( $0 < \rho \leq 0,25$  ou  $0 < \rho \leq -0,25$ ); correlação fraca ( $0,25 < \rho \leq 0,50$  ou  $-0,25 < \rho \leq -0,50$ ); correlação moderada ( $0,50 < \rho \leq 0,75$  ou  $-0,50 < \rho \leq -0,75$ ); e correlação forte ( $0,75 < \rho \leq 1,00$  ou  $-0,75 < \rho \leq -1,00$ ).

Foi realizado o ordenamento multidimensional não métrico (NMDS) das espécies em um mapa bi-dimensional, a partir de uma matriz de dados contendo a abundância das espécies em cada parcela. A medida de distância utilizada foi o índice de Jaccard. O coeficiente stress, que mede a porcentagem de divergência entre as distâncias da matriz original e as distâncias obtidas no espaço reduzido, é considerado satisfatório quando o seu valor é inferior a 20 (VALENTIN, 2012).

### 3. RESULTADOS

A composição das espécies que apresentaram os dez maiores valores de densidade absoluta variou entre os níveis de inclusão considerados neste estudo (Tabela 1). No estrato

arbóreo, as espécies de maior densidade foram *Trichilia claussoni* C.DC. (174 indivíduos/ha), *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. (106 indivíduos/ha), *Sebastiania brasiliensis* Spreng. (95 indivíduos/ha) e *Cupania vernalis* Cambess. (89 indivíduos/ha). Na regeneração natural Classe I, *Trichilia elegans* A. Juss. (523 indivíduos/ha), *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. (371 indivíduos/ha), *Cupania vernalis* (371 indivíduos/ha) e *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger et al. (250) foram as espécies mais densas, enquanto *Trichilia elegans* (2545 indivíduos/ha), *Actinostemon concolor* (2424 indivíduos/ha), *Cupania vernalis* (2364 indivíduos/ha) e *Trichilia claussoni* (1576 indivíduos/ha) foram na regeneração natural Classe II.

Foi constatado que cinco entre as 10 espécies mais abundantes do estrato arbóreo (*Actinostemon concolor*, *Cupania vernalis*, *Sebastiania brasiliensis*, *Trichilia claussoni* e *Trichilia elegans*) tiveram maior densidade de indivíduos na regeneração de menor porte (Classe II), com decréscimo gradativo para a regeneração de maior porte (Classe I), bem como para o estrato arbóreo (Figura 2). As espécies *Allophylus edulis*, *Casearia sylvestris*, *Nectandra megapotamica* e *Sorocea bonplandii* também tiveram regeneração mais densa do que o estrato arbóreo, embora não tenham expressado o padrão de decréscimo gradativo da densidade. Em contraste com as espécies supracitadas, *Lonchocarpus* cf. *nitidus* teve déficit de indivíduos na regeneração natural.

Nas cotas de altitude mais elevadas, o estrato arbóreo de *Trichilia claussoni* foi mais abundante, condição evidenciada pela correlação forte e positiva ( $\rho = 0,66$ ). *Trichilia claussoni* foi tolerante aos sítios com maior pedregosidade ( $\rho = 0,42$ ) e maior competição entre árvores (área basal:  $\rho = 0,43$ ). Esta espécie teve regeneração natural mais densa em sítios com a camada da serapilheira mais espessa ( $\rho = 0,54$ ) e maior teor de B ( $\rho = 0,36$ ) (Tabela 2).

A abundância da espécie *Allophylus edulis* foi positivamente relacionada com a altitude ( $\rho = 0,37$ ), sendo favorecida pela maior porcentagem de argila ( $\rho = 0,38$ ) e maior teor de S ( $\rho = 0,31$ ), além de ser tolerante aos sítios com menor profundidade do solo ( $\rho = -0,37$ ). Por outro lado, *Sebastiania brasiliensis* foi a única espécie que teve correlação positiva com a exposição do relevo, tanto no estrato arbóreo quanto na regeneração natural. Características edáficas também determinaram o estabelecimento de populações arbóreas de *S. brasiliensis*, uma vez houve correlação moderada e positiva com a porcentagem de argila, o teor de MO e de S no solo.

A espécie *Cupania vernalis* constou entre as mais abundantes nos três níveis de inclusão, apresentando correlação com diferentes variáveis (Estrato arbóreo: altitude ( $\rho = -0,32$ ) e área basal ( $\rho = -0,33$ ); Classe I: profundidade do solo ( $\rho = 0,45$ ); altitude ( $\rho = -0,36$ ); e altura da serapilheira ( $\rho = -0,33$ ); Classe II: pedregosidade ( $\rho = -0,39$ ); S ( $\rho = -0,39$ ); e Ca/Mg ( $\rho = -0,36$ )).

A espécie *Nectandra megapotamica* teve correlações significativas com diversas variáveis na Classe II (altitude:  $\rho = -0,48$ ; Ca/Mg:  $\rho = -0,46$ ; % silte:  $\rho = -0,45$ ; % areia:  $\rho = 0,40$ ; profundidade:  $\rho = 0,38$ ; serapilheira:  $\rho = -0,34$ ; e pedregosidade:  $\rho = -0,31$ ) e no estrato arbóreo (exposição:  $\rho = -0,44$ ; Ca/Mg:  $\rho = -0,42$ ; S:  $\rho = -0,38$ ; saturação por bases:  $\rho = -0,38$ ; pedregosidade:  $\rho = -0,37$ ; Mg:  $\rho = 0,42$ ).

*Actinostemon concolor* teve elevada abundância na floresta, principalmente nas classes de regeneração. Os coeficientes de Spearman revelaram correlações com área basal ( $\rho= 0,29$ ) e abertura do dossel ( $\rho= -0,29$ ) para o estrato arbóreo, e exposição do relevo ( $\rho= -0,31$ ) para a Classe I. Outra árvore tolerante à sombra e abundante na floresta foi

*Sorocea bonplandii*, a qual teve correlações moderadas, sendo o maior valor observado entre o estrato arbóreo e a profundidade do solo ( $\rho= -0,37$ ). Essas duas espécies mostraram-se adaptadas ao sub-bosque, sendo moderadamente influenciadas pelos fatores ambientais analisados.

Tabela 1. Atributos populacionais e morfométricos das espécies arbustivas e arbóreas predominantes, em um trecho de Floresta Estacional Decidual. Agudo, RS, Brasil.

Table 1. Population attributes of shrub and tree species predominant in Deciduous Seasonal Forest stretch. Agudo, RS, Brazil.

	Espécie	DA	FA	H <sub>méd</sub>	D <sub>méd</sub>	GS
		(ind/ha)		(m)	(cm)	
DAP ≥ 5 cm	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	174	60,6	7,5	11,5	CS
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	106	84,9	7,5	13,1	CL
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	95	48,5	7,1	9,8	CS
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	89	72,7	8,0	11,5	CL
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	85	45,5	5,7	7,5	CS
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	65	78,8	10,6	23,7	CL
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	63	24,2	5,5	7,5	CS
	<i>Lonchocarpus cf. nitidus</i> (Vogel) Benth.	58	36,4	7,1	13,0	CL
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	57	60,6	6,7	9,9	CL
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	49	51,5	4,9	6,6	CS
1 ≤ DAP < 5cm	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	523	45,5	3,8	2,6	CS
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	371	36,4	3,2	2,2	CS
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	371	27,3	3,3	1,9	CL
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	250	33,3	3,3	2,7	CS
	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	227	51,5	3,6	2,5	CS
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	144	18,2	4,0	2,6	CS
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	106	9,1	3,5	2,1	CL
	<i>Piper aduncum</i> L.	83	12,1	2,4	1,7	CL
	<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	83	9,1	3,2	1,8	P
	<i>Baccharis</i> sp.	68	3,0	2,2	1,3	P
H ≥ 20cm e DAP < 1cm	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	2545	69,7	0,86	-	CS
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	2424	27,3	0,67	-	CS
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2364	57,6	0,44	-	CL
	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	1576	63,4	0,61	-	CS
	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schldl.	1394	48,5	0,72	-	CL
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1152	27,3	0,66	-	CL
	<i>Piper aduncum</i> L.	1152	36,4	0,95	-	CL
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	879	39,4	0,43	-	CL
	<i>Pombalia bigibbosa</i> (A.St.Hil.) Paula-Souza	758	27,3	0,81	-	CL
	<i>Inga marginata</i> Willd.	636	18,2	0,99	-	CL

DA: densidade absoluta; FA: frequência absoluta; H<sub>méd</sub>: altura (H) média; D<sub>méd</sub>: diâmetro à altura do peito (DAP) médio; GS: grupo sucessional (P: pioneira; CL: clímax exigente de luz; CS: clímax tolerante à sombra).

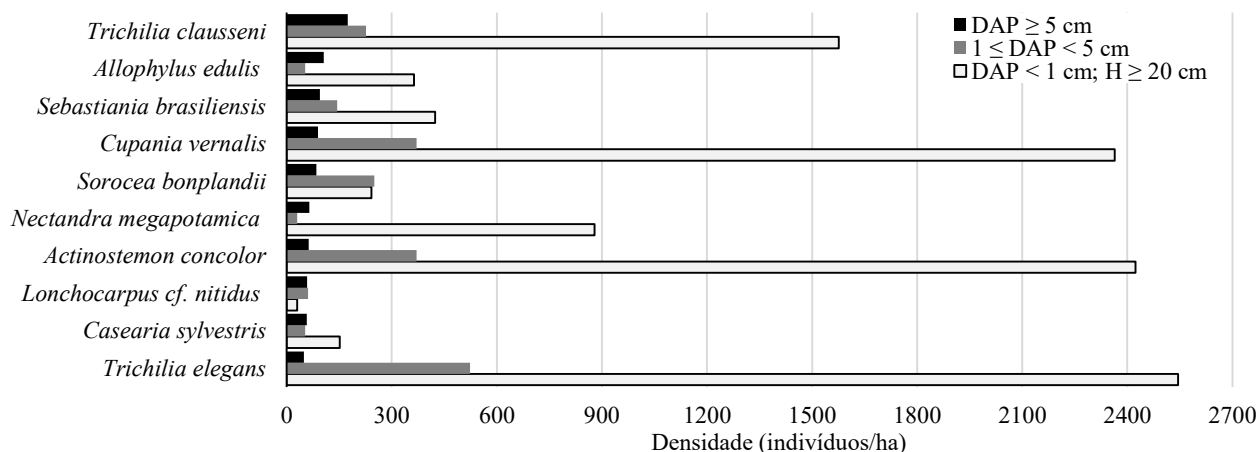


Figura 2. Histogramas de densidade das 10 espécies mais abundantes em três classes de tamanho, em um trecho de Floresta Estacional Decidual. Agudo, RS, Brasil.

Figure 2. Density histograms of the 10 most abundant species in three size classes in Deciduous Seasonal Forest stretch. Agudo, RS, Brazil.

Tabela 2. Correlações significativas entre variáveis ambientais e as espécies arbóreas e arbustivas mais abundantes, listadas em ordem decrescente em relação à abundância, em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Agudo, RS, Brasil.

Table 2. Significant correlations between environmental variables and tree and shrub species more abundant, listed in descending order with respect to abundance in Deciduous Seasonal Forest stretch. Agudo, RS, Brazil.

	Espécie	Coeficiente de Spearman*											
		Altit	Exp	AB	Pedr	Prof	Argi	Ca	CTC	Mg	MO	S	
DAP <sub>≥</sub> 5 cm	<i>Trichilia claussoni</i>	+++	°	++	++	---	°	°	°	°	°	°	
	<i>Allophylus edulis</i>	++	°	°	°	--	++	°	°	°	°	++	
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	°	++	°	++	°	++	°	°	°	++	++	
	<i>Cupania vernalis</i>	--	°	--	°	°	°	°	°	°	°	°	
	<i>Sorocea bonplandii</i>	°	°	++	++	--	°	°	°	°	°	°	
	<i>Nectandra megapotamica</i>	°	--	°	--	°	°	°	°	++	°	--	
	<i>Actinostemon concolor*</i>	°	°	++	°	°	°	°	°	°	°	°	
	<i>Lonchocarpus cf. nitidus</i>	--	°	°	--	++	°	°	°	°	°	°	
	<i>Casearia sylvestris</i>	°	--	°	°	°	°	---	---	--	°	--	
	<i>Trichilia elegans</i>	++	°	+++	°	--	°	°	°	°	°	++	
1 ≤ DAP < 5cm	<i>Trichilia elegans</i>	°	°	°	++	°	°	°	°	°	°	°	
	<i>Actinostemon concolor</i>	°	--	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
	<i>Cupania vernalis</i>	--	°	°	--	++	°	°	°	°	°	°	
	<i>Sorocea bonplandii</i>	++	°	++	°	--	°	°	°	--	°	°	
	<i>Trichilia claussoni</i>	+++	°	°	+++	--	°	°	°	°	°	°	
	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	°	++	°	°	°	--	++	°	°	°	++	
	<i>Machaerium paraguayense</i>	°	°	--	°	°	--	++	++	++	°	°	
	<i>Piper aduncum</i>	°	--	°	--	°	°	°	°	°	--	°	
	<i>Strychnos brasiliensis</i>	°	°	--	°	°	--	++	++	++	++	°	
	<i>Baccharis sp.</i>	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	++	
	H ≥ 20cm e DAP < 1cm	<i>Trichilia elegans</i>	--	°	°	°	++	°	°	°	°	°	°
		<i>Actinostemon concolor</i>	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
<i>Cupania vernalis*</i>		°	°	°	°	°	--	°	°	°	°	--	
<i>Trichilia claussoni</i>		++	°	°	°	°	°	°	°	++	°	°	
<i>Psychotria leiocarpa</i>		--	°	°	°	++	°	°	°	++	++	°	
<i>Parapiptadenia rigida</i>		--	°	--	°	++	°	°	°	°	°	°	
<i>Piper aduncum</i>		°	---	°	--	°	°	°	°	++	++	---	
<i>Nectandra megapotamica</i>		--	°	°	--	++	--	++	--	°	°	--	
<i>Pombalia bigibbosa*</i>		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
<i>Inga marginata*</i>		°	°	°	°	°	°	°	°	++	°	++	

DAP: diâmetro à altura do peito; H: altura; Altit: altitude; Exp: exposição do relevo; AB: área basal do componente arbóreo; Pedr: pedregosidade superficial; Prof: profundidade do solo; Argi: fração argila; Ca: cálcio; CTC: capacidade de troca de cátions efetiva; Mg: magnésio; MO: matéria orgânica; S: enxofre; Sera: altura da serapilheira; Arei: fração areia; Silte: fração silte; P: fósforo-Mehlich; B: boro; Z: zinco; Ca/Mg: relação molar cálcio/magnésio; \*: outras correlações significativas ( $p < 0,05$ ) constam no texto; °= não-significativo; +++: correlação forte e positiva ( $0,50 < \rho \leq 0,75$ ); ++: correlação moderada e positiva ( $0,25 < \rho \leq 0,50$ ); --: correlação moderada e negativa ( $-0,25 < \rho \leq -0,50$ ); ---: correlação forte e negativa ( $-0,50 < \rho \leq -0,75$ ).

*Trichilia elegans*, típica de sub-bosque, apresentou correlação positiva do estrato arbóreo com altitude ( $\rho = 0,44$ ), área basal ( $\rho = 0,50$ ) e matéria orgânica ( $\rho = 0,33$ ), e correlação negativa com a profundidade do solo ( $\rho = -0,36$ ). Na Classe II, houve correlação positiva da espécie com a profundidade do solo ( $\rho = 0,39$ ) e negativa com a altitude ( $\rho = -0,30$ ). Em contraste com as espécies *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii*, *Trichilia elegans* teve abundância favorecida pelo teor de matéria orgânica no solo.

A espécie *Lonchocarpus cf. nitidus* apresentou correlação com a profundidade do solo ( $\rho = 0,32$ ), altitude ( $\rho = -0,31$ ) e pedregosidade ( $\rho = -0,31$ ). *Casearia sylvestris*, por sua vez, teve correlações negativas com a exposição do relevo ( $\rho = -0,42$ ), os teores de Ca ( $\rho = -0,57$ ), magnésio (Mg) ( $\rho = -0,37$ ) e S ( $\rho = -0,34$ ) e a CTC efetiva ( $\rho = -0,55$ ). Percebe-se que as espécies foram influenciadas por fatores distintos.

Na Classe I, *Machaerium paraguayense* teve correlação negativa com a área basal do estrato arbóreo ( $\rho = -0,44$ ) e %

areia ( $\rho = -0,36$ ), positiva com % silte ( $\rho = 0,36$ ), CTC efetiva ( $\rho = 0,33$ ) e Ca ( $\rho = 0,31$ ). *Strychnos brasiliensis* teve correlação positiva com % silte ( $\rho = 0,40$ ), CTC efetiva ( $\rho = 0,39$ ), Ca ( $\rho = 0,38$ ) e % MO ( $\rho = 0,38$ ) e negativa com areia ( $\rho = -0,40$ ) e área basal ( $\rho = -0,34$ ). Por sua vez, *Baccharis sp.* ocorreu em apenas uma parcela, que apresentou abertura do dossel de 79%, devido a uma clareira, onde foi observado solo coberto principalmente por gramíneas. As três espécies supracitadas estiveram entre as mais abundantes apenas no estrato regenerante.

*Piper aduncum*, uma espécie arbustiva, apresentou correlação negativa com a altura da serapilheira ( $\rho = -0,47$ ), exposição do relevo ( $\rho = -0,34$ ) e % matéria orgânica ( $\rho = -0,30$ ) na Classe I. Na Classe II, esta espécie teve correlação negativa com exposição ( $\rho = -0,62$ ), relação Ca/Mg ( $\rho = -0,60$ ) e serapilheira ( $\rho = -0,48$ ), e positiva com o teor de Zn ( $\rho = 0,47$ ) e B ( $\rho = 0,44$ ). Embora seja uma espécie de porte pequeno, as duas classes de tamanho de *Piper aduncum*

(Classe I e Classe II) foram influenciadas por diferentes fatores.

*Parapiptadenia rigida* teve correlação negativa com a área basal ( $\rho = -0,42$ ). Tal fato se deve essencialmente à abundância de regenerantes da espécie em duas parcelas que englobaram clareiras e tiveram baixos valores de área basal (AB) do estrato arbóreo (Parcela 26: 22 indivíduos (57,9% do total); AB: 0,627 m<sup>2</sup>/parcela; Parcela 33: 7 indivíduos (18,4% do total); AB: 0,536 m<sup>2</sup>/parcela), enquanto a área basal média por parcela foi 1,185 m<sup>2</sup>/parcela e a máxima foi 2,690 m<sup>2</sup>/parcela.

Os resultados encontrados para a espécie *Inga marginata* evidenciaram correlação positiva com o teor de Zinco ( $\rho = 0,34$ ) e a % silte ( $\rho = 0,30$ ) e correlação negativa com a acidez potencial (H+Al) ( $\rho = -0,38$ ). As outras espécies abundantes na Classe II foram *Psychotria leiocarpa* (B:  $\rho = 0,40$ ; profundidade do solo:  $\rho = 0,40$ ; Zn:  $\rho = 0,32$ ; altitude:  $\rho = -0,31$ ) e *Pombalia bigibbosa* (abertura do dossel:  $\rho = 0,34$ ).

O escalonamento (ordenamento) multidimensional não-métrico (NMDS) gerou um mapa de ordenação das espécies, a partir do número de indivíduos por parcela, das 10 espécies mais abundantes no estrato arbóreo (Figura 3). O valor obtido para o stress foi 19,537 e o R<sup>2</sup> acumulado foi 66,4%. Notou-se que as espécies *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii* estão próximas no mapa, evidenciando que apresentaram comportamento similar quanto à abundância nesse ecossistema. Outras espécies com maior proximidade no mapa foram *Casearia sylvestris*, *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotamica*.

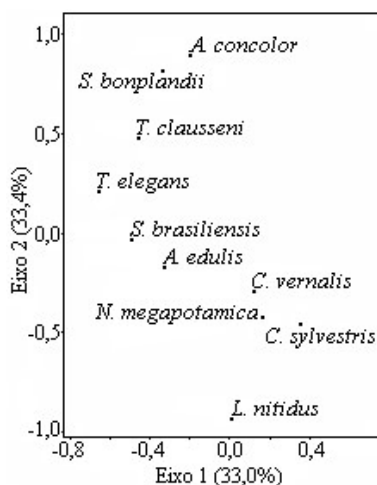


Figura 3. Ordenação das espécies mais abundantes no estrato arbóreo, em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Agudo, RS, Brasil.

Figure 3. Ordination of the most abundant species in the tree layer in Deciduous Seasonal Forest stretch. Agudo, RS, Brazil.

#### 4. DISCUSSÃO

O estrato arbóreo de *Allophylus edulis* foi abundante nas porções mais elevadas do relevo, tolerando solos rasos, porém com maior teor de argila e enxofre (S). Esta espécie, apesar de não constar entre as predominantes da regeneração natural, teve maior densidade no estrato regenerativo do que no estrato arbóreo, indicando boa capacidade de renovação do componente adulto, o que também foi observado para as demais espécies do estrato arbóreo, exceto *Lonchocarpus cf. nitidus*. A correlação positiva de *Allophylus edulis* ao teor de argila pode estar relacionada à preferência da espécie por

sítios com maior umidade no solo, visto que, segundo Silva et al. (2009), a porcentagem de argila no solo propicia uma maior retenção de água.

A tolerância de *Trichilia claussemi* a solos rasos, condição observada na presente pesquisa, está no contexto encontrado por Scipioni et al. (2010), onde esta espécie foi abundante em encostas, com solos rasos e afloramentos rochosos. Percebe-se que *Trichilia claussemi*, uma espécie clímax tolerante à sombra, tem grande potencial de uso na restauração de áreas declivosas, com solo raso e pedregoso. Entretanto, esta espécie deve ser utilizada no enriquecimento de vegetação pré-existente, devido as suas características sucessionais.

Em uma encosta voltada ao sul do morro, no Parque Estadual Quarta Colônia, Marcuzzo et al. (2013) detectaram correlação de *Sebastiania brasiliensis* com os teores de P, Ca e Mg, enquanto Scipioni et al. (2009), não observaram as mesmas correlações entre a espécie e as variáveis ambientais, em outra floresta do rebordo do Planalto Meridional. Esses resultados indicam que *Sebastiania brasiliensis* pode ocorrer de maneira generalizada no gradiente ambiental, mas tem certa afinidade por ambientes com maior teor de S, MO e P, além de ser influenciada pela textura do solo, condição observada na presente pesquisa.

Alguns estudos relacionaram a distribuição de *Cupania vernalis* com a declividade do terreno (correlação negativa), teores de potássio (K) e de matéria orgânica (SCIPIONI et al., 2010; MARCUZZO et al., 2013). No presente estudo, os resultados indicam que a espécie se regenerou com maior facilidade em sítios de solo profundo e menor grau de pedregosidade superficial. Tais aspectos indicam o potencial uso da espécie para restauração em locais com solo não raso e livre de pedregosidade.

Constatou-se que *Sorocea bonplandii* pode se estabelecer em solos rasos, geralmente associados a sítios de maior altitude e a maior grau de pedregosidade. Resultado similar foi observado por Scipioni et al. (2009), onde a espécie apresentou correlação moderada e positiva com Neossolos (rasos). A abundância de *Sorocea bonplandii* em solos rasos decorre, em parte, dos aspectos morfológicos da espécie, típica de sub-bosque (MARCHI; JARENKOW, 2008), a qual teve, na presente pesquisa, porte pequeno (presente estudo: altura= 5,7m±1,7m; DAP= 7,5m±2,5cm). Desta forma, a espécie não teria o substrato pouco profundo como fator limitante.

A espécie *Nectandra megapotamica* é mais exigente em relação às condições ambientais. Notou-se que essa espécie foi mais abundante nas cotas altimétricas menos elevadas, onde tendem a ocorrer solos mais profundos e menos pedregosos. Devido ao fato da espécie ser influenciada por diferentes fatores ambientais, o plantio deve ser, preferencialmente, precedido por um levantamento de sítio onde sejam analisadas características químicas e físicas do solo, por exemplo, os teores de Mg e a relação Ca/Mg e a textura do solo.

*Actinostemon concolor*, uma espécie típica de sub-bosque (MARCHI; JARENKOW, 2008) foi abundante na floresta pesquisada, característica similar a outras florestas estacionais (RUSCHEL et al., 2009; SCIPIONI et al., 2013). Os valores de correlação entre esta espécie e a área basal e abertura do dossel, apesar de serem baixos, são coerentes com as características autoecológicas da espécie, clímax tolerante à sombra (SCIPIONI et al., 2013), visto que depende de menor luminosidade para se desenvolver e pode

tolerar certa competição no estrato arbóreo da comunidade florestal. Em outras pesquisas, foi observada correlação da abundância de *Actinostemon concolor* com teores de K e P (MARCUIZZO et al., 2013; VILAS BOAS et al., 2014).

*Trichilia elegans* também tolerou ambientes com maior competição e se estabeleceu com abundância nas posições topográficas mais elevadas, onde geralmente o solo é menos profundo. Apesar da correlação positiva da regeneração natural de menor tamanho (altura  $\geq 20$  cm e DAP  $< 1$  cm) com a profundidade do solo, este fato não indica dependência de solos profundos. Esta afirmação ficou clara no presente estudo onde *Trichilia elegans* foi indiferente a solos rasos e a maior pedregosidade superficial do solo na avaliação do estrato arbóreo.

A correlação positiva de *Lonchocarpus* cf. *nitidus* com a pedregosidade também foi observada por Narvaes et al. (2014). Por outro lado, Floss (2011) constatou maior abundância desta espécie em solos com maior pH e maior teor de potássio (K). Tais resultados indicam que *Lonchocarpus* cf. *nitidus* têm preferência por solos com determinadas características químicas, bem como tem certa afinidade com solos profundos e menos pedregosos.

*Casearia sylvestris*, por sua vez, teve correlações negativas com a exposição do relevo (-0,42), os teores de Ca (-0,57), magnésio (Mg) (-0,37) e S (-0,34) e a CTC efetiva (-0,55). Segundo Carvalho (2007), *Casearia sylvestris* é uma espécie que tem crescimento melhor em solos bem drenados de textura argilosa a areno-argilosa e de fertilidade que varia de média a alta. A correlação negativa de *Machaerium paraguariense* com a área basal revelou certa incapacidade da espécie de se desenvolver em sítios com maior competição e preferência por solos com menor porcentagem de areia. No estrato arbóreo, conforme Callegaro et al. (2017), a análise de correspondência canônica demonstrou uma posição positiva de *Machaerium paraguariense* em relação à profundidade do solo.

*Machaerium paraguariense*, uma espécie clímax exigente de luz (CL), com dispersão anemocórica, e *Strychnos brasiliensis*, uma pioneira (P) com dispersão zoocórica, são espécies que podem ser utilizadas na restauração ecológica para agregar diversidade e funcionalidade. O plantio de espécies anemocóricas, que não possuem matrizes próximas, pode levar ao aporte de sementes dessas espécies na área. Por outro lado, o plantio de espécies zoocóricas atrativas à fauna pode contribuir para o aporte de sementes de outras espécies na área, agregando riqueza ao banco de sementes e aumentando a diversidade de espécies na área.

A observação de *Baccharis* sp. apenas em uma clareira tornou claro que o seu desenvolvimento ocorreu pela autoecologia da espécie (pioneira). A abundante regeneração natural de *Baccharis* sp. em clareiras na região do estudo foi observada durante os deslocamentos para amostragem da vegetação (CALLEGARO, R. M., observação pessoal). Em relação ao potencial uso para restauração ecológica, as espécies clímax exigente de luz podem ser plantadas em condições de pleno sol ou intermediárias de luz, visto que não são tolerantes a sombreamentos intensos. Nessa situação encontram-se a maioria das espécies mais abundantes: *Allophylus edulis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania vernalis*, *Inga marginata*, *Lonchocarpus* cf. *nitidus*, *Machaerium paraguariense*, *Nectandra megapotamica*, *Parapiptadenia rigida*, *Piper aduncum*, *Pombalia bigibbosa* e *Psychotria*

*leiocarpa*. *Psychotria leiocarpa*, apesar de ser classificada como clímax exigente de luz, é uma espécie mais comum em locais com certo sombreamento. Esta observação indica a necessidade de ser introduzida em sítios onde exista uma vegetação que proporcione tais condições. Dentre estas espécies, *Inga marginata* e *Parapiptadenia rigida* são consideradas espécies de preenchimento, as quais possuem bom crescimento e boa cobertura de copa, proporcionando o rápido fechamento da área a ser restaurada (BRANCALION et al., 2009; MARCUZZO, 2012). Tais espécies podem ser utilizadas em maior quantidade nos plantios de restauração, visando constituir plantios com espécies do grupo de diversidade ou cobrir a área para posterior enriquecimento com outras espécies.

Outra característica autoecológica, que pode subsidiar a seleção de espécies e o planejamento do desenho do plantio, é a estratégia de dispersão. Por exemplo, a zoocoria, característica de espécies com frutos atrativos à fauna (exemplo: *Allophylus edulis* e *Trichilia clauseni*), proporciona a chegada de sementes de outras espécies ao sítio. A autocoria, por sua vez, pode ocasionar elevados níveis de agregação da futura regeneração natural, devido a maiores restrições à dispersão das sementes para longe da planta-mãe (matriz).

O fato de que a maior parte das espécies mais abundantes são zoocóricas evidencia a importância desta estratégia de dispersão na manutenção da estrutura da floresta e estabelecimento de novas populações (CALLEGARO et al., 2017). Nota-se, assim, a pertinência de incluir espécies zoocóricas em plantios de restauração, por exemplo, *Strychnos brasiliensis* e *Psychotria leiocarpa*. Caso seja constatada a ausência de matrizes de espécies autocóricas (exemplo: *Actinostemon concolor* e *Sebastiania brasiliensis*) e anemocóricas (exemplo: *Machaerium paraguariense* e *Parapiptadenia rigida*) próximas à área que se pretende restaurar, é necessário o plantio de mudas de espécies com essas estratégias de dispersão. Além dos grupos sucessionais e das estratégias de dispersão, variáveis ambientais, como a porcentagem de argila e o teor de MO no solo, e outros fatores podem ser considerados para aumentar a possibilidade de sucesso em um plantio de restauração.

Os valores obtidos para o stress e o  $R^2$  acumulado indicaram que o mapa bi-dimensional representou satisfatoriamente as distâncias entre as espécies (HAIR Jr. et al., 2009; VALENTIN, 2012). Ressalta-se que a maior proximidade no mapa sugere afinidade por condições ambientais similares, uma vez que as espécies apresentaram certa semelhança em termos de abundância nas parcelas, isto é, preferências por nichos similares.

Considerando-se que as informações obtidas refletem correlações entre a abundância das espécies e as variáveis ambientais, o real efeito de algumas variáveis, como as químicas e físicas do solo, sobre o crescimento de mudas de espécies arbóreas pode ser comprovado por experimentos. Outra questão passível de ser testada é o nível de sombreamento que espécies dos diferentes grupos sucessionais toleram, por exemplo, *Trichilia clauseni* (climácica tolerante à sombra), *Cupania vernalis* (climácica exigente de luz) e *Strychnos brasiliensis* (pioneira).

Observa-se, ainda, que os resultados encontrados foram baseados na avaliação de uma floresta onde poucas áreas eram degradadas (duas das 33 unidades amostrais

englobaram área degradada). Tal aspecto revela a necessidade de realizar uma classificação de sítios na área a ser restaurada, visando determinar a aptidão de uso das espécies aqui analisadas e suas possíveis contribuições para acelerar o processo sucessional da área.

Cabe ressaltar que trabalhos como a presente pesquisa podem se tornar ferramentas essenciais para que o Brasil atinja as suas metas propostas no Acordo de Paris (21ª Conferência das Partes (COP21)). Neste acordo, o país se comprometeu a restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até o ano de 2030 (MMA, 2017). Para tal, o conhecimento das preferências ecológicas das espécies vegetais ocorrentes nas diferentes regiões do Brasil é importante para que se obtenha sucesso nos plantios.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo indicou que a maior parte das espécies mais abundantes é influenciada pela altitude, profundidade do solo e espessura da serapilheira. Algumas variáveis atuam como limitantes (exemplo: pedregosidade superficial do solo e área basal) e outras como facilitadoras (exemplo: matéria orgânica e teor de argila) do estabelecimento de populações arbóreas. Além dessas, outras variáveis que possivelmente influenciem o crescimento das espécies devem ser analisadas para aumentar a eficácia de processos de restauração ecológica. Nesse contexto, espécies como *Casearia sylvestris*, *Machaerium paraguayense*, *Sorocea bonplandii*, *Strychnos brasiliensis* e *Trichilia claussenii* apresentam potencial de uso em processos de restauração ecológica para a região de estudo.

## 6. AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado ao primeiro autor. Ao Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, por meio do projeto AC FSA CAIXA, nº 015.007/2012, pelo auxílio financeiro para a realização da pesquisa. Às pessoas que auxiliaram na coleta de dados: Adriana M. Griebeler, Álvaro L. P. Berghetti, Aquiles B. Naressi, Caira Tolfo, Camila M. Ribeiro, Daniele R. Gomes, Felipe M. Barbosa, Felipe Turchetto, Jairo L. Z. Peripolli, Jessé C. Mezzomo, Lisandro Bolzan, Luiz Rodrigues, Manoel B. P. Matos, Matheus R. da Silva e Thairini Zavistanovicz.

## 7. REFERÊNCIAS

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**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711 - 728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentado na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. Disponível em: <http://www.pactomataatlantica.org.br/publicacoes>. Acesso em: 24 mar 2017.

CALLEGARO, R. M.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; ANDRZEJEWSKI, C.; TURCHETTO, F.; GOMES, D. R. Fitossociologia e fatores ecológicos condicionantes da

vegetação em uma floresta estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 72, n. 1, p. 33 - 43, 2017. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/618/330>. Acesso em: 24 ago 2017.

CARVALHO, P. E. R. **Cafezeiro-do-mato: *Casearia sylvestris***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007, 16 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/313896/cafezeiro-do-mato---casearia-sylvestris>. Acesso em: 24 mar 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS - CNPS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997, 212 p. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wt\\_r.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wt_r.pdf). Acesso em: 24 mar 2017.

FLOSS, P. A. **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do Oeste de Santa Catarina**. 2011. 154p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: [http://cascavel.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3551](http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3551). Acesso em: 24 mar 2017.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. T. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 6 ed., 2009, 688 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2 ed., 2012, 275 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 24 mar 2017.

MALLMANN, C. L.; PRADO, D. de A.; PEREIRA FILHO, W. Índice de vegetação por diferença normalizada para caracterização da dinâmica florestal no parque estadual Quarta Colônia, estado do Rio Grande do Sul - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 5, p. 1454 - 1469, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/geografiafisica/article/view/13030/15802>. Acesso em: 3 mai 2017.

MARCHI, T. C. de; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 241 - 248, 2008. Disponível em: [http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328113719ih63\\_2\\_p241\\_248.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328113719ih63_2_p241_248.pdf). Acesso em: 24 mar 2017.

MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 275 - 287, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000200009>

MARCUZZO, S. B. **Métodos e espécies potenciais à restauração de áreas degradadas no Parque Estadual Quarta Colônia, RS**. 2012. 135p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/10/TDE-2013-03-12T100916Z-4075/Publico/MARCUZZO,%20SUZANE%20BEVILA](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/10/TDE-2013-03-12T100916Z-4075/Publico/MARCUZZO,%20SUZANE%20BEVILA)



- CQUA.pdf>. Acesso em: 24 mar 2017.
- MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, 2012, 293 p.
- MINISTÉRIO DOD MEIO AMBIENTE (MMA). **Acordo de Paris**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 25 ago 2017.
- NARVAES, I. da S.; LONGHI, S. J.; KILCA, R. V.; RODRIGUES, T. E. S. Arboreous species population in a topographic gradient of Mixed Ombrophilous Forest in Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 553-564, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v44i4.33057>
- OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S.; LIMA, D. F.; SILVA, M. B. R.; VIANNA, M. C.; SODRÉ, D. O.; SAMPAIO, P.D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 523 - 541, 1995. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8048/6489>>. Acesso em: 24 mar 2017.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J., BRUN, E. J.; KILCA, R. de V. (Orgs.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011, 320 p.
- RUSCHEL, A. R.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Estrutura e composição florística de dois fragmentos da Floresta Estacional Decidua do Alto-Uruguaí, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 225 - 236, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098413>
- SANT'ANNA, C. S.; TRES, D. R.; REIS, A. **Restauração ecológica: sistemas de nucleação**. São Paulo: SMA, 2011. 63 p. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Nucleacao.pdf>>. Acesso em: 24 mar 2017.
- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 6 ed., 2013, 100 p.
- SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241 - 254, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v43i2.27098>
- SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; REINERT, D. J. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Decidua na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 675 - 690, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v39i3.15369>
- SCIPIONI, M. C.; LONGHI, S. J.; REINERT, D. J.; ARAUJO, M. M.; PEDRON, F. de A. Distribuição do compartimento arbóreo em gradiente de relevo e solos na encosta Meridional da Serra Geral, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1295 - 1301, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000090>
- SCOLARI, G. O.; ANDRADE, G. R. de; MOSCOGLIATO, A. V.; TOREZAN, J. M. D. Riqueza e abundância de espécies lenhosas em reflorestamento de *Pinus taeda* L. e Floresta Ombrófila Mista no Centro - Leste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1361 - 1366, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1361>
- SILVA, A. C. da; BERG, E. V. D.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; MARQUES, J. J. G. de S. e M.; APPOLINÁRIO, V.; PÍFANO, D. S.; OGUSUKU, L. M.; NUNES, M. H. Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmentos de floresta aluvial em São Sebastião da Bela Vista, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 283 - 297, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042009000200008>
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.
- VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 153 p.
- VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 264 p.
- VILAS BÔAS, R.; BOTELHO, S. A.; MELLO, J. M. de. Restoration success: secondary forests at the margin of the hydroelectric reservoir (Minas Gerais State, Brazil). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Amman, v. 8, n. 13, p. 153 - 160, 2014. Disponível em: <<http://ajbasweb.com/old/ajbas/2014/August/153-160.pdf>>. Acesso em: 24 mar 2017.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de; REISSER JÚNIOR, C.; MALUF, J. R. T.; BUENO, A. C.; PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da; PRESTES, S. D.; DALMAGO, G. A.; PIRES, J. L. F.; SANTI, A.; BERLATO, M. A.; DIDONÉ, I. A. **Atlas climático**: Rio Grande do Sul. FEPAGRO/CEMETRS, Porto Alegre, 2011, 185 p. Disponível em: <[http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas\\_Clim%C3%A1tico](http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas_Clim%C3%A1tico)>. Acesso em: 24 mar 2017.