

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Trabalho de Conclusão de Curso

AFLORAMENTOS ROCHOSOS COMO NÚCLEOS DE EXPANSÃO

FLORESTAL SOBRE CAMPOS NATIVOS NO SUL DO BRASIL

Marcos Bergmann Carlucci

Orientador: Prof. Dr. Valério De Patta Pillar

**Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas a ser enviada em forma
de artigo para o periódico *Journal of Vegetation Science***

Porto Alegre, dezembro de 2008.

Afloramentos rochosos como núcleos de expansão florestal sobre campos nativos no sul do Brasil

Carlucci, Marcos B.^{1*}; Duarte, Leandro da S.¹² & Pillar, Valério D.¹³

¹*Laboratório Ecologia Quantitativa, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15007, Porto Alegre, RS 91501-970, Brasil;*

²*E-mail duarte.ldas@gmail.com;* ³*E-mail vpillar@ufrgs.br;*

**Corresponder-se com o autor; Fax +55 5133087626; E-mail marcos.carlucci@ufrgs.br, marcos.carlucci@yahoo.com.br*

Resumo (máx. 250 palavras)

Questão: Qual o papel de afloramentos rochosos na nucleação da floresta sobre campo nativo no sul do Brasil?

Localização: Mosaico de *Campos* e floresta com *Araucaria*, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, sul do Brasil, a cerca de 29°28' S e 50°12' O.

Métodos: Amostragem pareada da assembléia de plantas lenhosas florestais estabelecidas em afloramentos rochosos pequenos (0.5 a 10 m de diâmetro) e campo aberto (controle) em áreas de campos com diferentes históricos de uso pelo homem nos últimos 15 anos. Nós comparamos, através de análise de variância, afloramentos e campo aberto quanto à abundância e quanto à riqueza de espécies lenhosas florestais.

Resultados: Afloramentos rochosos possuem significativamente maior abundância de indivíduos de até 50 cm de altura comparativamente ao campo aberto e maior riqueza de espécies do que o campo aberto para plantas de até 100 cm independente do sítio estudado. Todas as espécies lenhosas florestais encontradas possuem dispersão por vertebrados.

Conclusões: Afloramentos rochosos exercem efeito marcante sobre o estabelecimento de plantas florestais em meio ao campo nativo. Os resultados sugerem que afloramentos isolados em meio ao campo atraem dispersores, aumentando chuva de sementes nas suas adjacências, facilitam o estabelecimento das plantas florestais, protegem plantas sensíveis ao fogo e iniciam a nucleação da vegetação florestal.

Palavras-chave: Afloramentos rochosos; Nucleação; Facilitação; *Campos*; Floresta com *Araucaria*.

Abreviações: AR = afloramento rochoso; CA = campo aberto sem afloramentos; PM = Pró-Mata; Faz = Fazenda.

Nomenclatura: Anon. (2008).

Introdução

Afloramentos rochosos podem influenciar a dinâmica e a composição da vegetação, criando habitats insulares em meio à paisagem (Clarke 2002, Clarke *et al.* 2005). Essas estruturas rochosas funcionam como refúgio para plantas sensíveis ao fogo (Signell & Abrams 2006) e para plantas sensíveis ao pastejo por grandes herbívoros (Cantor & Witham 1989, Milchunas & Noy-Meir 2002, Smit *et al.* 2005). A resistência à queima e à herbivoria são as causas normalmente utilizadas para explicação da ocorrência da associação entre plantas sensíveis a tais perturbações e afloramentos rochosos em ecossistemas “inflamáveis” (Clarke 2002, Pillar 2003, Smit *et al.* 2005). Sítios rochosos dificultam a queima da vegetação por sua baixa quantidade de biomassa inflamável (Ferreira & Irgang 1979, Pillar 2003) e

restringem o acesso de grandes herbívoros às plantas associadas (Milchunas & Noy-Meir 2002).

Em resposta às mudanças climáticas globais dos últimos 50 a 300 anos, a abundância de plantas lenhosas tem aumentado substancialmente em áreas abertas na África, Austrália e Américas do Norte e do Sul (Archer *et al.* 1988). A expansão de vegetação lenhosa sobre áreas campestres, freqüentemente, ocorre por nucleação (Yarranton & Morrison 1974), em que, geralmente, arbustos e árvores agem como plantas-berçário (*nurse plants*), facilitando o estabelecimento de outras espécies na matriz previamente inapropriada para sua sobrevivência (Connell & Slatyer 1977, Archer *et al.* 1988). Trabalhos recentes têm avaliado a função de rochas como estruturas-berçário (*nurse objects*) e evidenciado que essas estruturas exercem um efeito facilitador maior que plantas sobre o estabelecimento de cactos nos locais estudados (Munguía-Rosas & Sosa 2008, Peters *et al.* 2008).

Vegetação crescendo junto a afloramentos rochosos são recorrentes na maioria dos biomas brasileiros (Scarano 2007). No planalto Sul-Brasileiro, a paisagem consiste em um mosaico formado por *Campos* e floresta com *Araucaria* (Rambo 1956), ambos ecossistemas nativos na região (Overbeck *et al.* 2007). As florestas dispõem-se de maneira contínua em especial ao redor do campo e ao longo dos cursos d'água, enquanto na matriz campestre ocorre em forma de manchas florestais de diferentes tamanhos (Rambo 1956, Duarte *et al.* 2006b). Afloramentos rochosos ocorrem em meio à vegetação campestre e freqüentemente constituem núcleos de vegetação florestal (Pillar 2003, Müller *et al.* 2007). Conforme Behling *et al.* (2004), a floresta com *Araucaria* expande-se sobre os *Campos*, no Rio Grande do Sul, há pelo menos 4000 anos AP (antes do presente), quando o clima progressivamente mais quente e úmido propiciou o avanço florestal a partir de vales profundos de rios para áreas mais altas, onde se formou uma rede de florestas ribeirinhas. Posteriormente, há cerca de 1000 AP, segundo os mesmos autores, a floresta começou a expandir-se mais rapidamente sobre os

Campos. Duarte *et al.* (2006a) avaliaram o papel de plantas-berçário na expansão da floresta com *Araucaria* sobre *Campos* no sul do Brasil através de nucleação e constataram, que espécies como *Araucaria angustifolia* atraem aves dispersoras de sementes e facilitam o estabelecimento de plântulas florestais sob suas copas. O processo de expansão florestal sobre os *Campos* do sul do Brasil é basicamente intermediado pela fauna dispersora de sementes (Duarte *et al.* 2006a, 2007). Será que afloramentos rochosos também contribuem para o avanço de florestas sobre áreas campestres, agindo de forma análoga a plantas-berçário?

Neste estudo, pretendemos avaliar o papel dos afloramentos rochosos na nucleação da floresta com *Araucaria* sobre os *Campos* no sul do Brasil, através da comparação da ocorrência de indivíduos lenhosos florestais estabelecidos nas adjacências de afloramentos com aqueles situados em campo aberto. Neste artigo, tratamos especificamente de ‘afloramentos rochosos’ pequenos, com tamanho máximo de 10 m de diâmetro (“matações” e afloramentos planos) e não de grandes elevações rochosas aflorantes (“inselbergs”).

Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (Pró-Mata) e em fazenda adjacente, situados próximo à escarpa do planalto Sul-Brasileiro, a cerca de 900 m de altitude. Ambas áreas situam-se no Município de São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil, e possuem fisionomias equivalentes, com predominância vegetal de floresta com *Araucaria* e *Campos*. O clima da região é do tipo Cfb, segundo Köppen, isto é, subtropical (C), chuvoso (cerca de 2200 mm anuais), com precipitação bem distribuída ao longo do ano (f) e com verões brandos (b) (Duarte *et al.* 2007). As florestas com *Araucaria* distinguem-se das fâcies mais tropicais de florestas Atlânticas brasileiras por possuírem espécies fitogeograficamente relacionadas às floras

Austral-Antártica e Andina, de gêneros como *Araucaria*, *Podocarpus*, *Drimys* e *Weinmannia* (Rambo 1951, Waechter 2002). A espécie arbórea mais importante fisionalmente na região é *Araucaria angustifolia* (Rambo 1956). Outras espécies típicas da floresta com *Araucaria* são *Mimosa scabrella*, *Dicksonia sellowiana*, *Berberis laurina* e várias espécies de Myrtaceae e Lauraceae (Rambo 1956, Duarte *et al.* 2007). Os sítios estudados consistiram em três áreas de campo nativo (*Campos*) circundados por floresta com *Araucaria* (Fig 1). As características dos sítios são as seguintes: exclusão de pastejo pelo gado desde 1993 e de fogo desde 1997 (sítio PM1); exclusão de pastejo e de fogo desde 1993 (PM2); e manejo consistindo em queima anual e pastejo regular (Faz). A exclusão do gado e do fogo por mais de 10 anos no Pró-Mata permitiu uma aceleração da expansão da vegetação lenhosa sobre o campo (Oliveira & Pillar 2004, Duarte *et al.* 2006b). Em toda a região, é freqüente a ocorrência de afloramentos de rochas básicas (basalto) e ácidas (riolito e riodacito) isolados em meio ao campo (Almeida *et al.* 2000).

Obtenção dos dados

Seguimos um delineamento de amostragem preferencial (Wildi & Orlóci 2007) pareada. Inicialmente, definimos arbitrariamente pontos para o início da amostragem em posições convexas do relevo, onde há maior presença de afloramentos rochosos. Consideramos afloramentos rochosos toda a rocha nua, sem cobertura de solo ou vegetação. A partir de cada ponto inicial, percorremos trilhas aproximadamente em curvas de nível, ao longo das quais foram amostrados todos os afloramentos rochosos (daqui em diante, AR) com diâmetro entre 0.5 e 10 m. Registramos a localização espacial de cada afloramento com o auxílio de um aparelho GPS. Registramos e medimos todos os indivíduos lenhosos florestais em duas faixas perpendiculares passando pelo centro do afloramento, tendo cada faixa a largura de 1 m e comprimento variável conforme o afloramento; uma das faixas foi posicionada ao longo da maior dimensão do afloramento e a outra perpendicularmente à

primeira, cada uma com o dobro do comprimento da respectiva dimensão do afloramento. Para cada afloramento rochoso amostramos, de forma pareada, outra unidade amostral com as mesmas dimensões e orientação quanto ao relevo mas sem afloramentos (daqui em diante, campo aberto ou CA), definida a partir de uma direção sorteada e distante o equivalente a duas vezes o maior diâmetro do respectivo afloramento-par. Nas unidades amostrais de campo aberto, registramos e medimos, da mesma forma que nos afloramentos, todos os indivíduos lenhosos florestais encontrados. Obtivemos a distância média entre afloramento rochoso e bordas florestais através do cálculo da média aritmética das quatro menores distâncias entre AR e borda, observadas a partir de imagens de satélite da área de estudo. O mesmo procedimento amostral foi executado nos três sítios estudados. Foram levantados 81 pares de unidades amostrais de janeiro de 2007 a julho de 2008, distribuídas da seguinte forma nos sítios estudados: 23 em PM1, 17 em PM2 e 41 em Faz (ver Fig.1).

As síndromes de dispersão das espécies registradas foram inferidas com base nos atributos de seus diásporos (Van der Pijl 1982). Nós obtivemos informações sobre tamanho e cor dos diásporos a partir da literatura e consulta a especialista. Classificamos os diásporos em duas categorias de tamanho (pequeno ou grande), conforme Janson (1983). As populações de plantas foram separadas em quatro classes de altura (≤ 50 cm, 51 a 100 cm, 101 a 150 cm e >150 cm), conforme as quatro modas reveladas pela distribuição das alturas dos indivíduos amostrados.

Análise dos dados

Para avaliar o efeito de afloramentos rochosos sobre o estabelecimento de plantas lenhosas florestais em áreas campestres, nós fizemos uma ANOVA (análise de variância) com teste de aleatorização comparando a densidade de plantas estabelecidas em afloramentos rochosos e em campo aberto. Foram definidos três fatores: pares, tratados como blocos (81 pares), tratamento, com dois níveis (AR vs. CA), e sítio, com três níveis (PM1, PM2 e Faz). O

critério de teste foi a soma de quadrados das distâncias Euclidianas entre grupos de unidades amostrais (estatística Qb , Pillar & Orlóci 1996). Utilizamos MANOVA (análise de variância multivariada) bifatorial em blocos com teste de aleatorização, para comparar a abundância de plantas lenhosas florestais entre afloramentos rochosos e campo aberto, levando em conta a composição de espécies (variáveis). Para controlar o efeito de espécies muito abundantes, os valores de abundância foram padronizados pelo total dentro de unidades amostrais. Os fatores, incluindo o fator-bloco, foram os mesmos da ANOVA comparando densidades. O critério de teste foi a soma de quadrados das distâncias Euclidianas entre grupos de unidades amostrais (estatística Qb , Pillar & Orlóci 1996). Por último, removemos o efeito da abundância sobre a riqueza de espécies, utilizando os resíduos de uma regressão da riqueza (y) sobre a abundância (x). Efetuamos uma ANOVA com aleatorização com os resíduos desta regressão, a fim de comparar a riqueza de espécies entre os distintos grupos de unidades amostrais. O critério de teste foi a soma de quadrados das distâncias Euclidianas entre grupos de unidades amostrais (estatística Qb , Pillar & Orlóci 1996). Não removemos o efeito da distância média entre afloramentos e bordas florestais, porque o mesmo foi desprezível. Todas as análises foram efetuadas com o programa estatístico MULTIV versão 2.4 (Pillar 2006).

Resultados

A Figura 2 exemplifica a associação entre afloramentos rochosos e plantas lenhosas florestais com fotografias tiradas na área de estudo. A Tabela 1 fornece uma descrição detalhada da ocorrência das espécies lenhosas florestais ao longo dos grupos de unidades amostrais. *Myrsine lorentziana* foi a espécie mais abundante para quase todas as situações (Tabela 1, Fig.2a), tendo representado 50% da abundância total dos 300 indivíduos registrados. A segunda espécie mais abundante foi *Miconia hyemalis*, que participou com

29% da abundância total de indivíduos. Esta espécie foi bem representada, principalmente, na classe de altura de indivíduos de até 50 cm (Tabela 1).

Encontramos abundância significativamente maior de plantas lenhosas florestais estabelecidas em afloramentos rochosos do que em campo aberto (Fig.3, Tabela 2). Esse padrão foi mais claro para plantas com menos de 50 cm de altura, cuja ANOVA demonstrou que o único efeito que explica a maior abundância de plantas provém dos afloramentos e que esse efeito independe do sítio (Tabela 2). Já para as outras classes de altura, a diferença de abundância de plantas entre afloramentos rochosos e campo aberto não pode ser atribuída unicamente aos afloramentos, já que os fatores tratamento e sítio apresentaram interação significativa, ou seja, o efeito dos afloramentos depende do sítio (Tabela 2). Nessas três classes de altura, os afloramentos do sítio PM2 apresentaram consideravelmente maior abundância de plantas (Fig.3b,c,d).

A composição de espécies de plântulas de até 50 cm difere entre afloramentos rochosos e campo aberto (Tabela 3). As três classes de altura de plantas maiores do que 50 cm apresentaram interação significativa entre os fatores tratamento e sítio, portanto, o efeito dos afloramentos na composição de espécies depende do sítio considerado (Tabela 3).

Após a remoção do efeito da abundância sobre a riqueza, a ANOVA demonstrou que, para plantas ≤ 50 cm, há significativamente mais espécies em afloramentos rochosos comparados ao campo aberto e também mais espécies na área queimada e pastejada comparada às áreas excluídas de fogo e pastejo (Fig.4a, Tabela 4). Entre as plantas com altura entre 51 e 100 cm, houve diferença significativa de riqueza apenas para o fator tratamento, com afloramentos apresentando mais espécies do que o campo aberto (Fig.4b, Tabela 4). Nas duas categorias de altura de mais de 100 cm, não houve diferenças significativas de riqueza entre os diferentes grupos de unidades amostrais.

Todas as espécies encontradas apresentaram diásporos com dispersão por vertebrados. Das 11 espécies, 9 apresentaram diásporos pequenos e com coloração chamativa (Tabela 5), atributos característicos de dispersão por aves (Janson 1983). As outras duas espécies, *Araucaria angustifolia* e *Psidium cattleianum*, apresentam diásporos grandes, mas também são dispersas por aves (Duarte *et al.* 2006a).

Discussão

Nossos resultados mostram que os afloramentos rochosos influenciam de maneira marcante o estabelecimento de espécies lenhosas florestais em meio ao campo nativo. Entre plantas com menos de 50 cm de altura, para as quais se pressupõe que a queima é um fator determinante de mortalidade, não houve diferença de abundância entre sítios excluídos de fogo e pastejo e aquele com queima anual. Esse padrão é uma evidência de que tais perturbações não são a causa primordial do surgimento da associação entre plantas lenhosas e afloramentos rochosos. A proteção contra fogo (Ferreira & Irgang 1979) e pastejo (Smit *et al.* 2005) deve ser apenas um dos fatores explicativos da associação entre afloramentos e plantas lenhosas sensíveis a esses distúrbios. Estudos que exploram o papel do regime de fogo no surgimento de padrões insulares de composição vegetacional não têm levado em conta, por exemplo, a forma de dispersão das espécies vegetais que compõe essas comunidades (Clarke 2002, Signell & Abrams 2006), o que pode criar um viés na inferência dos mecanismos causadores dos padrões encontrados.

Afloramentos rochosos de grande porte (*inselbergs*) constituem zonas nas quais as condições edáficas (solo raso) e microclimáticas (irradiação e evapotranspiração altas) são extremas para a maioria das plantas vasculares de um local (Porembski & Barthlott 2000, Silva & Dillenburg 2007). Afloramentos rochosos de pequeno porte, como os do nosso estudo, não devem representar zonas de condições abióticas extremas tal como *inselbergs*,

devido à sua área diminuta comparativamente a da matriz campestre circundante. *Inselbergs* muitas vezes representam ilhas de umidade por armazenarem água em fendas presentes na rocha (Silva & Dillenburg 2007). Apesar de os sítios estudados se localizarem numa região de precipitação alta e onde raramente ocorre déficit hídrico, permanece a questão se afloramentos rochosos pequenos mantêm maior umidade do que o campo aberto circundante em escala de microhábitat. A propósito, a maior umidade em afloramentos foi uma das características que Peters *et al.* (2008) e Munguía-Rosas & Sosa (2008) utilizaram como argumento para explicar o efeito facilitador que as rochas exercem sobre cactos.

Encontramos significativamente mais espécies junto a afloramentos rochosos nas categorias de altura de até 100 cm. Os afloramentos poderiam representar microhábitats de maior umidade em meio à vegetação campestre, e, sendo assim, essas estruturas poderiam fornecer microsítios de condições menos limitantes do que seu entorno ao estabelecimento de espécies arbóreas. Uma semente que seja depositada em uma fenda rochosa de afloramento talvez encontre neste microsítio maior quantidade de água para germinar e crescer. Em afloramentos altos, com mais de 0.5 m, uma semente que caia no lado mais sombreado (lado sul para o local estudado) pode encontrar um solo mais úmido e mais apto para sua germinação e crescimento inicial. O fato de termos encontrado significativamente mais espécies no sítio submetido a fogo e pastejo (Faz) entre plantas de até 50 cm de altura, deve ser explicado por fatores locais desconhecidos por nós, já que não houve diferença significativa de abundância entre os sítios estudados, o que poderia explicar um aumento de riqueza por coexistência mediada por predador (Begon *et al.* 2007), que no caso seriam o gado (Mwendera *et al.* 1997) e o fogo (Bond & Keeley 2005).

Das nove espécies encontradas por Duarte *et al.* (2006a) sob árvores e arbustos isolados (plantas-berçário) em meio à vegetação campestre da área de estudo (PM2), registramos seis ocorrendo junto a afloramentos rochosos. Duarte *et al.* (2006a) atribuíram a

maior abundância de plântulas de espécies florestais sob plantas-berçário (principalmente indivíduos adultos de *A. angustifolia*) às melhores condições de estabelecimento sob suas copas e ao aumento da chuva de sementes florestais devido à utilização dos galhos dessas árvores como poleiros por aves dispersoras de sementes. No entanto, as aves não pousam apenas em galhos de árvores e arbustos em meio a vegetações abertas. Fuentes *et al.* (2001) observaram, na Espanha, que aves frugívoras utilizam rochas isoladas (“matacões”) e afloramentos rochosos (de vários m²) como poleiros após o consumo de frutos de uma espécie arbórea e também que depositam nesses locais as sementes ingeridas. De fato, as espécies que encontramos estabelecidas em afloramentos apresentam dispersão por aves. Portanto, as rochas isoladas em meio ao campo devem servir como poleiro para aves que carregam nos seus estômagos sementes oriundas da floresta. Essas aves possivelmente ocasionam o aumento da chuva de sementes florestais junto aos afloramentos, assim como o fazem nas árvores e arbustos da região (Duarte *et al.* 2006a). Outros vertebrados além das aves podem estar influenciando a associação entre plantas lenhosas florestais e afloramentos rochosos. Silva & Talamoni (2004) observaram que *Chrysocyon brachyurus*, uma espécie de canídeo consumidor de frutos ocorrente em áreas abertas da América do Sul, defeca preferencialmente sobre rochas. No entanto, essa espécie provavelmente esteja extinta na região estudada. Porém, *Cerdocyon thous*, espécie de canídeo ocorrente na nossa área de estudo (Cerveira 2005), talvez exiba comportamento semelhante e influencie a chegada de sementes florestais aos afloramentos.

O fato de os afloramentos no sítio PM2 terem apresentado maior densidade do que os outros dois sítios para plantas com mais de 50 cm pode explicar a dependência do sítio nessas classes de altura. PM2 é uma área de campo excluída de fogo e pastejo há mais de dez anos e possui muitas manchas florestais em regeneração, as quais possuem muitas espécies de árvores que produzem frutos consumidos por vertebrados (Duarte *et al.* 2007). Essas

características, peculiares ao sítio PM2, podem criar uma maior atratividade para vertebrados explorarem de forma mais freqüente e extensiva o campo.

Os afloramentos rochosos parecem agir de maneira muito similar a indivíduos adultos de *A. angustifolia* na nucleação da floresta com *Araucaria* sobre os *Campos* (Duarte *et al.* 2006a), já que, possivelmente, servem como estruturas-poleiro para aves, e, provavelmente, exercem um efeito facilitador sobre o estabelecimento de plantas lenhosas florestais. O fato de afloramentos determinarem o aumento da quantidade de indivíduos com até 50 cm de altura que se estabelecem em áreas campestres, portanto, deve ser explicado por uma conjunção de fatores: a chuva de sementes sobre afloramentos deve ser maior do que o entorno pelo aporte de diásporos florestais carregados por aves, mas, além disso, as sementes que são depositadas junto a essas rochas devem encontrar melhores condições para seu desenvolvimento inicial (p.ex. maior umidade no solo) e devem estar mais protegidas da queima pelo fogo. Rochas isoladas devem constituir o estágio inicial de considerável parte das manchas florestais que se desenvolvem em áreas de contato entre fisionomias florestais e campestres no sul do Brasil, já que a associação entre afloramentos rochosos e indivíduos arbóreos adultos foi observada em uma grande amplitude de situações: (1) no Planalto Sul-Brasileiro (basalto), na região nordeste do Estado Rio Grande do Sul, em mosaico de floresta com *Araucaria* e *Campos*, por Ferreira & Irgang (1979) e por este estudo; (2) na porção nordeste da Serra do Sudeste (granito), no Estado do Rio Grande do Sul, em mosaico de floresta estacional e *Campos*, por Müller *et al.* (2007); e (3) no bioma Pampa, sobre basalto e rochas ácidas (riolito e riodacito), na região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, em mosaico de *Campos* e florestas estacionais, por observação pessoal dos autores do presente trabalho.

Com base nos resultados do presente estudo, respondemos a pergunta feita no início deste manuscrito, inferindo que os afloramentos devem contribuir para a expansão florestal da seguinte forma: (1) atração de dispersores, aumentando a chuva de sementes nas suas

adjacências; (2) facilitação do estabelecimento e do recrutamento das plantas florestais; (3) proteção de plantas sensíveis ao fogo, principalmente em fazendas com pecuária extensiva; e (4) nucleação da vegetação florestal, originando futuros capões, principalmente em áreas preservadas, onde a expansão da vegetação lenhosa sobre áreas abertas é mais evidente.

Estudos futuros deveriam investigar a presença de afloramentos rochosos em manchas florestais maiores, em estágios sucessionais mais avançados. Seria interessante esses estudos avaliarem se a expansão florestal da mancha iniciou a partir de afloramento de rocha ou a partir de árvore ou arbusto isolado. Estudos enfocando o papel de estruturas nucleadoras na dinâmica de vegetações em mosaico podem ser importantes para basear ações de conservação, principalmente em áreas submetidas ao manejo pelo homem. Unidades de conservação de uso sustentável como ‘áreas de proteção ambiental’, por exemplo, têm sido criticadas por conservacionistas por terem, na prática, papel reduzido na conservação de processos ecológicos como a sucessão vegetacional. Planos de manejo dessas unidades de conservação poderiam prever a manutenção de áreas insulares dentro das reservas com estruturas potencialmente nucleadoras de florestas, como afloramentos rochosos, sem perturbações por gado e fogo, a fim de se criar ilhas onde a sucessão da vegetação lenhosa é possível. Ações como essa poderiam incrementar a diversidade de hábitats e espécies dentro de reservas com manejo humano sem prejudicar a atividade de proprietários, já que as áreas a serem isoladas constituiriam zonas rochosas de pouco valor para as atividades agropecuárias.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fernanda Thiesen Brum e Felipe Lampert pela ajuda em campo; ao botânico Guilherme D. S. Seger pela ajuda em campo e por ter, gentilmente, cedido informações sobre atributos de diásporos de uma espécie; e aos Professores Andreas Kindel e João André Jarenkow pelas valiosas sugestões dadas a este trabalho. Este estudo teve suporte

logístico do CPCN Pró-Mata (PUCRS) e foi realizado no âmbito do projeto LEAF, financiado com recursos do *Inter-American Institute for Global Change Research* (IAI) CRN-2005 (NSF Grant GEO-0452325). M.B.C. recebeu bolsa de iniciação científica do programa PIBIC-CNPq durante o período e V.D.P. bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

Referências

- Almeida, F.F.M., Neves, B.B.B. & Carneiro, C.D.R. 2000. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth-Science Reviews* 50: 77-111.
- Anon. 2008. *The International Plant Names Index*. URL: <http://www.ipni.org> [acessado em 18 de novembro de 2008].
- Archer, S., Scifres, C., Bassham, C.R. & Maggio, R. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecological Monographs* 58(2): 111-127.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed., 752p. Artmed, Porto Alegre, Brasil.
- Behling, H., Pillar, V.D., Orlóci, L. & Bauermann, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (*Campos*), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203:277-297.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. 2005. Fire as a global 'herbivory': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 20(7): 387-394.
- Cantor, L.F. & Witham, T.G. 1989. Importance of belowground herbivory: pocket gophers may limit aspen to rock outcrop refugia. *Ecology* 70(4): 962-970.
- Cerveira, J. 2005. *Mamíferos silvestres de médio e grande porte no Planalto Meridional: suas relações com a fragmentação da paisagem e a presença do gado*. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- Clarke, P.J. 2002. Habitat islands in fire-prone vegetation: do landscape features influence community composition? *Journal of Biogeography* 29:677-684.
- Clarke, P.J., Knox, K.J.E., Wills, K.E. & Campbell, M. 2005. Landscape patterns of woody plant response to crown fire: disturbance and productivity influence sprouting ability. *Journal of Ecology* 93: 544-555.

- Connell, J.H. & Slatyer, R.O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Duarte, L.S., Carlucci, M.B., Hartz, S.M. & Pillar, V.D. 2007. Plant dispersal strategies and the colonization of *Araucaria* forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science* 18: 847-858.
- Duarte, L.S., Dos-Santos, M.M.G., Hartz, S.M. & Pillar, V.D. 2006a. Role of nurse plants in *Araucaria* Forest expansion over grasslands in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520-528.
- Duarte, L.S., Machado, R.E., Hartz, S.M. & Pillar, V.D. 2006b. What saplings can tell us about forest expansion over natural grasslands. *Journal of Vegetation Science* 17: 799-808.
- Edwin, G. & Reitz, R. 1967. *Flora Ilustrada Catarinense - Aquifoliáceas*. CNPq, IBDF, Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Brasil.
- Ferreira, A.G. & Irgang, B.E. 1979. Regeneração natural de *Araucaria angustifolia* nos Aparados da Serra - RS. In: Anais do XXX Congresso Nacional de Botânica, pp. 225-230. SBB, São Paulo.
- Fuentes, M., Guitián, J., Guitián, P., Bermejo, T., Larrinaga, A., Amézquita, P. & Bongiorno, S. 2001. Small-scale spatial variation in the interactions between *Prunus mahaleb* and fruit-eating birds. *Plant Ecology* 157: 69-75.
- Janson, C.H. 1983. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical Forest. *Science* 219, 187-189.
- Legrand, C.D. & Klein, R.M. 1969. *Flora Ilustrada Catarinense - Mirtáceas*, pp. 45-216. CNPq, IBDF, Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Brasil.
- Lorenzi, H. 1998. *Árvores Brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. vol. 2, 2ª ed. Ed Plantarum, São Paulo, Brasil.
- Milchunas, D.G. & Noy-Meir, I. 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99:113-130.
- Müller, S.C., Overbeck, G.E., Pfadenhauer, J. & Pillar, V.D. 2007. Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. *Plant Ecology* 189: 1-14.
- Munguía-Rosas, M.A. & Sosa, V.J. 2008. Nurse plants vs. nurse objects: effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. *Annals of Botany* 101: 175-185.
- Mwendera, E.J., Saleem M.A.M. & Woldu, Z. 1997. Vegetation response to cattle grazing in the Ethiopian highlands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 64: 43-51.

- 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(2):197-202.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R. & Forneck, E.D. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101-116.
- Peters, E.M., Martorell, C. & Ezcurra, E. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Arid Environments* 72: 593-601.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica de expansão florestal em mosaicos de floresta e Campos no sul do Brasil. In: *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação* (ed. V. Claudino-Sales) pp. 209-216. Expressão Gráfica, Fortaleza. Disponível em http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/VPillar_Campos_VICEB.pdf.
- Pillar, V.D. 2006. *MULTIV; Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling; User's Guide v. 2.4*. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, Brazil (programa e manual disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V.D. & Orlóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- Porembski, S. & Barthlott, W. 2000. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology* 151: 19-28.
- Rambo, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. *Anais Botânicos do HBR* 3: 7-39.
- Rambo, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ª edição. Série Jesuítas no Brasil, vol.6. Editora Selbach, Porto Alegre, Brasil.
- Reitz, R., Klein, R.M. & Reis, A. 1988. *Projeto Madeira do Rio Grande do Sul*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Brasil.
- Scarano, F.R. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4): 561-568.
- Signell, S.A. & Abrams, M.D. 2006. Influence of rocky landscape features and fire regime on vegetation dynamics in Appalachian *Quercus* forests. *Journal of Vegetation Science* 17:675-684.
- Silva, J.A. & Talamoni, S.A. 2004. Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21(2): 391-395.

- Silva, L.G.R. & Dillenburg, L.R. 2007. Water relations of tree species growing on a rock outcrop in the “Parque Estadual de Itapuã”, RS. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4): 703-711.
- Smit, C., Béguin, D., Buttler, A. & Müller-Schärer, H. 2005. Safe sites for tree regeneration in wooded pastures: a case of associational resistance? *Journal of Vegetation Science* 16:209-214.
- Sobral, M. 2003. *A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul*. Ed. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- Van der Pijl, L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, Berlin, Alemanha.
- Waechter, J.L. 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24: 93-108.
- Wildi, O. & Orlóci, L. 2007. Essay on the study of the vegetation process. In: Kienast, F., Wildi, O. & Ghosh, S. (eds.) *A changing world: challenges for landscape research*, pp. 195–207. Springer, Dordrecht, Holanda.
- Yarranton, G.A. & Morrison, R.G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* 62(2): 417-428.

Tabela 1. Abundância de espécies lenhosas florestais em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil.

Espécies de plantas	Família Botânica	Abundância relativa média (%)					
		PM1 ^a		PM2 ^a		Faz ^a	
		AR ^b	CA ^c	AR	CA	AR	CA
≤50 cm de altura							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	2.53	-	-	-	5.60	68.46
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Aquifoliaceae	-	-	-	-	1.44	-
<i>Miconia hyemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Melastomataceae	-	-	7.06	66.90	44.95	-
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	Myrtaceae	-	-	-	-	8.14	31.54
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	Myrtaceae	-	-	-	-	0.41	-
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	Myrsinaceae	-	-	-	-	5.43	-
<i>Myrsine lorentziana</i> Arechav.	Myrsinaceae	97.47	-	85.62	22.30	25.28	-
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	-	-	7.32	10.80	-	-
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Myrtaceae	-	-	-	-	8.74	-
Total		100.00	-	100.00	100.00	100.00	100.00
51 a 100 cm de altura							
<i>Miconia hyemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Melastomataceae	-	-	2.09	-	13.33	-
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	Myrtaceae	-	-	-	-	10.52	100.00
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	Myrtaceae	-	-	1.01	-	-	-
<i>Myrsine lorentziana</i> Arechav.	Myrsinaceae	100.00	-	65.78	-	47.69	-
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	-	-	1.01	-	-	-
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Myrtaceae	-	-	30.12	-	28.46	-
Total		100.00	-	100.00	-	100.00	100.00
101 a 150 cm de altura							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	51.43	-	-	-	-	-
<i>Berberis laurina</i> Thunb.	Berberidaceae	-	-	2.78	-	-	-
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	Aquifoliaceae	-	-	2.26	-	-	-
<i>Miconia hyemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Melastomataceae	-	-	-	-	22.23	-
<i>Myrsine lorentziana</i> Arechav.	Myrsinaceae	48.57	-	69.29	-	77.77	-
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Myrtaceae	-	-	25.67	-	-	-
Total		100.00	-	100.00	-	100.00	-
> 150 cm de altura							
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	-	-	23.38	-	87.81	-
<i>Berberis laurina</i> Thunb.	Berberidaceae	-	-	6.78	-	-	-
<i>Miconia hyemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Melastomataceae	-	-	-	-	6.07	-
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	Myrtaceae	-	-	2.76	-	-	-
<i>Myrsine lorentziana</i> Arechav.	Myrsinaceae	-	-	55.68	-	6.12	-
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Myrtaceae	-	-	11.40	-	-	-
Total		-	-	100.00	-	100.00	-

^a Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1

^b AR = afluoramento rochoso.

^c CA = campo aberto..

Tabela 2. ANOVA bifatorial em blocos e respectivos somas de quadrados (Qb) e valores- P comparando abundância de plantas lenhosas florestais em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. Células em negrito indicam efeito significativo somente de um fator sobre a abundância de plantas (fator tratamento para plantas com menos de 50 cm de altura) ou interação significativa, quando o efeito dos fatores tratamento e sítio sobre a abundância de plantas são reciprocamente dependentes. Os valores- P foram gerados por teste de aleatorização com 10.000 iterações.

Fonte de variação	Soma de quadrados (Qb)	Valor- P
≤50 cm altura		
Fator tratamento		
AR ^a vs. CA ^b	3.65	0.0001
Fator sítio		
PM1 ^c vs. PM2 ^c	1.04	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz ^c	0.02	0.8272
Interação tratamento x sítio	0.59	0.5094
51 a 100 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.53	0.0001
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.40	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.17	0.0197
Interação tratamento x sítio	0.59	0.0002
101 a 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.09	0.0006
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.06	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.07	>0.99
Interação		
Interação tratamento x sítio	0.13	0.0736
> 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.06	0.0012
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.08	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.01	0.2797
Interação		
Interação tratamento x sítio	0.09	0.0020

^a AR = afloramento rochoso.

^b CA = campo aberto.

^c Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1

Tabela 3. MANOVA bifatorial em blocos e respectivos somas de quadrados (Qb) e valores- P comparando composição (abundância) de espécies lenhosas florestais em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. Células em negrito indicam efeito significativo somente de um fator sobre a abundância de plantas (fator tratamento para plantas com menos de 50 cm de altura) ou interação significativa, quando o efeito dos fatores tratamento e sítio sobre a abundância de plantas são reciprocamente dependentes. Os valores- P foram gerados por teste de aleatorização com 10.000 iterações.

Fonte de variação	Soma de quadrados (Qb)	Valor- P
≤50 cm altura		
Fator tratamento		
AR ^a vs. CA ^b	1.62	0.0001
Fator sítio		
PM1 ^c vs. PM2 ^c	0.23	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz ^c	0.28	0.1525
Interação tratamento x sítio	0.30	0.4267
51 a 100 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	1.60	0.0001
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.24	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.44	0.0170
Interação tratamento x sítio	0.67	0.0364
101 a 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.31	0.0076
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.15	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.18	0.0313
Interação tratamento x sítio	0.33	0.0341
> 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.21	0.0059
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.23	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.05	0.4564
Interação tratamento x sítio	0.28	0.0184

^a AR = afloramento rochoso.

^b CA = campo aberto.

^c Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1

Tabela 4. ANOVA bifatorial em blocos e respectivos somas de quadrados (Qb) e valores- P comparando riqueza de espécies lenhosas florestais em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. Células em negrito indicam efeito significativo somente de um fator sobre a abundância de plantas (fator tratamento para plantas com menos de 50 cm de altura) ou interação significativa, quando o efeito dos fatores tratamento e sítio sobre a abundância de plantas são reciprocamente dependentes. Os valores- P foram gerados por teste de aleatorização com 10.000 iterações.

Fonte de variação	Soma de quadrados (Qb)	Valor-P
≤50 cm altura		
Fator tratamento		
AR ^a vs. CA ^b	1.48	0.0110
Fator sítio		
PM1 ^c vs. PM2 ^c	0.0004	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz ^c	1.11	0.0319
Interação tratamento x sítio	1.05	0.1154
51 a 100 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.54	0.0088
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.01	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.0007	0.9223
Interação		
Interação tratamento x sítio	0.01	0.9286
101 a 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.04	0.1062
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.003	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.01	0.5341
Interação		
Interação tratamento x sítio	0.01	0.7793
> 150 cm altura		
Fator tratamento		
AR vs. CA	0.02	0.4463
Fator sítio		
PM1 vs. PM2	0.01	>0.99
PM1 e PM2 vs. Faz	0.001	0.8641
Interação		
Interação tratamento x sítio	0.01	0.8285

^a AR = afloramento rochoso.

^b CA = campo aberto.

^c Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1

Tabela 5. Atributos dos diásporos de espécies lenhosas florestais em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil.

Espécies de plantas	Tamanho médio do diásporo (mm)^a	Classe de tamanho do diásporo^a	Cor^a
<i>Araucaria angustifolia</i>	55	Grande	Marrom
<i>Berberis laurina</i>	6.7	Pequeno	Roxo
<i>Ilex brevicuspis</i>	4	Pequeno	Vermelho, violeta
<i>Ilex microdonta</i>	5	Pequeno	Vermelho, violeta, preto
<i>Miconia hyemalis</i>	3	Pequeno	Roxo, preto
<i>Myrceugenia euosma</i>	8	Pequeno	Preto
<i>Myrcia retorta</i>	4.8	Pequeno	Vermelho, preto
<i>Myrsine coriacea</i>	3	Pequeno	Preto
<i>Myrsine lorentziana</i>	3.4	Pequeno	Preto
<i>Psidium cattleyanum</i>	22.5	Grande	Amarelo
<i>Siphoneugena reitzii</i>	7	Pequeno	Vermelho, preto

^a Referências: Duarte *et al.* (2006a), Duarte *et al.* (2007), Edwin & Reitz (1967), Legrand & Klein (1969), Lorenzi (1998), Reitz *et al.* (1988), Sobral (2003).

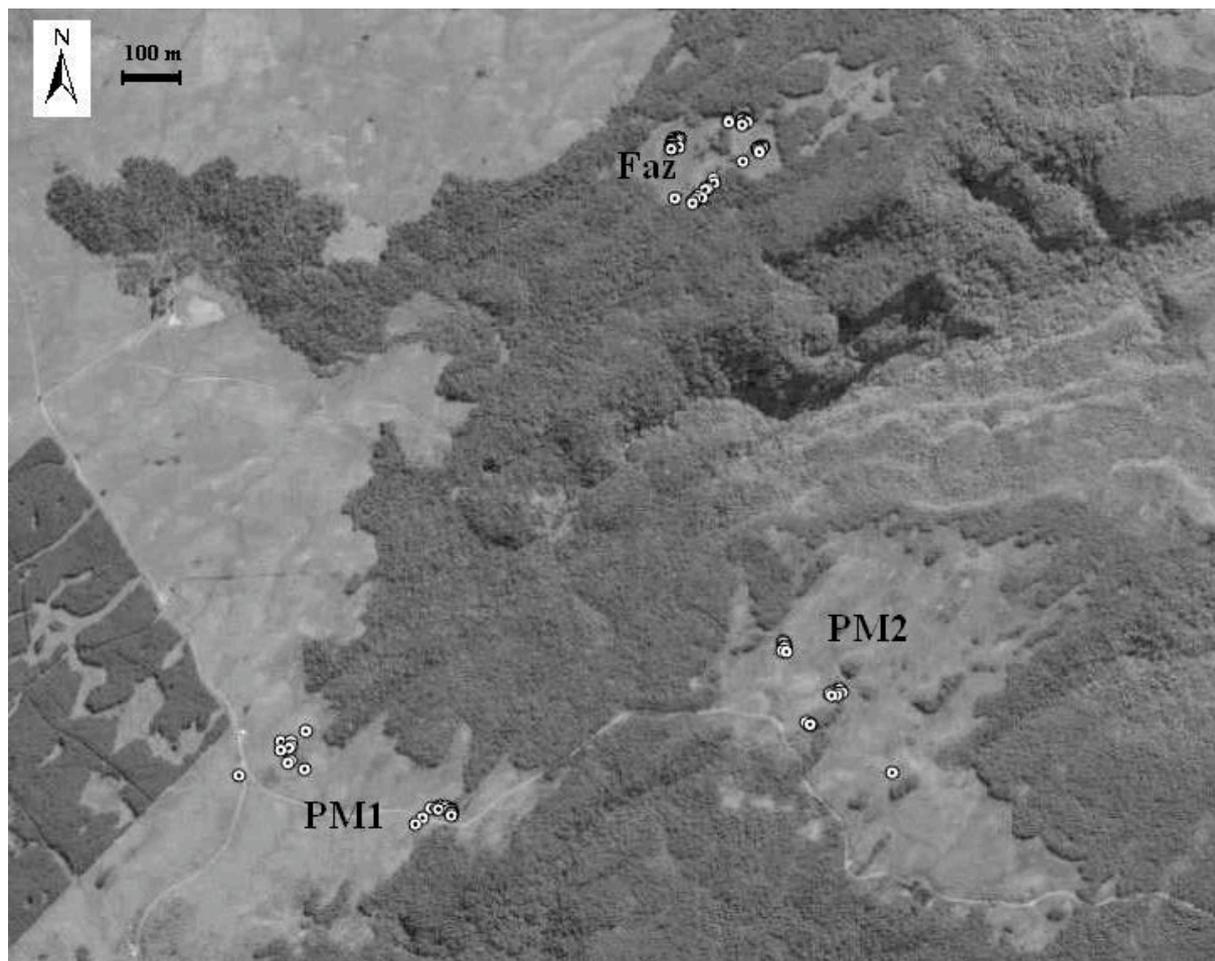


Fig 1. Distribuição das unidades amostrais nos sítios estudados, em áreas de campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. Plantio de *Pinus taeda* (à esquerda) e florestas nativas aparecem em tons de cinza escuro, enquanto áreas campestres aparecem em tons mais claros. Os pontos destacados na imagem representam cada um dos 81 pares de unidades amostrais (alguns pontos estão sobrepostos nesta escala de observação). PM1 = área campestre com exclusão de gado desde 1993 e fogo desde 1997 (29°29'10" S, 50°13'24" O; datum WGS-84). PM2 = área campestre com exclusão de gado e fogo desde 1993 (29°29'03" S, 50°12'31" O; datum WGS-84). Faz = área campestre submetida ao fogo anualmente e ao pastejo regular por gado doméstico (29°28'08" S, 50°12'45" O; datum WGS-84). Imagem de satélite adquirida no programa Google Earth. Para maiores informações, veja o texto.

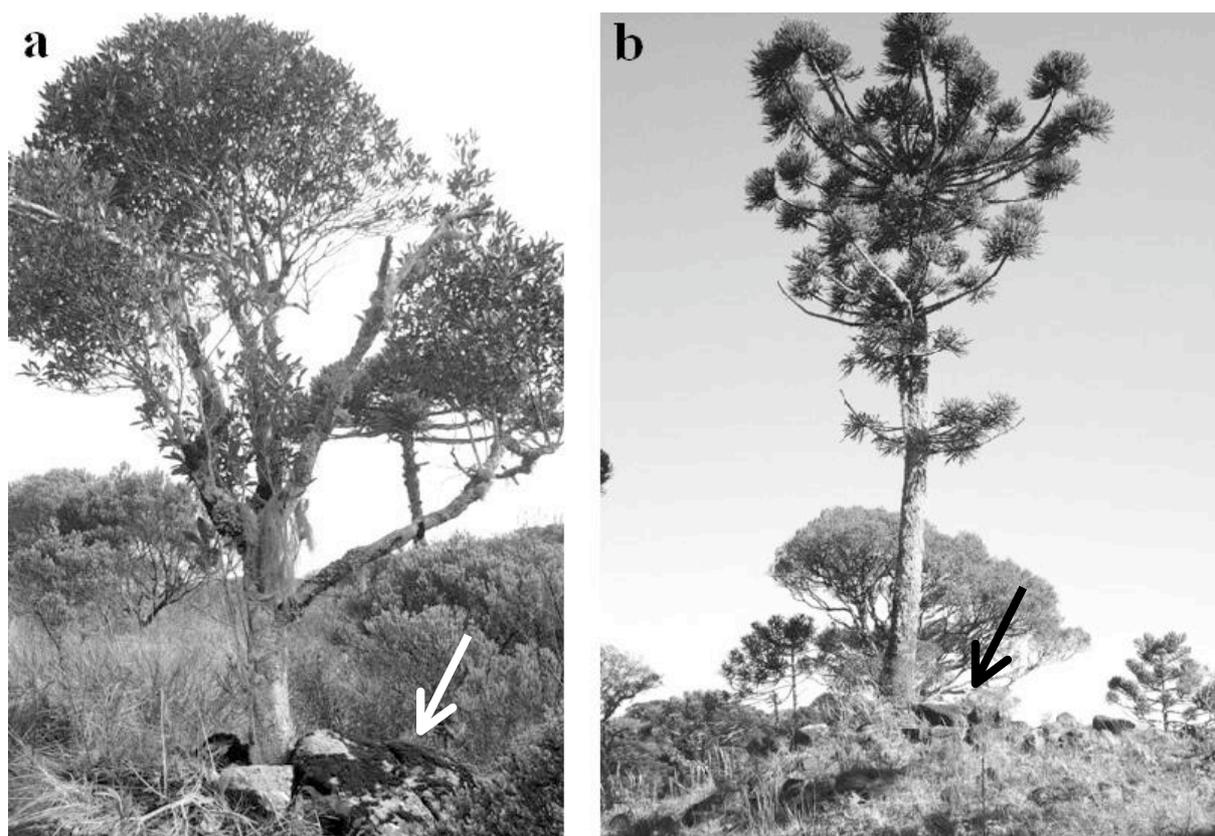


Fig 2. Exemplos de espécies de plantas lenhosas florestais estabelecidas em afloramentos rochosos em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. **a.** *Myrsine lorentziana*, a espécie florestal colonizadora de áreas campestres mais abundante na área de estudo (Duarte *et al.* 2006a, b), sobre um afloramento. **b.** *Araucaria angustifolia*, a espécie fisionomicamente mais importante na região (Rambo 1956), estabelecida em sítio rochoso. As setas nas figuras apontam os afloramentos rochosos.

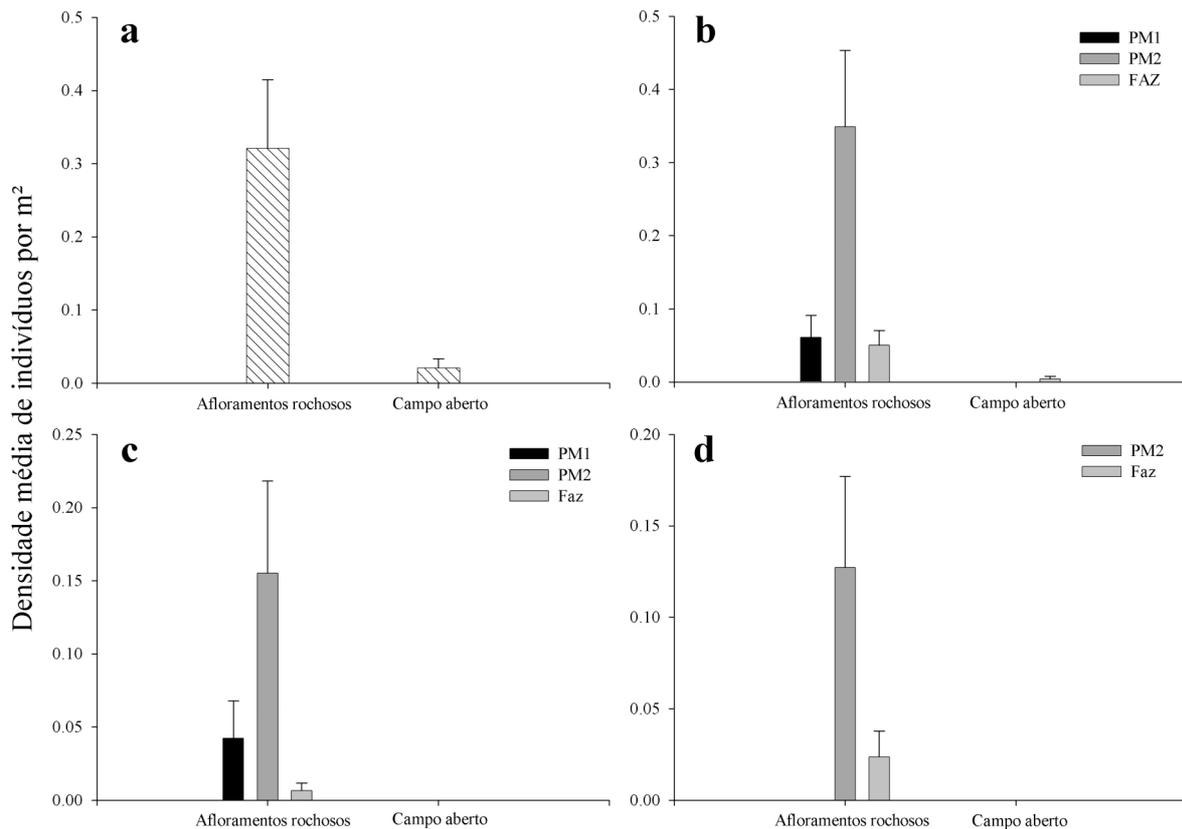


Fig 3. Abundância de plantas lenhosas florestais em afloramentos rochosos e campo aberto e quanto ao sítio de amostragem em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. **a.** plantas ≤ 50 cm de altura. **b.** plantas com altura entre 51 e 100 cm. **c.** plantas com altura entre 101 e 150 cm. **d.** plantas > 150 cm de altura. Na Fig.3a não há discriminação quanto ao sítio de amostragem porque o tratamento foi o único fator explicativo da variação da abundância plantas ≤ 50 cm segundo a ANOVA ($P = 0,0001$, para maiores detalhes consulte o texto). Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1.

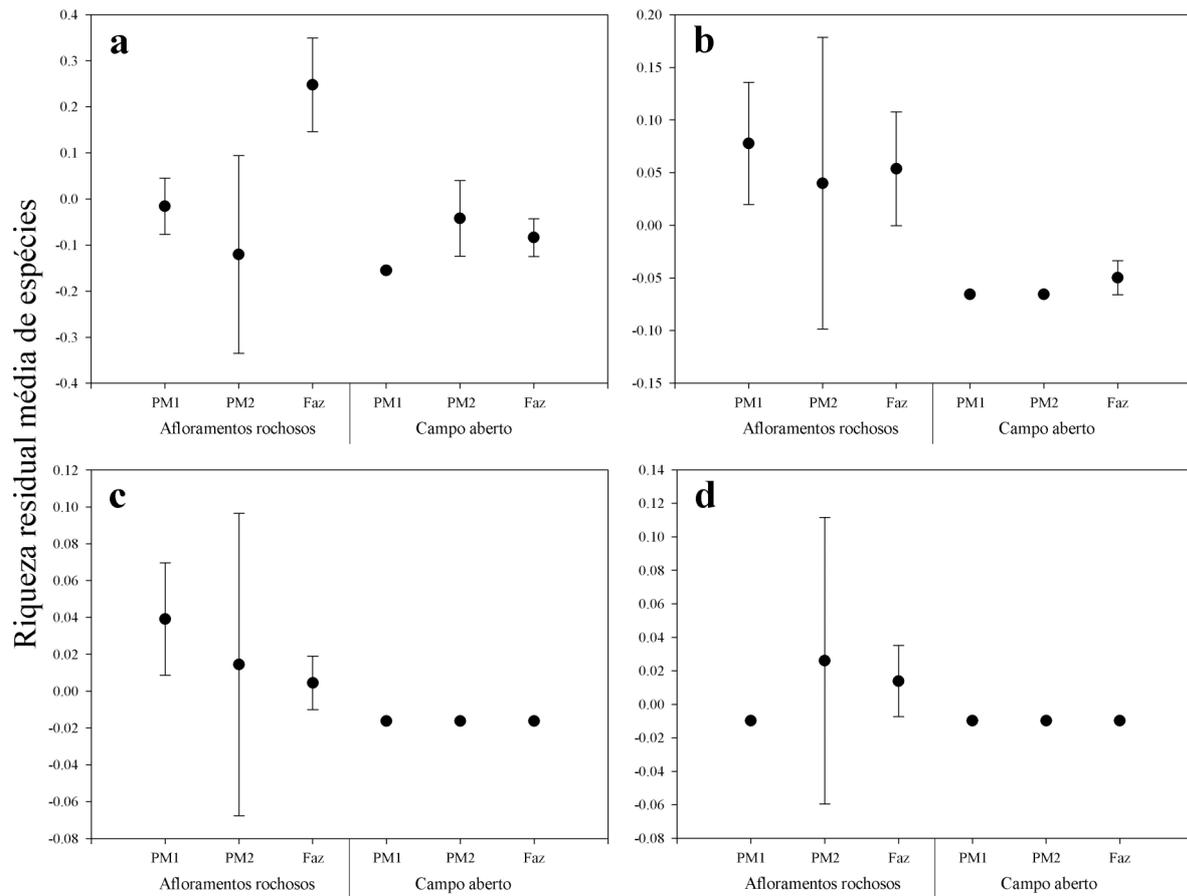


Fig 4. Riqueza residual média de espécies lenhosas florestais estabelecidas em afloramentos rochosos e campo aberto em campos nativos, São Francisco de Paula, RS, sul do Brasil. **a.** plantas ≤ 50 cm de altura. **b.** plantas com altura entre 51 e 100 cm. **c.** plantas com altura entre 101 e 150 cm. **d.** plantas >150 cm de altura. Note que o “eixo x” não indica uma ordem, mas apenas categorias (grupos) de unidades amostrais. Para detalhes sobre os sítios PM1, PM2 e Faz, consulte a Fig 1.