

Efeitos de diferentes espécies pioneiras sobre a colonização de *Podocarpus lambertii* em uma área em restauração

Effects of different pioneer species on the colonization of *Podocarpus lambertii* in a restoration area

Gabriele Ottilia Zimmer¹
gozimmer@unisinos.br

Claudia Pandolfo Paz¹
claudiappaz@yahoo.com.br

Gislene Ganade^{1,2*}
gganade@cb.ufrn.br, gganade@gmail.com

Resumo

Interações ecológicas entre espécies pioneiras e tardias influenciam o arranjo espacial de indivíduos em comunidades vegetais, resultando em associações espaciais positivas ou negativas. Estudos que analisam esses padrões espaciais em áreas em processos de regeneração são importantes para projetos de restauração florestal. O objetivo deste trabalho foi investigar a estrutura populacional e a distribuição espacial de *Podocarpus lambertii* Klotzsch (Podocarpaceae) em uma área em processo de regeneração, verificando o efeito das espécies pioneiras nativas sobre os regenerantes dessa espécie. O trabalho foi realizado em uma área degradada de 1 ha em estágio inicial de sucessão na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Em parcelas contíguas de 10 x 10 m, foram medidos e mapeados todos os indivíduos de *P. lambertii* e os indivíduos das pioneiras nativas *Baccharis uncinella* e *Vernonia discolor*. A população de *P. lambertii* manteve-se estável ao longo do estudo, sendo que o número de indivíduos nas classes de tamanho manteve-se razoavelmente constante. Os regenerantes de *P. lambertii* apresentaram-se negativamente associados à pioneira *B. uncinella*, indicando competição, e positivamente associados à pioneira *V. discolor*, indicando facilitação. Esses resultados podem contribuir com o desenvolvimento de técnicas de manejo para a restauração de áreas degradadas no sul do Brasil.

Palavras-chave: associações espaciais, competição, facilitação, Floresta Ombrófila Mista, regeneração florestal.

Abstract

Biotic interactions between pioneer and late-successional species may affect the spatial arrangement of the individuals in plant communities resulting in positive or negative patterns of association. Studies that analyze the plant colonization patterns in areas of natural forest regeneration are important to ecological restoration projects. The aim of this work is to investigate the population structure and the spatial distribution of *Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae) in a restoration area, verifying the effect of pioneer plant species on *P. lambertii* recruitment. The work was performed in a 1 ha degraded area in the National Forest of São Francisco de Paula, RS, Brazil. In contiguous plots of 10 x 10 m all individuals of *P. lambertii* and adult individuals of the pioneer species *Baccharis uncinella* and *Vernonia discolor* were mapped and measured. The *P. lambertii* population maintained itself stable during the study period, with the number of individuals in each size class reasonably constant. Juveniles of *P. lambertii* were negatively associated with the pioneer *B. uncinella* indicating a competitive interaction, and were positively associated with *V. discolor* individuals, indicating facilitation. These results may contribute to the development of management techniques for the restoration of degraded areas in southern Brazil.

Key words: spatial associations, competition, facilitation, Araucaria Forest, forest regeneration.

¹ Laboratório de Ecologia da Restauração, Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Caixa Postal 275, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

² DBEZ, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova, 59072-970, Natal, RN, Brasil.

Introdução

A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária foi intensamente explorada desde o século XIX (Fonseca *et al.*, 2009a), principalmente pela extração de madeira, e encontra-se altamente fragmentada. Sua superfície no estado do Rio Grande do Sul diminuiu, desde a década de 80 sendo que apenas 12,6% resta de sua cobertura original (Ribeiro *et al.*, 2009). Uma das soluções para reverter esse quadro de alterações pode ser a implantação de programas de restauração de florestas. Alguns programas de restauração em áreas degradadas, entretanto, demonstraram que vários fatores bióticos e abióticos parecem limitar a regeneração florestal (Nepstad *et al.*, 1991; Aide e Cavalier, 1994). Estudos sobre a restauração das florestas com araucária podem ser importantes para reverter este processo de destruição, porque oferecem informações básicas para a aplicação de técnicas de manejo em que se possam recuperar fragmentos remanescentes para garantir a manutenção da biodiversidade neste ecossistema (Zanini e Ganade, 2005). Com a degradação das florestas, principalmente por monoculturas e conversão para pastagens, muitas espécies nativas com potencial para a silvicultura tendem a desaparecer pela falta de informações que permitam explorar seu uso.

O *Podocarpus lambertii* Klotzsch (Podocarpaceae) é uma espécie nativa no sul do Brasil que apresenta alto valor comercial (Ragagnin *et al.*, 1994). Esta espécie de pinheiro tem ampla distribuição no estado do Rio Grande do Sul, ocorrendo na Mata Atlântica e na Floresta Ombrófila Mista (Ledru *et al.*, 2007). O *Podocarpus lambertii* é uma gimnosperma longeva, que pode ser encontrada tanto em áreas sombreadas como em áreas expostas ao sol, sendo que suas estratégias de regeneração não são ainda bem conhecidas. Desenvolve-se tanto em solos férteis quanto em solos pobres, rasos e rochosos, como é o caso da Serra do Sudeste no RS. O pseudo-fruto do *P. lambertii* é formado por um intumescimento (arilo)

apreciado pelos pássaros, que são seus principais disseminadores (Reitz *et al.*, 1984). Este pinheiro apresenta potencial madeireiro, pois oferece excelente matéria-prima para aglomerados e papel/celulose. Possui fibras longas, apresentando características semelhantes às da Araucária (*Araucaria angustifolia*) (Maixner e Ferreira, 1976; Mainieri e Pires, 1973). Dessa forma, *P. lambertii* é uma importante espécie tanto para projetos de restauração de florestas quanto para plantios de espécies nativas para fins econômicos.

Para verificar o potencial de uso desta espécie em programas de regeneração de florestas com araucária, é importante que se conheça a sua capacidade de colonização e manutenção de populações viáveis em áreas degradadas. Fatores bióticos e abióticos podem afetar a estrutura das populações de plantas e, consequentemente, o arranjo espacial de seus componentes (Hutchings, 1997). Dois mecanismos de interação são importantes na definição da dinâmica das comunidades em áreas que sofreram algum tipo de impacto: competição e facilitação (Ganade *et al.*, 2008). Muitos autores apontam a importância das espécies enfermeiras, que facilitam a colonização de espécies tardias em ambientes abertos por promoverem melhorias microclimáticas (Guevara *et al.*, 1992; Callaway, 1995; Scarano, 2002; Zanini *et al.*, 2006). Por outro lado, a presença de vegetação pioneira pode também reduzir a disponibilidade de recursos como água, luz e nutrientes do solo através de processos competitivos, modificando assim os padrões de estabelecimento de plantas em áreas degradadas (Nepstad *et al.*, 1990; Ganade e Brown, 2002). Desta forma, espécies pioneiras nativas podem afetar o padrão espacial de colonização dos indivíduos de *P. lambertii*, por meio de relações de competição ou facilitação.

Na área de estudo, duas espécies pioneiras nativas de grande abundância, *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae) e *Vernonia discolor* (Spreng.) Less. (Asteraceae) poderiam afetar o padrão espacial de colonização dos indivíduos

de *P. lambertii*, através de relações de competição ou facilitação (Barbosa *et al.*, 2004). Dessa forma, este trabalho tem como objetivo responder às seguintes questões: (i) como a população de *P. lambertii* está estruturada e distribuída espacialmente na área em restauração?; (ii) ocorre alteração da estrutura populacional de *P. lambertii* no decorrer dos anos?; e (iii) os indivíduos de *P. lambertii* encontram-se associados espacialmente com as duas espécies pioneiras nativas, *B. uncinella* e *V. discolor*?

Materiais e métodos

Área de estudo

Este trabalho foi realizado na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula (29°25'24"S e 50°31'12"N), no Rio Grande do Sul, Brasil, na região dos Campos de Cima da Serra. A área total da FLONA é de 1.606 ha, com altitude máxima de 923 m acima do nível do mar. O clima é temperado, e a temperatura anual média é de 18,5° C. A precipitação pluviométrica média anual é de 2.225 mm (Backes, 1999). A vegetação natural da região consiste de áreas de Floresta Ombrófila Mista, entremeadas por áreas de campo (Rambo, 1994). Dentro da FLONA, foi estudada uma área onde havia um plantio de *Pinus taeda* com 30 anos de idade. Em 2001, este plantio sofreu o corte raso das árvores, e a área foi abandonada, estando em estágio de regeneração, com estabelecimento espontâneo de vegetação nativa e espécies exóticas do gênero *Pinus* (Ganade *et al.*, 2008). Atualmente, o entorno da área é circundada por um fragmento de vegetação nativa à oeste, pelo plantio de *Eucalyptus* spp. ao sul e pelos plantios de *Pinus* spp. ao norte e leste.

Estrutura populacional

Todos os indivíduos de *P. lambertii* que colonizaram a área em restauração foram mapeados e monitorados em uma área de 4900 m², dividida em parcelas permanentes e contíguas de 10 m x 10 m,

totalizando 49 parcelas. A população de *P. lambertii* foi monitorada durante aproximadamente dois anos. Neste período, foram realizadas três medições: a primeira, em março de 2006; a segunda, em setembro de 2006; e a terceira, em maio de 2008, abrangendo um intervalo de 26 meses entre a primeira e a última medição. Todas as plantas encontradas tiveram medidas as suas alturas e foram divididas nas seguintes classes de tamanho: plântula (menores do que 0,25 m); jovem-1 (de 0,26 m até 0,80 m); jovem-2 (de 0,81 m a 2 m); subadulto (acima de 2 m, sem estruturas reprodutivas); e adulto (acima de 2 m de altura, com estruturas reprodutivas).

Distribuição espacial

Os padrões de distribuição espacial das classes de tamanho de *P. lambertii*, bem como o padrão de distribuição das espécies pioneiras *B. uncinella* e *V. discolor*, foram analisados a partir da contagem dos indivíduos em parcelas de 5 x 5 m, totalizando 212 parcelas utilizadas nas análises espaciais. Para analisar a distribuição espacial de *P. lambertii*, *B. uncinella* e *V. discolor*, utilizou-se o programa SADIEShell 1.22, que gera um índice de agregamento geral para a área (I_a) e índices de agregamento locais (v_i e v_j), que são os índices para cada parcela individualmente. A partir desse método, pode-se obter a probabilidade (valor de P) de o padrão de distribuição espacial estar ocorrendo ao acaso, utilizando múltiplas randomizações dos dados observados (Perry, 1998; Perry e Dixon, 2002).

Associação com espécies pioneiras

Para as associações espaciais, foram considerados os indivíduos mais representativos de *B. uncinella* e *V. discolor*, utilizando-se, na análise, aqueles com área de copa superior a 1,5 x 1,5 m. A associação espacial destas espécies com *P. lambertii* foi estudada por serem espécies pioneiras nativas da região e abundantes na área de estudo. *Baccha-*

ris uncinella é um arbusto que possui padrão de copa densa, com ramificações muito próximas ao solo. É uma espécie que invade áreas de campo próximas à floresta (Oliveira e Pillar, 2004). *Vernonia discolor* é uma árvore heliófita, semidecídua, que apresenta abundante renovação de suas folhas durante todo o ano (Reitz *et al.*, 1984). As plantas do gênero *Vernonia* produzem sesquiterpenos (lactonas), mas estes compostos poderiam inibir o desenvolvimento de plântulas de outras espécies (Barbosa *et al.*, 2004; Catalán *et al.*, 1986).

Foram realizadas análises de associações espaciais entre as diferentes classes de tamanho de *P. lambertii* e as espécies pioneiras, a partir dos mapeamentos, e análise de distribuição espacial, realizados anteriormente nas parcelas. Os índices de associação espacial (X) são gerados pelo programa SADIEShell 1.22. Esses índices, que podem ser tanto positivos quanto negativos, são calculados através da sobreposição dos índices locais de distribuição de dois conjuntos de dados da mesma parcela. Sendo assim, se os indivíduos de duas espécies ocorrem agrupados nas mesmas parcelas, será apresentado um índice de associação positivo entre as espécies; caso os agrupamentos não se sobreponham, os índices serão negativos. Valores positivos são significativos quando forem maiores do que os valores críticos calculados, e valores negativos são significativos quando forem menores que os valores críticos (Perry e Dixon, 2002). Para melhor visualização dos padrões de associação descritos acima, considerou-se o número de parcelas, em escala 10 x 10 m, em que *P. lambertii* ocorre na presença de *B. uncinella*, na presença de *V. discolor*, na ausência das espécies pioneiras e na presença das espécies pioneiras.

Resultados

Indivíduos de todas as classes de tamanho de *P. lambertii* estiveram presentes em todos os levantamentos realizados. A população de *P. lambertii* não se

modificou acentuadamente ao longo do estudo, e o número de indivíduos nas classes de tamanho manteve-se relativamente constante (Figura 1). Foram encontrados 72 indivíduos de *P. lambertii* no primeiro levantamento e 10 novas plantas no segundo, mas seis indivíduos morreram. No terceiro e último levantamento, realizado vinte e seis meses após o primeiro, foram encontradas 3 novas plântulas, e o total de indivíduos passou para 85, dos quais 17 indivíduos sofreram mortalidade – destes, 13 eram plântulas (Figura 1). Apesar das proporções de indivíduos dentro das diferentes classes etárias apresentarem-se relativamente constantes, o número de indivíduos mortos aumentou do primeiro para o último levantamento, e o número de plântulas diminuiu no decorrer do tempo. Porém, ao final dos levantamentos, 6 plântulas passaram a ser jovem-1. Os indivíduos de *P. lambertii* das diferentes classes de tamanho mostraram-se aleatoriamente distribuídos por toda a área de estudo durante todo o período de monitoramento (Figura 2). Os índices de agregação das diferentes categorias de tamanho de *P. lambertii* não se mostraram significativos (Tabela 1). Apenas a categoria jovem-1 mostrou tendência marginalmente significativa de ser agregada. Os indivíduos de *B. uncinella* e *V. discolor*, por sua vez, encontraram-se amplamente distribuídos na área de estudo, apresentando alguns focos de maior densidade (Figura 3). Os indivíduos de *V. discolor* apresentaram-se significativamente agregados entre si ($I_a = 2,027$, $P < 0,001$), assim como os indivíduos *B. uncinella*. ($I_a = 1,829$, $P < 0,01$).

As associações espaciais do último levantamento mostraram, de modo geral, efeitos negativos da pioneira *B. uncinella* sobre as três categorias iniciais de tamanho de *P. lambertii* e efeitos positivos de *V. discolor* sobre plântula e jovem-1 (Tabela 2). No primeiro levantamento realizado, plântulas e jovem-2 indicaram tendência a ter uma relação negativa com *B. uncinella*, mas o resultado foi marginalmente significativo; no segundo levantamento essas

Tabela 1. Índices gerais de distribuição espacial (I_a) das classes etárias de *Podocarpus lambertii* entre os anos de 2006 e 2008. P representa a probabilidade do valor do índice ocorrer por acaso. Índices com $P < 0,05$ representam distribuições espaciais significativamente diferentes do padrão aleatório.

Table 1. Spatial distribution indexes (I_a) of *Podocarpus lambertii* size classes measured between 2006 and 2008. P represents the probability of the index value to occur by chance. Indexes with $P < 0.05$ represent spatial distributions significantly different from the random pattern.

	Março/2006		Setembro/2006		Maio/2008	
	I_a	P	I_a	P	I_a	P
Plântula	0,977	0,442	1,1	0,243	0,834	0,775
Jovem-1	1,346	0,068	1,315	0,066	1,35	0,058
Jovem-2	0,896	0,64	0,787	0,914	1,165	0,16
Subadulto	1,291	0,085	1,235	0,113	1,291	0,082
Adulto	0,957	0,473	0,957	0,473	0,957	0,473

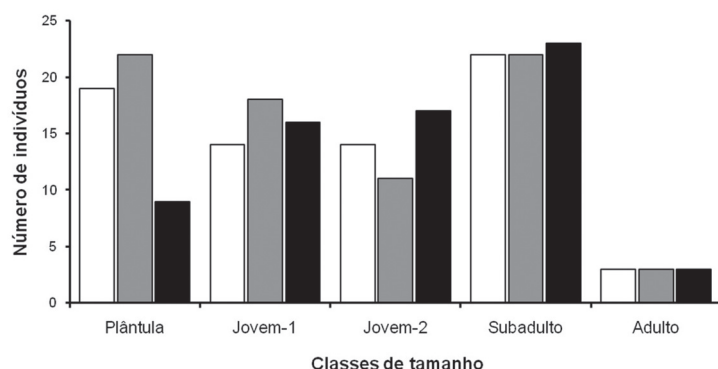


Figura 1. Estrutura populacional de *Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae) em uma área em restauração em três levantamentos realizados. A altura de cada indivíduo foi medida, e estes foram classificados em cinco categorias de tamanho. Em branco, número de indivíduos no primeiro levantamento (março de 2006); em cinza, número de indivíduos no segundo levantamento (setembro de 2006); em preto, número de indivíduos encontrados no terceiro levantamento (maio de 2008).

Figure 1. Population structure of *Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae) in a restoration area in three surveys. The height measurement of each individual was taken, and the individuals were classified into five size categories. White bars represent the number of individuals found in the first survey (March, 2006); grey bars represent the number of individuals found in the second survey (September, 2006); black bars represent the number of individuals found in the third survey (May, 2008).

associações espaciais tornaram-se significativas (Tabela 2). Para a classe jovem-1, esta relação negativa mostrou-se significativa no primeiro e no segundo levantamento. A classe subadulto, por sua vez, mostrou uma relação negativa e significativa com *B. uncinella* apenas no primeiro levantamento, enquanto a classe adulto mostrou-se positivamente relacionada a esta pioneira em ambos os levantamentos.

Uma melhor visualização desses resultados é apresentada na Figura 4, onde a contagem de ocorrência de indivíduos demonstrou que existe um

grande número de parcelas em que *V. discolor* e *P. lambertii* ocorrem juntos. Ao contrário, o número de parcelas em que *B. uncinella* e *P. lambertii* ocorrem juntos foi 10 vezes menor (Figura 4). Em apenas uma parcela não há ocorrência das espécies pioneiras *B. uncinella* e *V. discolor*, e, nessa, nenhum indivíduo de *P. lambertii* foi encontrado. No entanto, as duas espécies pioneiras foram encontradas ocorrendo juntas em trinta parcelas; na maior parte delas, pelo menos um indivíduo de *P. lambertii* foi encontrado (Figura 4).

Discussão

A presença de todas as classes de tamanho de *Podocarpus lambertii* registrada nesse estudo indica que esta espécie é capaz de colonizar naturalmente áreas em estágios iniciais de restauração. O aumento no número de indivíduos em quase todas as classes poderia sugerir um crescimento da população; no entanto, a pressão de mortalidade observada sobre as plântulas poderia ser um fator relevante para o decréscimo da população a longo prazo (Condit *et al.*, 1998). O aumento no número de indivíduos das classes jovem-1, jovem-2 e subadultos mostra que as plantas estão crescendo e passando para classes de tamanho superior em um curto espaço de tempo, além de sofrerem baixa mortalidade. O número de indivíduos adultos ainda é pequeno e se manteve o mesmo nos três levantamentos, o que pode influenciar a produção de sementes, o estabelecimento de novas plântulas e, consequentemente, o crescimento da população na área.

A distribuição espacial aleatória dos regenerantes de *Podocarpus lambertii* encontrada durante os levantamentos poderia indicar que os indivíduos das diferentes classes de tamanho não apresentam padrões de sobrevivência setorizados. A observação de que os indivíduos de *P. lambertii* estão distribuídos principalmente na região central da área de estudo, com menor número de indivíduos nas parcelas que delimitam a área, pode ser consequência de um efeito da vegetação pioneira previamente estabelecida na área. Esse efeito foi verificado em um estudo em áreas degradadas na Amazônia onde diferentes espécies de árvores pioneiras podem direcionar a regeneração em diferentes vias sucessionais, influenciando de maneira distinta o estabelecimento de árvores tardias (Mesquita *et al.*, 2001). Assim, o estabelecimento de *P. lambertii* poderia estar limitado a parcelas com ou sem determinado tipo de vegetação pioneira.

De fato, as associações espaciais negati-

Tabela 2. Índices de associação espacial das classes de tamanho de *Podocarpus lambertii* e os indivíduos das espécies pioneiras *Baccharis uncinella* e *Vernonia discolor*. Associações significativas estão destacadas em negrito. Sinais negativos de X representam associações negativas e sinais positivos de X representam associações espaciais positivas.

Table 2. Spatial association indexes (X) between the size classes of *Podocarpus lambertii* and the pioneers *Baccharis uncinella* and *Vernonia discolor*. Significant associations are highlighted in black. Negative signs of X represent negative spatial associations while positive signs of X represent positive spatial associations.

Associação espacial com <i>Baccharis uncinella</i>				
	Março de 2006		Maio de 2008	
	X	P	X	P
Plântula	-0,1249	0,0657	-0,2294	0,003
Jovem-1	-0,3427	0,0001	-0,3453	0,0001
Jovem-2	-0,126	0,0574	-0,1767	0,0151
Subadulto	-0,1564	0,0123	-0,1134	0,0642
Adulto	0,1826	0,0112	0,1826	0,0112

Associação espacial com <i>Vernonia discolor</i>				
	Março de 2006		Maio de 2008	
	X	P	X	P
Plântula	0,0677	0,1972	0,1172	0,0462
Jovem-1	0,1181	0,0691	0,161	0,0167
Jovem-2	0,0559	0,2332	-0,0067	0,4716
Subadulto	-0,114	0,055	-0,0762	0,145
Adulto	-0,1647	0,0098	-0,1647	0,0098

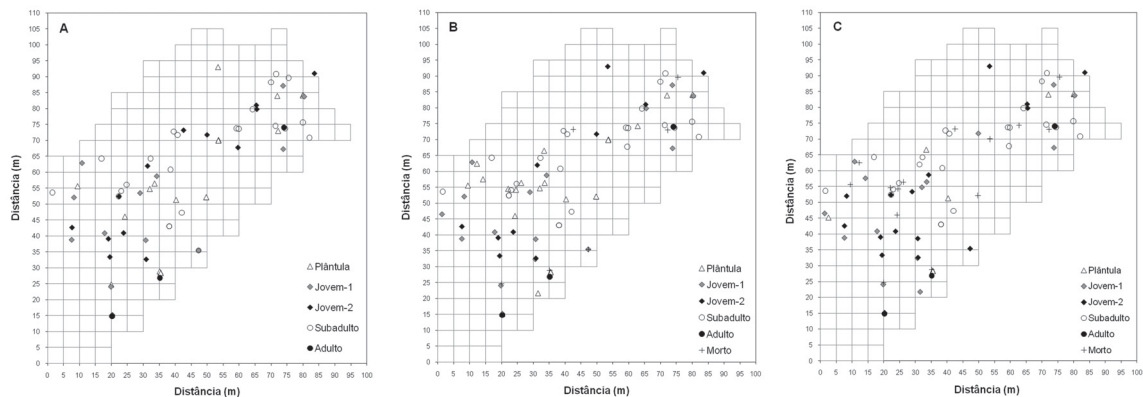


Figura 2. Distribuição espacial das classes de tamanho de *Podocarpus lambertii* em uma área em restauração em diferentes amostragens – A: Março de 2006; B: Setembro de 2006; C: Maio de 2008.

Figure 2. Spatial distribution of size categories of *Podocarpus lambertii* individuals in a restoration area at different surveys - A: March, 2006; B: September, 2006; C: May, 2008.

vas de plântulas, jovem-1 e jovem-2 de *P. lambertii* com o arbusto pioneiro *B. uncinella* demonstram que esta espécie pode dificultar o estabelecimento do *P. lambertii*. Esse padrão pode estar ocorrendo devido às características morfológicas de *B. uncinella*, como copa densa com ramificações bem próximas ao solo, que causariam um efeito mecânico, impedindo o desenvolvimento dos indivíduos juvenis de *P. lambertii*, ou mesmo por competição direta

por recursos do solo. Processos de competição por nutrientes entre a vegetação circundante e classes juvenis de outra gimnosperma nativa, *Araucaria angustifolia*, foram anteriormente registrados nessa mesma área de estudo (Zanini *et al.*, 2006), indicando que este pode ser um processo frequente. Além disso, esta espécie pioneira, por suas características de copa, pode não ser bom poleiro para os pássaros, que são os principais dispersores das sementes de *P. lambertii*

(Reitz *et al.*, 1984). Para os indivíduos adultos, esse efeito negativo de *B. uncinella* desaparece, dando lugar a um efeito positivo, provavelmente porque os indivíduos de *P. lambertii* dessa categoria já estavam estabelecidos quando esse arbusto pioneiro colonizou a área. Com *Vernonia discolor*, as associações espaciais de plântulas e jovem-1 de *P. lambertii* foram positivas, podendo este padrão ser causado por um efeito de facilitação. *Vernonia discolor* é uma

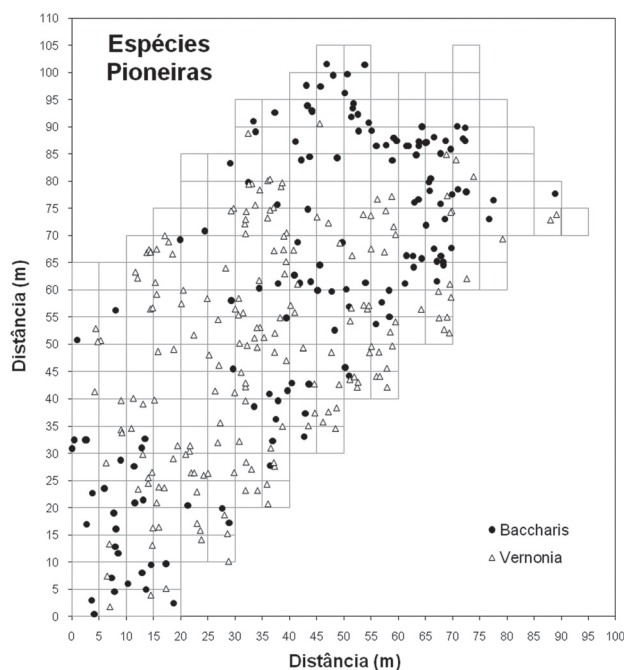


Figura 3. Distribuição espacial das espécies lenhosas pioneiras *Baccharis uncinella* (Asteraceae) e *Vernonia discolor* (Asteraceae) na área em restauração. Cada ponto no mapa representa um indivíduo e símbolos diferentes representam as duas diferentes espécies.

Figure 3. Spatial distribution of the pioneer wood species *Baccharis uncinella* (Asteraceae) and *Vernonia discolor* (Asteraceae) in a restoration area. Each point in the map represents one individual and different symbols represent the two different species.

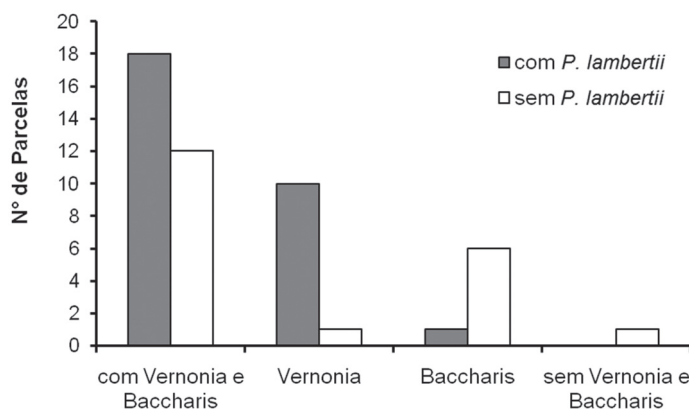


Figura 4. Contagem do número de parcelas com presença (com) ou ausência (sem) das espécies pioneiras *Vernonia discolor* e *Baccharis uncinella*, que contém ou não indivíduos de *Podocarpus lambertii* em uma área em processo de restauração. Foram amostradas 49 parcelas de 10 x 10 m.

Figure 4. Number of plots with presence (com) or absence (sem) of pioneer species *Vernonia discolor* and *Baccharis uncinella* that contain or not individuals of *Podocarpus lambertii* in a restoration area. We sampled 49 plots, 10 x 10 m in size.

espécie arbórea com tronco e ramificações mais altas em relação ao solo, o que proporcionaria maior entrada de luz para os regenerantes nas fases iniciais de desenvolvimento. Além disso, devi-

do a sua arquitetura de copa, *V. discolor* poderia servir de poleiro adequado para aves dispersoras das sementes de *P. lambertii*, aumentando a chance de germinação sob sua copa. Adicionalmente,

através do sombreamento e da produção de serrapilheira, *V. discolor* poderia melhorar o microclima no entorno da plântula oferecendo maior umidade no verão e proteção contra geadas no inverno (Zanini *et al.*, 2006). Nas fases iniciais, indivíduos de *P. lambertii*, de alguma forma, beneficiam-se ao ocorrerem próximos à espécie pioneira *V. discolor*, mas esta condição pode mudar à medida que a planta cresce (Ganade *et al.*, 2008). A falta de uma associação significativa com as maiores classes de tamanho de *P. lambertii* (jovem-2 e subadultos) com *V. discolor* sugere que não há efeitos de competição nem de facilitação dessas classes com esta pioneira. As associações negativas de adultos de *P. lambertii* com *V. discolor* podem estar relacionados a diferentes ambientes preferenciais de colonização dessas espécies logo após a área ter sido degradada.

A restauração da Floresta Ombrófila Mista tem fundamental importância, porque este bioma é o habitat de inúmeras espécies, inclusive espécies raras e ameaçadas (Fonseca *et al.*, 2009b). Atualmente, restam apenas resquícios desse ecossistema (Mahler e Larocca, 2009). Esforços para a preservação e regeneração da Floresta com Araucária são urgentes, visto que sua degradação ocorre rapidamente em grandes áreas. Dessa forma, o uso de espécies pioneiras facilitadoras pode ser um importante aliado na restauração de áreas degradadas.

Apesar da espécie de interesse estudada, *P. lambertii*, não apresentar restrições em estabelecer-se nesta área degradada, são aconselháveis práticas de manejo que favoreçam o seu desenvolvimento. Nesse sentido, esse trabalho demonstra que a manutenção e o plantio de *V. discolor*, por um lado, poderiam estimular a regeneração de *P. lambertii* nessas áreas. Por outro lado, o corte seletivo de *B. uncinella* poderia disponibilizar maior luminosidade às plântulas e regenerantes de *P. lambertii*, acelerando seu crescimento e a chegada à fase adulta. Sugere-se, dessa forma, que futuros trabalhos

testem experimentalmente o papel dessas espécies pioneiras para que essas técnicas de manejo sejam validadas e, conseqüentemente, criem-se métodos que acelerem os processos de colonização e restauração de áreas degradadas por espécies nativas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fernando Joner, a Guilherme G. Mazzochini, a Cíntia C. Pinheiro, a Fernando Lopes e a Ana Rita Schmit, pelo auxílio em campo, e a Alexandre F. Souza, pelas sugestões nas primeiras versões do manuscrito. G.O. Zimmer recebeu uma Bolsa de Iniciação Científica da Unisinos, e C.P. Paz recebeu uma Bolsa de Iniciação Científica do CNPq. G. Ganade recebeu uma bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

Referências

AIDE, T.M.; CAVALIER, J. 1994. Barriers to Lowland Tropical Forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology*, **2**:219-229.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.1994.tb00054.x>
 BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil II. *Pesquisas – Botânica*, **49**:31-51.
 BARBOSA, L.C.A.; COSTA, A.V.; PILOVELOSO, D.; LOPES, J.L.C.; HERNANDEZ-TERRONES, M.G.; KING-DIAZ, B.; LOTINAHENNESEN, B. 2004. Phytogrowth-Inhibitory Lactones Derivatives of Glaucolide B. *Zeitschrift für Naturforschung*, **59c**:803-810.
 CALLAWAY, R.M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review*, **61**:306-349.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02912621>
 CATALÁN, C.A.N.; de IGLESIAS, D.I.A.; KAVKA, J.; SOSA, V.E.; HERTZ, W. 1986. Sesquiterpene lactones and other constituents of *Vernonia mollissima* and *Vernonia squamulosa*. *Journal of Natural Products*, **49**:351-353.
<http://dx.doi.org/10.1021/np50044a031>
 CONDIT, R.; SUKUMAR, R.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist*, **152**:495-509.
<http://dx.doi.org/10.1086/286186>
 FONSECA, C.R.; GANADE, G.; BALDISERA, R.; BECKER C.G.; BOELTER C.R.; BRESOVIT, A.; CAMPOS, L. M.; FLECK, T.; FONSECA, V.S.; HARTZ, S.; JONER,

F.; KÄFFER, M.I.; LEAL-ZANCHET, A.M.; MARCELI, M.; MESQUITA A.S.; MONDIN, C.A.; PAZ, C.P.; PETRY, M.V.; PIOVESAN F.N.; PUTZKE, J.; STRANZ A.; VERGARA, M.; VIEIRA, E.M. 2009a. Towards and ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. *Biological Conservation* **142**:12091-1219.
 FONSECA, C.R.; GANADE, G.; BALDISERA, R.; BECKER C.G.; BRESOVIT, A.; CAMPOS, L. M.; FLECK, T.; FONSECA, V.S.; HARTZ, S.; JONER, F.; KÄFFER, M.I.; LEAL-ZANCHET, A.M.; MARCELI, M.; MONDIN, C.A.; PAZ, C.P.; PETRY, M.V.; PUTZKE, J.; VERGARA, M.; MESQUITA, A.S.; VIEIRA, E.M. 2009b. Princípios modernos de manejo florestal e a conservação da biodiversidade associada à Floresta com Araucária. In: C.R. FONSECA; A.F. DE SOUZA; A.M. LEAL-ZANCHET; T. DUTRA; A. BACKES; G. GANADE, *Floresta com Araucária: Ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto, Ed.Holus, p. 287-296.
 GANADE, G.; BROWN, V.K. 2002. Succession in old pastures of Central Amazonia: Role of soil fertility and litter. *Ecology*, **83**(3):743-754.
[http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0743:SIOPOC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[0743:SIOPOC]2.0.CO;2)
 GANADE, G.; ZANINI, L.; HÜBEL, I. 2008. Facilitation versus Competition in Neotropical Old Fields: A Case Study After *Pinus taeda* Cultivation in Brazil. In: R. MYSTER, *Post-Agricultural Succession in the Neotropics*. New York, Springer-Verlag, p. 221-230.
http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-33642-8_10
 GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASOLA, P.; LABORDE, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. *Vegetation Science*, **3**:655-664.
<http://dx.doi.org/10.2307/3235833>
 HUTCHINGS, M.J. 1997. The structure of plant populations. In: M.J. CRAWLEY (ed.), *Plant Ecology*. Oxford, Blackwell Science, p. 325-358.
 LEDRU, M.P.; SALATINO, M.L.F.; CECCANTINI, G.; SALATINO, A.; PINHEIRO F.; PINTAUD, J.C. 2007. Regional assessment of the impact of climatic change on the distribution of a tropical conifer in the lowlands of South America. *Diversity and Distributions*, **13**:761-771.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00389.x>
 MÄHLER, F.K.J.; LAROCCA, J.F. 2009. Fitofisionomia, Desmatamento e Fragmentação da Floresta com Araucária no Sul do Brasil. In: C.R. FONSECA; A.F. DE SOUZA; A.M. LEAL-ZANCHET; T. DUTRA; A. BACKES; G. GANADE, *Floresta com Araucária: Ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto, Holus Editora, p. 243-252.
 MAINIERI, C.; PIRES, J.M. 1973. O gênero *Podocarpus* no Brasil. *Silvicultura*, **8**: 1-24.
 MAIXNER, A.E.; FERREIRA, L.A.B. 1976. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas no Estado do Rio Grande do Sul. *Trigo e Soja*, **18**:1-27.

MESQUITA, R.C.G.; ICKES, K.; GANADE, G.; WILLIAMSON, G.B. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology*, **89**:528-537.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00583.x>
 NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; SERRÃO, E.A.S. 1990. Surrounding barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragominas, Para, Brazil. In: A. Anderson (ed.) *Alternatives to deforestation – Steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest*. New York, Columbia University Press, p. 215-229.
 NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; SERRÃO, E.A.S. 1991. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*, **20**:248-255.
 OLIVEIRA, J.M.; PILLAR, V.D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology*, **5**:197-202.
<http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.5.2004.2.8>
 PERRY, J.N. 1998. Measures of spatial pattern for counts. *Ecology*, **79**:1008-1017.
[http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[1008:MOSPFC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[1008:MOSPFC]2.0.CO;2)
 PERRY, J.N.; DIXON, P.M. 2002. A new method to measure spatial association for ecological count data. *Ecoscience*, **9**:133-141.
 RAMBO, B. 1994. *A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. 3ª ed., São Leopoldo, Editora Unisinos, 473 p.
 RAGAGNIN, L.I.M.; COSTA, E.C.; HOPPE, J.M. 1994. Maturidade fisiológica de sementes de *P. lambertii* Klotzsch. *Ciência Florestal*, **4**:23-41.
 REITZ, R.; KLEIN, R.; REIS, A. 1984. *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, SUDESUL, 525 p.
 RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.; HIROTA, M. 2009. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, **142**:1141-1153.
 SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, **90**:517-524.
 ZANINI, L.; GANADE, G. 2005. Restoration of Araucaria Forest: The role of perches, pioneer vegetation and soil fertility. *Restoration Ecology*, **13**:507-514.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00063.x>
 ZANINI, L.; GANADE, G.; HÜBEL, I. 2006. Facilitation and competition influence succession in a subtropical old field. *Plant Ecology*, **185**:179-190.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11258-005-9093-0>

Submitted on February 10, 2010.

Accepted on February 16, 2010.