

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Biociências  
Programa de Pós-Graduação em Botânica

Diferenciação espacial de florestas mistas com *Podocarpus* na Serra do  
Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil



Claudia Giongo

Porto Alegre  
Março/2007

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Biociências  
Departamento de Botânica  
Programa de Pós-Graduação em Botânica

Diferenciação espacial de florestas mistas com *Podocarpus* na Serra do  
Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil

Doutoranda: Cláudia Giongo  
Orientador: Jorge Luiz Waechter

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Botânica.

Porto Alegre  
Março/2007

Este trabalho é dedicado à senhora  
Elfriede Lau, por sua generosidade,  
seu espírito empreendedor e imenso  
carisma.

## Agradecimentos:

Ao meu orientador, Jorge Luiz Waechter, pela confiança, apoio, incentivo e paciência, por ter sido tão presente em todas as fases deste trabalho, pelas discussões cheias de entusiasmo, por todo o conhecimento transmitido e pela agradável companhia em campo.

À Sra. Elfriede Lau, a grande incentivadora deste trabalho. Não tenho palavras para agradecer a forma carinhosa como sempre nos acolheu, o seu carinho e confiança.

A minha família, especialmente minha mãe, Cecília Andreatta Giongo, por ter aceitado meus longos períodos de ausência e por ter me apoiado nos momentos cruciais.

Ao Guilherme, por todo o carinho, apoio e compreensão, especialmente nestes últimos meses. Pelos momentos em que a sua presença foi alento de paz e conforto. Por ter estado sempre ao meu lado e por tudo de bom que temos vivido.

Aos colegas de laboratório, professores e amigos queridos Ana Maria, Graziela, Camila, Eduardo, Alexandre, Jean, Jair, prof. Jorge L. Waechter, prof. João André Jarenkow e prof. Luís R. M. Baptista, pelas animadas discussões botânicas e pelas “não botânicas” também.

Aos meus dois “santos amigos” Jair Gilberto Kray e Eduardo Luís Hettwer Giehl, pela inestimável ajuda em campo para o levantamento topográfico e coleta de solos.

Aos professores João André Jarenkow, Bruno E. Irgang (*in memoriam*) e Valdely Kinupp, por terem permitido minha presença nas saídas de campo pelo Rio Grande do Sul, durante o período da procura da área de estudo.

Ao querido amigo e botânico Valdely Kinupp, por seu apoio e incentivo e por ter me levado até a Serra das Encantadas, onde fica um lugarzinho muito especial conhecido como Fazenda Xafri...

A todas as pessoas que me apoiaram durante os dias em que estive privada da minha liberdade de ir e vir, em especial às queridas amigas Cristiane, Viviane, Ana Maria, Raquel, Cecília, Patrícia, Elisete, Sandra e Jaqueline. O seu carinho e apoio foram a fonte onde renovei minhas forças para seguir em frente, sem perder a fé, apesar das limitações impostas pelo corpo. Vocês tornam tudo suportável, foram verdadeiro antídoto ao desânimo e ao desespero. Mesmo que eu escrevesse outra tese sobre o tema, jamais conseguiria explicar o meu carinho e a minha gratidão por vocês.

À Vera Barroso, o anjo da guarda mais prático que já tive.

À Ângela, minha grande aliada na inevitável batalha entre a “Jedi” e “o lado negro da força”.

Ao Sr. Gavino, pelo inestimável auxílio em campo, pela disposição e seriedade, fundamentais durante a coleta de dados.

À Dona Zilda, por todo o carinho e atenção.

À Dona Celi, pelas inúmeras acolhidas e deliciosas jantas campeiras durante os períodos de campo.

Ao Sr. Darcy, motorista do PPG-BOT da UFRGS, por toda a disposição e empenho, que possibilitaram a realização dos trabalhos de campo em Encruzilhada do Sul.

Aos motoristas do Instituto de Biociências, “seu” Luís e “Armandão” pela super-disposição para pegar a estrada, pelo carinho e bom humor de sempre!

As queridas amigas Cristiane e Cecília sempre presentes embora muito distantes.

Aos muitos colegas que passaram pelo PPG/BOT ao longo destes anos, tornando-o muito mais agradável, Carol, Camila, Graziela, Jean, Édson, Guilherme, Luís Fernando, Sônia, Liliana, Giovana, Gilberto, Emerson, Marcus, Rose, Mardiore, Cristiane, Carla, Martin, Rafael, Lucia, Patrícia, Márcia, Érica, Jaqueline, Ana Cristina, Elaine, Marcos, Fernando... (ai, ai, ai, sei que estou esquecendo gente importante. Me perdoem!). Valeu!

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho se tornasse uma realidade.

Muito obrigada!

## Sumário

Apresentação .....	01
Introdução geral .....	02
Estampas .....	08
Capítulo I: Estrutura espacial de uma floresta mista com <i>Podocarpus</i> na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil .....	11
Abstract .....	12
Resumo .....	13
Introdução .....	14
Material e métodos .....	16
Resultados .....	19
Discussão .....	21
Referências bibliográficas .....	26
Tabelas .....	32
Figuras .....	36
Capítulo II: Regeneração e distribuição espacial de populações arbóreas em uma floresta mista com <i>Podocarpus</i> na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil .....	42
Resumo .....	43
Abstract .....	44
Introdução .....	45
Material e métodos .....	46
Resultados .....	49
Discussão .....	51
Referências bibliográficas .....	55
Tabelas .....	60
Figuras .....	64
Capítulo III: Diferenciação de comunidades florestais ao longo de um gradiente topográfico na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil .....	72
Resumo .....	73
Abstract .....	74
Introdução .....	75

Material e métodos .....	76
Resultados .....	79
Discussão .....	82
Referências bibliográficas .....	85
Tabelas .....	90
Figuras .....	96
Considerações finais .....	102
Anexos .....	104
Estampa final .....	112

## Apresentação

Esta tese é composta por três capítulos que correspondem a três artigos independentes realizados a partir de diferentes abordagens sobre as florestas existentes nas regiões mais altas do interior da Serra do Sudeste. Cada capítulo foi formatado de acordo com as normas exigidas pelas revistas para as quais serão submetidos.

O capítulo I segue as recomendações da Revista Brasileira de Botânica, à qual foi submetido em fevereiro de 2007, enquanto os capítulos II e III seguem as normas da Acta Botânica Brasílica, para onde deverão ser enviados após apreciação da Banca Examinadora.

Os três capítulos são precedidos por uma introdução geral a respeito de questões pretéritas e atuais relacionadas ao conhecimento e estado de conservação das formações florestais da Serra do Sudeste. No final da tese são feitas algumas considerações a respeito do estudo realizado, da situação atual da região e das perspectivas de estudos futuros.

## Introdução Geral

O mosaico vegetacional formado por campos e florestas que caracteriza a região montanhosa do sul do Estado, conhecida como Serra do Sudeste, sempre causou admiração e despertou o interesse dos pesquisadores (Ihering 1887, 1991, Lindman 1906, Rambo 1956). Quanto à natureza deste mosaico, Lindman (1906) afirma “Que estes campos (...) tivessem ostentado mattas como a matta virgem actual ou, até apenas como as do grupo de mattinha disseminados atualmente na região campestre, é impossível.”<sup>1</sup> e baseado em observações de autores como Darwin, Grisebach e Schimper sobre a influência decisiva do clima e do substrato para a cobertura vegetal, lança sua interpretação. “...Fica-se quase reduzido a admitir que a vegetação nestas regiões de mistura do Brasil do sul ainda se acha n’um estado preparatório, que os campos ainda em grande parte vegetam n’um ‘clima florestal’ moderado, até que a rede das mattas ao longo dos cursos d’agua tenha tempo para estender-se sobre uma área maior do paiz (se a intervenção humana não o impedir)...”.

A respeito das idéias de Lindman, Rambo (1956) reforça: “O que Lindman aqui modestamente enuncia como hipótese, a nós nos parece certo: o mato está em avanço. Se ainda não ocupou todos os terrenos próprios, isso se deve à lentidão secular de sua ofensiva...”.

Atualmente parece bem consolidado o entendimento dos campos da região como relictos de um clima pretérito mais frio e seco, uma vez que o clima atual no Rio Grande do Sul é reconhecidamente favorável à vegetação florestal (Pillar e Boldrini 1996, Pillar & Quadros 1997, Quadros & Pillar 2002). Também é consenso admitir a existência de déficit hídrico na região, especialmente nos meses de verão, quando a evapotranspiração aumenta e o regime de chuvas diminui, aumentando a importância da capacidade de armazenamento de água no solo para o estabelecimento da vegetação (Mota *et al.* 1970, Pillar e Boldrini 1996, Pillar & Quadros 1997).

A dominância original da vegetação aberta na Serra do Sudeste, entretanto, é questionada por pesquisadores que atualmente se dedicam ao estudo das formações vegetais do Rio Grande do Sul. O predomínio dos campos na região realmente deve-se à lentidão do processo de expansão das florestas ou é uma consequência da influência humana? O rápido avanço das florestas sobre as áreas de campo onde foram excluídos o fogo e o pastejo são evidências de que a vegetação original da Serra do Sudeste teria sido predominantemente arborescente e que a paisagem atual, seria resultante da pressão antrópica exercida há séculos na região (João André Jarenkow, Jorge Luiz Waechter, Sandra Cristina Müller comunicação pessoal). Porém a falta de registros anteriores às grandes imigrações dos séculos XVIII e XIX dificulta muito afirmações seguras a este respeito.

---

<sup>1</sup> Todas as citações ao longo do texto foram fielmente transcritas conforme constante na obra de referência, mantendo-se inclusive a grafia original.

As pesquisas indicam que a ocupação indígena no Rio Grande do Sul teve início há cerca 10.000 anos antes do presente (A.P.) entrando em declínio somente com o início colonização européia (Noelli *et al.* 1997, Schmitz 2006). Os primeiros núcleos que se têm notícia na região ocuparam as margens do rio Uruguai e os vales do Caí, porém estes primeiros povos, que pertenciam à tradição Umbu, raramente habitavam as florestas. Por volta de 8.000 anos A.P. começam a surgir acampamentos da tradição Humaitá, esta sim adaptada à vida no interior das matas (Schmitz 2006). Estes povos ocuparam as florestas do Estado, especialmente na metade norte, até aproximadamente 2.000 anos A.P., quando os Guaranis iniciaram a invasão do território gaúcho (Schmitz 2006, Barcelos 2000). Eficientes horticultores, os Guaranis utilizavam o fogo para abrir roças em meio à floresta, não possuíam rebanhos e dependiam da caça e da coleta. Os registros indicam que quando os europeus aqui chegaram, entre os séculos XVI e XVII, todas as florestas subtropicais já eram ocupadas, inclusive na Serra do Sudeste. Nos relatos dos jesuítas, há várias referências à intensa atividade agrícola desenvolvida pelos Guaranis, o que leva a crer que superfícies consideráveis de florestas foram exploradas (Barcelos 2000).

A pressão de pastejo exercida pelo gado sobre a vegetação do Rio Grande do Sul, apesar de recente, também não pode ser desconsiderada. No século XVII, após a destruição das reduções jesuíticas e o extermínio das populações indígenas, o gado trazido pelos espanhóis ganha a liberdade e forma os rebanhos xucros aumentando rapidamente de número. O gado missioneiro tornou-se um grande atrativo no Rio Grande do Sul, devido à demanda de alimento causada pela exploração de Minas Gerais e à exportação de couro para a Europa. Assim, no início do século XVIII, para garantir a posse do território e dos rebanhos, a Coroa Portuguesa inicia a distribuição de sesmarias a tropeiros e militares. Surgem as estâncias, latifúndios onde o gado é criado solto nas pastagens (naturais e/ou antrópicas) da região. Esta atividade caracterizou e norteou o desenvolvimento da metade sul do Estado, fazendo parte da sua tradição.

Os primeiros botânicos europeus a visitar o Rio Grande do Sul chegaram aqui no início do século XIX, descreveram paisagens, costumes e coletaram material botânico, porém no final do mesmo século, Ihering (1891) constata: “Quem actualmente se quer informar sobre a flora do Rio Grande do Sul vê-se em circunstancias deploraveis. Não há um livro sobre a flora rio-grandense, e este estado de cousas continuará ainda por muito tempo, porque a rica vegetação do solo do Rio Grande do Sul nunca foi objecto de estudos e publicações especiais. Eu mesmo tenho me dedicado à zoologia...”.

Nos trabalhos publicados por Ihering (1887, 1891), o autor faz um paralelo entre a distribuição da fauna e da flora, identificando o limite sul de ocorrência para várias espécies arbóreas, dando o crédito pelas determinações botânicas a outros naturalistas. Referindo-se às Serras do Erval e de Tapes, afirma que a vegetação das serras do sul do Rio Grande do Sul é “typica

das mattas virgens do Brazil, notando-se que quanto mais se aproximam do Sul mais empobrecidas ficam...”. Também chama atenção para os campos da região, onde há “uma mistura curiosa da vegetação tropical do Brazil com plantas da Patagonia” e para os capões e florestas de galeria, repletas de “árvores que pertencem a generos largamente representados no Brazil”.

A versão traduzida em 1906 de “A vegetação no Rio Grande do Sul” de Lindman, publicada originalmente em sueco em 1900 vem a ser o primeiro livro publicado português sobre o assunto. Nesta obra o autor não só descreve paisagens, florestas, campos e capões que caracterizam o território gaúcho como também procura relacionar as características morfológicas exibidas pelas plantas às condições ambientais dos locais onde ocorrem (Lindman 1906, Pillar & Boldrini 1996).

Ao tratar da vegetação da metade sul do Estado, Lindman descreve campos entremeados árvores. Para o autor o conceito de campo inclui desde áreas dominadas por gramíneas baixas até formações do tipo parque, com árvores isoladas ou em pequenos agrupamentos ocorrendo em meio à matriz graminácea. A vegetação arbórea do interior da Serra do Sudeste foi descrita em Piratini, a partir da observação de um capão bem desenvolvido. Surpreso por encontrar isolado em meio ao campo uma formação que “em tudo o essencial mais se aproxima á matta alta” Lindman fornece uma descrição detalhada do ambiente. “Uma das condições principaes para o desenvolvimento pujante deste caapão deve ser procurada no facto de estar colocado n’uma baixada pouco funda (...) defrote do córrego que ahi passa. As beiras da baixada são tomadas pela beira do caapão, mas o seu fundo é tomado com toda a sua vegetação florestal alta.”.

Somente em 1942 a vegetação do Estado é novamente estudada em detalhes na obra “A fisionomia do Rio Grande do Sul”, do Padre Balduino Rambo. O livro é dividido em seis partes, as cinco primeiras dedicadas às regiões fisionômicas do Estado e a sexta às considerações finais. Para todas as regiões são abordadas a geografia, a formação geológica, a formação da paisagem atual, a vegetação, a fauna, as paisagens e a “significação antropogeográfica”.

No capítulo dedicado à Serra do Sudeste, Rambo descreve 11 tipos fisionômicos para a vegetação, com base nas características de solo e relevo da região: campos limpos, campos sujos, vassourais, matinhas arbustivas e subarborescentes, matos arborescentes (altos), matos de parque, capões, matas de galeria, matas virgens, palmares e capoeiras (formações secundárias). O próprio autor, porém, afirma não ser possível o estabelecimento de limites nítidos entre estas formações, que por vezes se confundem e se misturam formando um mosaico vegetacional complexo.

No esforço de reconhecimento de regiões fitogeográficas e de classificação da vegetação brasileira promovida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Teixeira *et al.* (1986) definiram a vegetação da Serra do Sudeste como Savana, distinguindo apenas nas encostas orientais a Floresta Estacional Semidecídica. No interior a vegetação seria a Savana Arbórea Aberta, a Savana Parque e a Savana Gramíneo-Lenhosa, além de floresta de galeria e raramente de encostas

(Teixeira *et al.* 1986). Esta interpretação é mantida por Leite e Klein (1990) que circunscrevem Região da Savana como os campos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e o Cerrado. Atualmente a Serra do Sudeste pertence ao domínio do bioma Pampa, segundo o mapa de biomas brasileiros, ressaltando que nesta região, há ocorrência de formações florestais esparsas ao longo dos rios e em algumas encostas (IBGE 2004).

Estudos recentes, detalhados em duas dissertações de mestrado produzidas no Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foram desenvolvidos nas encostas leste da Serra do Sudeste. Souza (2001) investigou uma floresta da Serra dos Tapes, no município de Arroio do Padre e Jurinitz (2002) estudou uma floresta na Serra do Herval, município de Camaquã, cujos resultados foram parcialmente publicados por Jurinitz & Jarenkow (2003). A estrutura e composição destas florestas mostraram-se semelhantes a outras formações do Estado, guardando algumas peculiaridades e apresentando gradual perda de diversidade, como descrito por Ihering (1887, 1891) e Lindman (1906).

Devido a sua importância econômica junto à produção agropecuária, a vegetação herbácea da Serra do Sudeste também foi investigada em trabalhos recentes. Alguns estudos foram realizados em áreas de manejo, como o trabalho de Girardi-Deiro (1999) em campos voltados à produção agropecuária, e de Zocche & Porto (1993) em áreas de mineração. Outros foram desenvolvidos em campos naturais, como as abordagens de Girardi-Deiro *et al.* (1992) e Boldrini *et al.* (1998).

Os estudos realizados até aqui, ainda que insuficientes, trazem valiosas informações sobre a estrutura e o estado de preservação da vegetação da metade sul do Rio Grande do Sul. Entretanto o manejo e a conservação desta área dependem de uma compreensão maior a respeito de sua origem, estrutura e composição. A falta de registros sobre a vegetação original do Estado faz com que as investigações em áreas ainda conservadas ou pouco manejadas seja a maneira viável de inferir a respeito dos padrões desenvolvidos e dos processos que produziram e mantêm o mosaico atual.

No esforço de contribuir para o melhor entendimento desta vegetação o presente trabalho procura investigar mais profundamente as florestas que caracterizam as regiões mais altas da Serra do Sudeste, nas quais apenas estudos gerais foram realizados. Assim três abordagens distintas procuram avaliar a composição, a estrutura e as variações desta vegetação em resposta às condições ambientais da região. No primeiro capítulo a distribuição espacial dos indivíduos em uma floresta de encosta de relevo acidentado foi estudada, possibilitando a investigação de um gradiente ambiental relacionado ao relevo local. No capítulo II o processo de sucessão dentro da mesma floresta foi investigado a partir da distribuição diamétrica dos indivíduos, abordando variações associadas à exposição solar e ao relevo local. O capítulo que encerra a tese parte de uma visão mais ampla, relacionada à paisagem ondulada que caracteriza a região, comparando três trechos de

floresta em diferentes situações topográficas e investigando a influência das condições ambientais associadas a este gradiente.

#### Referências Bibliográficas

BARCELOS, A.H.F. 2000. Os Jesuítas e a ocupação do espaço platino nos séculos XVII e XVIII. *Revista Complutense de Historia de América* 26: 93-116.

BOLDRINI, I.I., MIOTTO, S.T.S., LONGHI-WAGNER, PILLAR, V.V & NARZALL, K. 1998. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia, porto Alegre, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12(1): 89-100.

GIRARDI-DEIRO, A.M., GONÇALVES, J.O.N. & GONZAGA, S.S. 1992. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solo no município de Bagé, RS. 2: fisionomia e composição florística. *Iheringia, Sér. bot.* 42: 55-79.

GIRARDI-DEIRO, A.M. 1999. Influência de manejo, profundidade do solo, iclinação do terreno e metais pesados sobre a estrutura e a dinâmica da vegetação herbácea da Serra do Sudeste, RS. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HERÉDIA, V. 2001. A imigração européia no século passado: o programa de colonização no Rio Grande do Sul. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 94(10). (disponível em <<<http://www.ub.es/geocrit/sn-94-10.htm>>> acessado em 10/03/2007).

IHERING, H. von. 1887. Zur Kenntnis der Vegetation der Südbrasilien Bubregion. In: *Das Ausland*, Ano 60, n.41.

IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil - primeira aproximação. Rio de Janeiro. IBGE. (disponível em <<<http://www.ibge.gov.br>>> acesso 17/01/2007).

IHERING, H. von. 1891. As árvores do Rio Grande do Sul. *Anuário do Rio Grande do Sul para o anno de 1882*. Porto Alegre. p. 164-196.

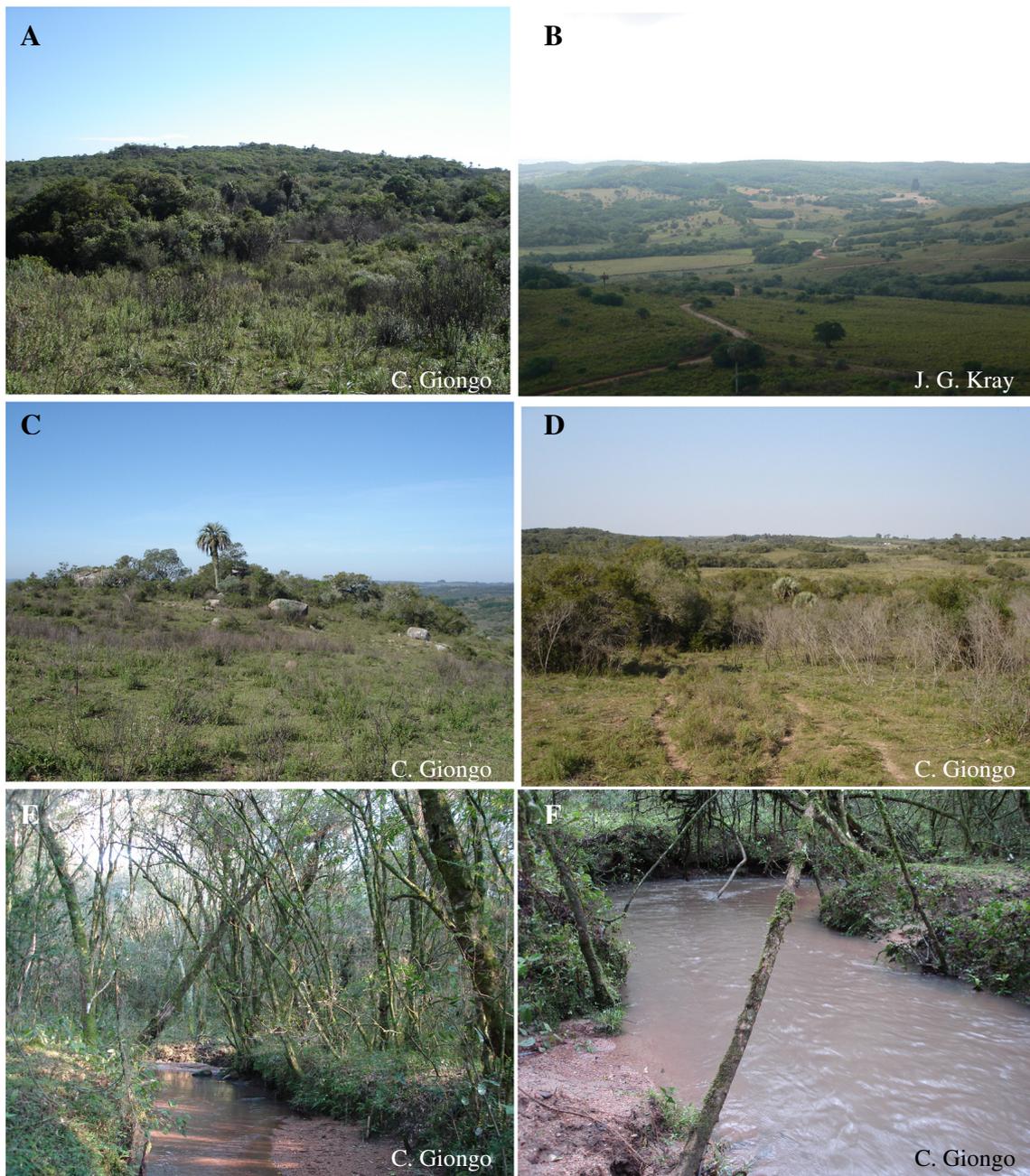
JURINITZ, C.F. 2002. Estrutura do componente arbóreo de floresta estacional na Serra do Erval, Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

JURINITZ, C.F. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botanica* 26: 475-487.

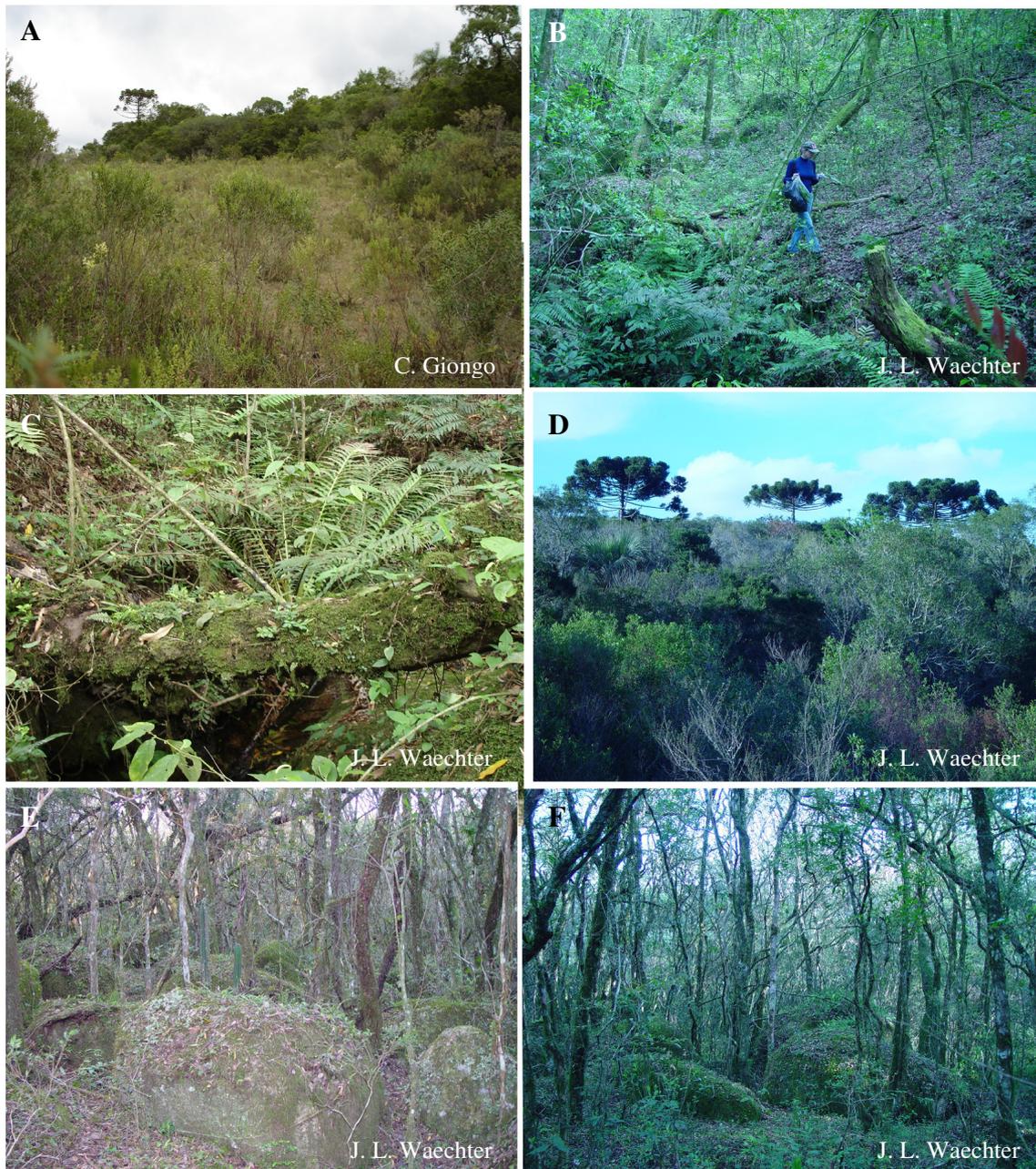
LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. Pp. 55-84. In: IBGE (ed.). *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro. IBGE.

LINDMAN, C.A.M. 1906. *A vegetação do Rio Grande no Sul*. Porto Alegre. Universal.

- MOTA, F.S., GOEDERT, C.O., LOPES, N.F., GARCEZ J.R.B. & GOMES, A.S. 1970. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. *Pesq. agropec. bras.* 5:1-27.
- NOELLI, F.S., SILVA, F.A., VIETTA, K., TOCCHETTO, F.B., CAPPELLETTI, A., COSTA, J.F.G., SOARES, A.L.R. & MARQUES, K.J. 1997. O mapa arqueológico parcial e a revisão historiográfica a respeito das ocupações indígenas pré-históricas no município de porto alegre, rio grande do sul. *Revista de História Regional* 2(1). (disponível em <<<http://www.uepg.br/rhr/v2n1/noelli.htm>>> acessado em 10/03/2007).
- PILLAR, V.P. & BOLDRINI, I.I. 1996. Lindmam e a ecologia da vegetação campestre do Rio Grande do Sul. *Ciência e Ambiente* 13(2): 87-97.
- PILLAR, V.P. & QUADROS, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12(2-3):119-126.
- QUADROS, F.L.F. & PILLAR, V.P. 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande Sul. *Ciência e Ambiente* 24: 109-118.
- RAMBO, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. 3a. ed, 2a. reimpressão. São Leopoldo. Unisinos.
- SOUZA, C.A. 2001. Estrutura do componente arbóreo de floresta pluvial subtropical na Serra dos Tapes, Sul do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHMITZ, P.I. 2006. O mundo da caça, da pesca e da coleta. Pp. 13-30. P.I. SCHMITZ (ed.) Pré-história do Rio Grande do Sul. São Leopoldo. Unisinos.
- TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U. & RANGEL FILHO, A. L. R. 1986. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In *Levantamento de recursos naturais*. v. 33. Pp. 541-632. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ZOCHE, J.J. & PORTO, M.L. 1993. Florística e fitossociologia de campo natural sobre banco de carvão e áreas mineradas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 6(2): 47-84.



Estampa 1. Aspectos da paisagem da Serra das Encantadas, RS. Fotos A e B: mosaico de campos e florestas. Foto C: vegetação aberta em topo de coxilha, destaque pra *Butia capitata* (Arecaceae) isolado e afloramentos graníticos. Foto D: Vista externa da floresta de galeria. Foto E: Vista interna da floresta de galeria, com baixo volume de água. Foto F: Vista interna da floresta de galeria, com grande volume de água, após chuva intensa.



Estampa 2. Aspectos da paisagem da Serra das Encantadas, RS. Foto A: Vista externa da floresta da encosta. Foto B: Vista interna da floresta da encosta, na região da ravina. Foto C: Vista interna da floresta da encosta, ambiente úmido formado sobre o curso de água. Foto D: Vista externa da floresta do topo. Foto E: Afloramento granítico no interior da floresta do topo. Foto F: Vista interna da floresta do topo.



Estampa 3. Espécies arbóreas presentes na paisagem da Serra das Encantadas, RS. Foto A: *Podocarpus lambertii*, indivíduo masculino, com detalhe dos estróbilos masculinos. Foto B: *Podocarpus lambertii*, indivíduo feminino, com detalhe da estrutura reprodutiva feminina. Foto C: *Sebastiania commersoniana*, detalhe dos frutos. Foto D: *Lithraea brasiliensis*, detalhe da inflorescência. Foto E: *Butia capitata*, emergente em floresta de encosta. Foto F: *Araucaria angustifolia*, emergente na floresta do topo.

**Estrutura espacial de uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil\***

CLAUDIA GIONGO<sup>1,2</sup> e JORGE LUIZ WAECHTE<sup>2</sup>

---

\* Estrutura de uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, RS.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: [claudiagiongo1@yahoo.com.br](mailto:claudiagiongo1@yahoo.com.br)

ABSTRACT (Spatial structure of a *Podocarpus*-mixed forest in the Southeastern Highlands of Rio Grande do Sul, Brazil.) In southern Brazil, *Podocarpus* is most commonly associated with montane *Araucaria* forests, but also forms mixed forests at lower altitudes in the Southeastern Highlands of Rio Grande do Sul, where *Araucaria* is generally absent or only locally present. Spatial structure of the tree component of one stand near Encruzilhada do Sul (30°30'S, 52°42'W, 400 m), was analysed. Climate is moist subtropical (Cfa), with average annual temperature and precipitation of 17.1°C and 1541 mm, respectively. Five contiguous bands, each formed by 10 sample units measuring 10x10 m, were set on the forest stand in order to fit the outer bands with the forests margins and one of the inner ones with a ravine, running along a gentle west-east slope. All trees with a minimum DBH of 10 cm were sampled. Community parameters were estimated for the whole stand and for the five transects. Spatial pattern was analysed by comparing the bands with multivariate techniques. A total of 41 species, belonging to 25 families were sampled. The most important species were *Sebastiania commersoniana*, *Lithraea brasiliensis* and *Podocarpus lambertii*. Diversity index ( $H'$ ) for the whole stand was 3,104. Multivariate analysis revealed three groups, the two interior bands, the two marginal ones, and the central ravine. Results indicated that the studied forest is different from both *Araucaria* forests of the Northeastern Highlands and seasonal forests from lower altitudes. Local differentiation is affected by the hilly landscape, which separates drier sites with shallow soils and granitic outcrops from moister sites along ravines, with greater water availability and wind-protected conditions.

Key words: community ecology, diversity, subtropics, floristic, topographic gradient.

RESUMO (Estrutura espacial de uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil.). No sul do Brasil, *Podocarpus* está mais comumente associado às florestas montanas com *Araucaria*, porém também forma florestas mistas nas altitudes menores da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, onde geralmente *Araucaria* é ausente ou esparsa. A estrutura espacial do componente arbóreo de uma área próxima à Encruzilhada do Sul (30°30'S, 52°42'W, 400 m), foi analisada. O clima é subtropical úmido (Cfa) com médias anuais de temperatura e precipitação de 17,1°C e 1541 mm, respectivamente. Cinco transectos contíguos, com 10 parcelas de 10x10m cada, foram estabelecidos no fragmento, os transectos externos coincidindo com as margens da floresta e um dos internos com uma ravina que corre pela suave encosta oeste-leste. Todas as árvores com DAP mínimo de 10 cm foram amostradas. Os parâmetros comunitários foram estimados para a área total e para os transectos. O padrão espacial foi analisado por comparação dos transectos com técnicas multivariadas. No total 41 espécies, pertencentes a 25 famílias foram amostradas. As espécies mais importantes foram *Sebastiania commersoniana*, *Lithraea brasiliensis* e *Podocarpus lambertii*. O índice de diversidade ( $H'$ ) para a área foi de 3,104. As análises multivariadas revelaram três grupos, os dois transectos interiores, os dois marginais e a ravina central. Os resultados indicaram que a floresta estudada difere das florestas com *Araucaria* do Planalto Nordeste e das florestas estacionais de altitudes inferiores. A diferenciação local deve-se à paisagem montanhosa, que distingue locais mais secos com solos rasos e afloramentos graníticos e locais mais úmidos junto a ravina, com maior disponibilidade hídrica e proteção contra ventos.

Palavras-chave: ecologia de comunidades, diversidade, subtropicais, florística, gradiente topográfico.

## Introdução

As formações florestais são constituídas um conjunto de espécies que se distribuem ao longo da paisagem de forma desigual, formado um mosaico. As diferentes frações deste mosaico se distinguem pela estrutura, composição e diversidade, que se alteram em resposta aos fatores ambientais (Gentry 1988, Silvertown & Doust 1995, Kubota *et al.* 2004). Em uma escala de estudo ampla, a temperatura e a precipitação são os fatores mais determinantes para a riqueza e distribuição de espécies, enquanto em uma escala mais restrita, onde a latitude e a altitude sofrem pouca variação, o solo e a disponibilidade hídrica são os aspectos principais (Gentry 1988, Cardoso & Schiavini 2002).

A pluralidade de condições ambientais existente nos neotrópicos condicionou uma excepcional diversidade de espécies e de formações florestais nesta região. Dentro deste domínio encontram-se desde as florestas úmidas mais pujantes do mundo, na região da Bacia Amazônica e encostas ocidentais dos Andes, até as comunidades arbóreas secas e pobres do Chaco (Hueck 1972). Estas florestas foram descritas e denominadas por diversos autores, originando uma grande diversidade de termos, nem sempre concordantes entre si (Hueck 1972, Cabrera & Willink 1980, entre outros).

O termo “floresta mista” foi empregado neste trabalho para designar uma vegetação que mescla elementos da floresta pluvial tropical e elementos temperados (Fernandes 2000). No Brasil, as florestas mistas estão representadas principalmente pela floresta ombrófila mista (floresta com *Araucaria*), que tem sua área de distribuição coincidente com o Planalto Meridional Brasileiro, aproximadamente entre as latitudes 20° S e 30° S. Nestas florestas *Podocarpus lambertii* é considerada apenas uma das espécies companheiras, sem presença obrigatória, assim como *Drimys brasiliensis*, *Nectandra grandifolia*, *Ocotea pulchella*, *Ilex paraguariensis*, *Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides*, entre outras (Klein 1960, Hueck 1972, Fernandes 2000, Leite 2002). Para diferenciar as florestas estudadas da floresta com *Araucaria*, onde *A. angustifolia* é o elemento em evidência, foi adotado o complemento “com *Podocarpus*”, destacando a presença abundante de *P.*

*lambertii*.

Florestas dominadas ou co-dominadas por espécies de *Podocarpus* ocorrem na América, na África e na Oceania, recebendo diferentes denominações como “bosques de pino”, “evergreen *Podocarpus*-dominated”, “mistbelt forests”, entre outros (Cabrera & Willink 1980, Kessler 2000, Rivers-Moore et al. 2003). Estudos ao longo de gradientes altitudinais indicam que este tipo de formação ocorre preferencialmente em altitudes elevadas, onde as temperaturas são baixas mesmo nas proximidades do equador. Nos Andes Bolivianos, as florestas perenifólias co-dominadas por *P. parlatorei* e mirtáceas, surgem apenas acima dos 1800 m s.n.m. (Kessler 2000). Do mesmo modo, na Costa Rica, Lieberman *et al.* (1996) encontraram *Podocarpus oleifolius* somente na área amostrada a 2300 m s.n.m..

As florestas mistas com *Podocarpus* vêm sendo estudadas sob diversos aspectos em seus diferentes ambientes de ocorrência. Estudos referentes à regeneração e sucessão foram realizados no Chile, na Ilha de Chiloé (Aravena *et al.* 2002, Chritie & Armesto 2003, Gutiérrez *et al.* 2004), no México, na região de Chiapas (Ramírez-Marcial 2003), na Etiópia, nas montanhas de Bale (Tesfaye *et al.* 2002), e na Ilha Norte da Nova Zelândia (Smale *et al.* 1997). Na América do Sul foram desenvolvidas abordagens ecológicas, com briófitas, no Equador (Parolly & Kurschner 2004) e com epífitos e trepadeiras, no Chile (Munoz *et al.* 2003). Na África foram abordados temas como ecologia de populações de mamíferos (Lawes *et al.* 2000) e associações micorrízicas (Wubet *et al.* 2003), entre outros.

No Rio Grande do Sul a maior concentração de formações florestais está na metade norte do Estado (Lindman 1906, Rambo 1956). Ao sul do paralelo 30°S predominam os campos e as formações florestais são mais esparsas, sendo representadas, segundo Teixeira *et al.* (1986), por florestas de encosta e de galeria. As florestas mistas com *Podocarpus* formam um tipo especial de floresta, ainda pouco estudada, que no interior da Serra do Sudeste ocorre nas zonas mais altas.

A acentuada pressão antrópica que a vegetação da metade sul do Estado vem sofrendo, sendo progressivamente substituída por lavouras e monoculturas de espécies arbóreas exóticas,

torna urgente o desenvolvimento de estudos que forneçam detalhes sobre sua composição e estrutura. O objetivo do presente estudo foi investigar a estrutura, composição e diversidade de um trecho de floresta mista com *Podocarpus* na vertente interior norte da Serra do Sudeste e estabelecer relações com as condições ambientais relacionadas ao relevo local e à situação geográfica.

## Material e métodos

A área estudada localiza-se na Fazenda Xafri, aproximadamente a 30°31'09"S e 52°41'34"W, distante cerca 20 km da sede do município de Encruzilhada do Sul, próximo à localidade de Boqueirão, no Cerro dos Mouros, na Serra do Sudeste (Figura 1). Este setor, que constitui o divisor de água entre as Bacias dos rios Jacuí e Camaquã, é conhecido localmente como Serra das Encantadas. A floresta encontra-se próxima à sede da fazenda, em uma encosta suave, de exposição leste, onde as cotas altimétricas aproximam-se dos 400 m s.n.m.. O fragmento de contornos irregulares acompanha um pequeno corpo d'água que corre encaixado numa ravina.

Segundo Moreno (1961), pela classificação de Koeppen, a partir dos dados referentes ao período de 1914 a 1942, o clima na região enquadra-se no Cfb, temperado moderado úmido, com temperatura média do mês mais frio de 11,6° C, do mês mais quente de 21,5° C e média anual de 16,5° C. Porém, considerando dados mais recentes obtidos pelo INMET no período de 1961 a 1990 e disponibilizados pela EMBRAPA (<http://www.embrapa.gov.br>), a temperatura média do mês mais quente excede os 22° C, de forma que o clima corresponderia ao Cfa, subtropical úmido. O regime de chuvas é relativamente constante ao longo do ano (Figura 2), mas nos meses mais quentes chove relativamente menos, o que pode causar deficiência hídrica, conforme afirmam os estudos de Mota & Agendes (1986). A pluviosidade média anual é de 1606 mm, segundo Moreno (1961) e 1541 mm, segundo dados do INMET.

A Serra do Sudeste tem sua base geológica constituída por um complexo ígneo-metamórfico pré-Cambriano e por rochas sedimentares e ígneas do Eo-Paleozóico. Apresenta forma mais ou menos triangular, possui uma superfície aproximada de 50 mil km<sup>2</sup> e está situada na porção centro-

sul do Rio Grande do Sul (Picada 1971). Os solos na região, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, se enquadram em Neossolos Litólicos, eutróficos típicos e distóficos típicos (Streck *et al.* 2002). Dentro da floresta observam-se muitos afloramentos graníticos e o solo é bastante raso, apresentando-se mais profundo dentro da ravina.

A análise química de dez amostras compostas de solo provenientes da área de estudo, coletadas à profundidade de 15 cm, mostrou que os solos são eutróficos (Tabela 1). O pH apresentou variação, tendendo a ácido, porém com predomínio de valores intermediários. A porcentagem de matéria orgânica e os níveis de cálcio, magnésio e potássio foram altos, enquanto os níveis de boro, zinco, cobre e enxofre foram considerados suficientes para garantir o desenvolvimento vegetal, segundo os critérios de Siqueira *et al.* (1987). As amostras provenientes da ravina tenderam a apresentar maior fertilidade e menor acidez em relação às demais.

A vegetação da Serra do Sudeste, segundo Teixeira *et al.* (1986) é classificada como Savana, havendo três distinções na paisagem: Savana Arbórea Aberta, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa, havendo menores extensões de florestas de galeria e de encosta. A Fazenda Xafri encerra em seus 286 ha vários remanescentes de florestas em diferentes estádios de sucessão, conjugados a áreas de campo pastejado e vassourais.

A amostragem foi realizada em 50 parcelas de 10x10 m, dispostas em cinco faixas paralelamente contíguas formadas por dez parcelas cada, totalizando uma área de 0,5 ha. Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm foram amostrados e tiveram suas alturas estimadas por comparação com uma haste de altura conhecida. O delineamento da área foi feito de forma que as faixas externas coincidissem com as margens da floresta e uma das internas, com o curso d'água que, neste trecho do fragmento, corre em sentido aproximadamente oeste-leste. Assim, a primeira faixa representa a margem do lado sul (Msul), a segunda, o segmento interior adjacente à margem sul (Isul), a terceira, o segmento interior do centro (Icen), a quarta, o segmento interior adjacente à margem norte, onde está inserida a ravina com o curso d'água (Inor) e a quinta e última faixa, a margem do lado norte (Mnor).

Um mapa tridimensional da topografia da área (Figura 3) foi produzido no programa Surfer 7.0 a partir dos dados obtidos em campo com auxílio de mangueira de nível e trena. As medidas foram tomadas a cada 10 m, sendo esta distância reduzida nos locais de declive muito acentuado. O desnível foi calculado a partir da altitude do ponto inicial, 400 m s.n.m., determinada com altímetro. A posição da encosta foi definida com o uso de GPS (Global Positioning System).

O reconhecimento das espécies, sempre que possível, foi feito em campo. O material coletado provenientes da área de estudo foi incluído no Herbário ICN, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da UFRGS. O sistema de classificação adotado para as famílias seguiu APG II para Angiospermas e Gymnospermas (Souza & Lorenzi 2005, Maas & Westra 2005). A grafia dos nomes científicos das espécies e dos respectivos autores seguiu Sobral *et al.* 2006.

A curva de coletor, construída após a aleatorização da ordem das parcelas, foi utilizada para avaliar o tamanho da amostra em relação ao esforço amostral (Braun-Blanquet 1979). A estrutura da comunidade foi investigada através da estimativa dos parâmetros comunitários de densidade, frequência, cobertura e valor de importância (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) e dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (Pielou 1969), calculado no programa Excel 4.0, utilizando-se o logaritmo natural.

Os parâmetros fitossociológicos de estrutura também foram calculados para as cinco faixas separadamente. As diferenças estatísticas entre diâmetro médio, altura média e número de indivíduos por faixas foi avaliada via testes paramétricos para análise de variância (ANOVA) no programa SAS, utilizando o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ), seguidos de testes de comparações múltiplas. A diferença estatística entre os índices de diversidade para as faixas foi avaliada através do cálculo dos intervalos de confiança no programa Multiv 2.1.1 (Pillar 2001). A sobreposição dos intervalos foi entendida como diferença não significativa. Para as comparações de riqueza entre a floresta estudada e outras formações florestais utilizou-se o método de rarefação, desenvolvida do programa EcoSim, em função da discrepância no número de indivíduos amostrados nos diferentes levantamentos (Gotelli & Entsminger 2001).

Utilizando somente as espécies presentes em mais de 20% das parcelas, foi construída uma matriz de cinco unidades amostrais (faixas) por 13 variáveis (espécies), que foi submetida à análise exploratória dos dados multivariados, no programa Multiv 2.1.1 (Pillar 2001). O parâmetro explorado foi a densidade (número de indivíduos por faixa), a medida de similaridade foi a distância euclidiana e a ordenação foi realizada por análise de coordenadas principais.

## Resultados

O levantamento fitossociológico resultou em 405 indivíduos vivos, distribuídos em 41 espécies, 36 gêneros e 25 famílias (Tabela 2), além de 37 indivíduos mortos ainda em pé, totalizando 442 indivíduos amostrados.

As famílias com maior riqueza específica foram Salicaceae, com cinco espécies, Myrtaceae e Lauraceae, ambas com quatro, e Sapindaceae com três. Meliaceae, Moraceae, Myrsinaceae e Rutaceae foram representadas por duas espécies (Tabela 2).

As espécies que mais se destacaram por sua densidade e frequência foram *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii*, *L. brasiliensis* e *Blepharocalyx salicifolius* (Tabela 3). Estes dois parâmetros definiram a ordem das dez espécies com maiores valores de importância, à exceção de *L. brasiliensis* e *Luehea divaricata* que, devido à área basal elevada, ganharam posições. *L. divaricata* correspondeu a 15% do valor da área basal total, que foi de 17,4727 dm<sup>2</sup>. A densidade total por área (DTA) foi estimada em 810 ind.ha<sup>-1</sup>, considerando apenas as árvores vivas.

A diversidade específica de Shannon (H') foi de 3,104 e a equabilidade de Pielou (J') foi de 0,836. Cinco espécies foram representadas por um único indivíduo, correspondendo a 12% da riqueza da amostra (Tabela 3). Duas destas, *Ocotea pulchella* e *Syagrus romanzoffiana*, não apresentaram outros exemplares no fragmento, a não ser os adultos inventariados. Além das espécies contempladas na amostragem, também foram observados na floresta indivíduos adultos de *Cedrela fissilis* (Meliaceae), *Butia capitata* (Arecaceae) e *Alsophila setosa* (Cyatheaceae).

Aproximadamente 60% dos indivíduos apresentaram DAP inferior a 20 cm (Figura 4) e o

diâmetro médio foi estimado em 20,4 cm. O maior DAP registrado foi para um indivíduo de *L. divaricata* na faixa interior central. Entre as faixas, a média variou de 16,9 cm (Msul) a 23,7 cm (Inor) havendo diferença significativa apenas entre estes dois extremos (Tabela 4).

A distribuição dos indivíduos segundo as estimativas de altura (Figura 5) apresentou dois picos de concentração, um a 9 m e outro a 12 m. O primeiro foi formado principalmente por indivíduos das margens do fragmento enquanto o segundo contou com a participação de espécies características do interior, como *Nectandra megapotamica*, *C. canjerana*, *Cinnamomum amoenum* e *Zanthoxylum rhoifolium*. A acentuada diminuição do número de indivíduos em torno de 10 m de altura, chama atenção, e pode estar relacionada a eventuais perturbações sofridas no passado.

A altura média foi de 11,3 m. A altura mínima registrada foi de 5 m, para dois indivíduos de *L. brasiliensis* e um de *B. salicifolius* na margem sul e um indivíduo de *L. brasiliensis* na margem norte. A altura máxima foi de 20 m, estimada para um indivíduo de *B. salicifolius* na faixa interior sul e um de *C. canjerana* e outro de *N. megapotamica* na faixa interior norte. Entre as faixas a média de altura variou de 9,8 m (Msul) a 13,5 m (Mnor) (Tabela 4). As faixas margem sul, interior sul e margem norte apresentaram médias similares entre si, assim como foram semelhantes as faixas interior norte, interior centro e margem norte. A faixa interior norte apresentou diferença estatística em relação a todas as demais faixas, com exceção da interna central, ambas relacionadas à ravina.

O número médio de indivíduos e a diversidade não apresentaram diferença significativa, porém a Tabela 3 mostra que a composição alterou-se consideravelmente das margens em direção ao interior, o que ficou evidente também na análise multivariada. A disposição dos pontos na dispersão (Figura 6), lembrando a forma de uma ferradura, indica a existência de um gradiente partindo do interior do fragmento em direção às margens. As condições ambientais alteram-se gradativamente da ravina com o curso d'água (Inor), mais úmida, protegida e de solos mais desenvolvidos, passando pelas faixas interiores (Icen e Isul), com condições intermediária e terminando com as faixas marginais (Msul e Mnor), mais secas, mais expostas e com solos menos desenvolvidos.

Os eixos I e II sintetizaram 90,63% da informação contida na matriz. Ao longo do eixo I os pontos foram distribuídos em função do gradiente de disponibilidade hídrica no solo. À direita ficaram as duas margens (Msul e Mnor) com solos bem drenados, ao centro, as faixas interiores sul (Isul) e central (Icen) de condições intermediárias e à esquerda, a faixa interior norte (Inor), associada à ravina e ao curso d'água, onde a disponibilidade hídrica é maior. Ao longo do eixo II foram observadas no extremo superior as faixas interiores (Isul e Icen), de condições intermediárias e na parte inferior, as que apresentam condições extremas, ainda que contrárias: as margens (Msul e Mnor), muito expostas e com solos mais rasos e menos férteis, e a faixa interna norte (Inor) mais protegida e com solos mais profundos e férteis.

## Discussão

A floresta de Encruzilhada do Sul tem seu dossel dominado por *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii*, *Lithraea brasiliensis* e *Blepharocalyx salicifolius*, caracterizando uma floresta mista onde um dos elementos principais é uma conífera (Fernandes 2000).

A comparação da floresta de Encruzilhada do Sul com outras florestas mistas com *Podocarpus* mostrou que a riqueza de espécies encontrada é significativamente maior do que qualquer outra observada na literatura para este tipo de floresta na América (Lieberman *et al.* 1996, Aravena *et al.* 2002, Pinazo *et al.* 2003). Em todos os casos analisados a baixa riqueza pode ser explicada pelas condições ambientais. A floresta estudada no Chile, que apresentou apenas 12 espécies, localiza-se na Ilha de Chiloé, onde a latitude de 41°50' S condiciona um clima rigoroso, com temperatura média anual de 12° C e média do mês mais frio de 5° C (Aravena *et al.* 2002). A floresta investigada na Argentina, em Salta, que conta com 15 espécies, também se encontra sob condições climáticas pouco favoráveis, associadas à altitude de 1550m s.n.m. (Pinazo *et al.* 2003). Da mesma forma, a floresta estudada na Costa Rica apresenta 28 espécies, pois mesmo estando localizada próxima ao equador (10°24'N), a temperatura média anual de 10,5° C condicionada pela altitude de 2300m s.n.m. não favorece a diversidade local (Lieberman *et al.* 1996).

Reduzindo a escala de comparação para a região subtropical, a riqueza da floresta de Encruzilhada do Sul pode ser considerada intermediária. Em linhas gerais, o número de espécies encontrado é inferior ao observado em florestas ombrófilas mistas (Dias *et al.* 1998, Schaaf 2006), ombrófilas densas (Simiski *et al.* 2004), estacionais (Vasconcellos 1992, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003) e ciliares (Soares-Silva *et al.* 1992, Silva *et al.* 1995, Araujo *et al.* 2004) do sul do Brasil. As formações florestais que apresentam riqueza inferior à encontrada são geralmente caracterizadas por elevado grau de perturbação (Jarenkow & Baptista 1987, Barddal *et al.* 2004) ou por condições edáficas e/ou climáticas menos favoráveis. A menor riqueza pode estar relacionada às limitações químicas e físicas do solo, no caso das restingas arenosas (Moraes & Mondin 2001, Dorneles & Waechter 2005) e turfosas (Waechter & Jarenkow 1998, Dorneles & Waechter 2004), ao clima frio e aos solos rasos e pobres nas formações altomontanas (Koehler *et al.* 2002) e ao clima seco nas regiões mais continentais da faixa subtropical (Roldán 1995, Varela 2001).

Trazendo as comparações para o Estado do Rio Grande do Sul percebe-se que num contexto mais restrito a riqueza encontrada é considerada baixa. Três florestas de encosta foram selecionadas para comparação, a de Vale do Sol, desenvolvida sobre basalto (Jarenkow & Waechter 2001), a de Cachoeira do Sul, sobre arenito (Lindenmaier & Budke 2006) e a de Camaquã, sobre granito (Jurinitz & Jarenkow 2003). Entre estas, a de Encruzilhada do Sul é a menos rica, Cachoeira do Sul e Vale do Sol têm riqueza intermediária (49 e 52 espécies, respectivamente) e Camaquã tem o maior número de espécies (64). Estas diferenças podem ser discutidas em relação a três aspectos fundamentais, o clima, a vegetação de entorno e o grau de conservação dos remanescentes.

O clima presente nas três áreas citadas é tipicamente Cfa, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e médias de temperatura anual superiores à encontrada na Serra das Encantadas. No interior da Serra do Sudeste a altitude e a continentalidade favorecem a ocorrência de um clima mais rigoroso, com temperaturas mais baixas, menor precipitação e maior ocorrência de geadas (Moreno 1961), além da ocorrência de períodos de deficiência hídrica (Mota e Agendes 1986) que

podem limitar o estabelecimento de algumas espécies.

Quanto à vegetação de entorno, as três áreas encontram-se ligadas a grandes formações florestais. Nas encostas da Serra Geral, onde está Vale do Sol, as condições de precipitação, solo e exposição solar permitiram o estabelecimento de florestas bem desenvolvidas formadas pelos dois principais contingentes florísticos do Estado (Lindman 1906, Rambo 1956, 1961, Jarenkow & Waechter 2001). Na Depressão Central, onde localiza-se a área de Cachoeira do Sul, as florestas ciliares do rio Jacuí e de seus afluentes formam corredores para as espécies do Planalto Meridional Brasileiro (Rambo 1956). E floresta de Camaquã encontra-se no prolongamento da floresta tropical, que teve nas encostas leste da Serra do Sudeste as condições para avançar em direção sul, ainda que com perda de diversidade (Lindman 1906, Rambo 1956). No interior da Serra do Sudeste, ao contrário, a floresta estudada encontra-se num contexto onde predomina a vegetação aberta, com formações arbóreas descontínuas na forma de florestas de galeria, de encosta e capões (Teixeira *et al.* 1986, IBGE 2004).

Quanto à conservação, a área de Camaquã representa um remanescente de floresta primária muito bem preservado, situação muito rara no Estado e que destoa das demais áreas, inclusive a de Encruzilhada do Sul, que apresenta sinais de perturbação (Jurinitz & Jarenkow 2003, Jarenkow & Waechter 2001, Lindenmaier & Budke 2006).

Assim, considerando todos estes fatores, a menor riqueza da floresta de Encruzilhada do Sul reflete uma situação geográfica relativamente austral e continental, associada a altitudes moderadas, possibilidade anual de déficit hídrico e certo grau de isolamento florístico em relação aos contingentes tropicais.

A densidade total por área da floresta estudada foi muito próxima à encontrada em Vale do Sol (782), considerando o mesmo critério de inclusão. As altas densidades de Cachoeira do Sul (1.097) e Camaquã (2.236) devem-se em parte ao critério de inclusão, que abrange indivíduos de pequeno porte. Em relação ao índice de diversidade, apesar da menor riqueza, Encruzilhada do Sul supera os valores calculados para Cachoeira do Sul (2,676) e Vale do Sol (2,63), que apresentam

baixa equabilidade (0,665 e 0,560, respectivamente). Camaquã (3,55) tem a maior diversidade da região (Jarenkow & Waechter 2001, Lindenmaier & Budke 2006, Jurinitz & Jarenkow 2003).

A composição florística da floresta estudada inclui principalmente espécies de ampla distribuição presentes em outras florestas do Rio Grande do Sul (Jarenkow & Baptista 1987, Vascoellos *et al.* 1992, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003). Este aspecto reafirma a importância que espécies de grande amplitude ecológica têm na composição das florestas do sul do Brasil (Rambo 1961, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003).

As peculiaridades florísticas que distinguem a floresta de Encruzilhada do Sul das demais formações do Estado já haviam sido observadas por Ihering (1892), que destacou como características das florestas do sul do Rio Grande do Sul a ausência de *Araucaria angustifolia* e a presença de *Podocarpus lambertii*. Na realidade, *A. angustifolia* não é ausente, mas sim muito escassa na região, estando nas proximidades do seu limite sul da distribuição geográfica (Leite, 2002), é representada no dossel da área de estudo por apenas quatro indivíduos adultos.

Dentro da floresta estudada, as condições presentes na ravina guardam certa semelhança com aquelas encontradas nas florestas tropicais do sul do Brasil, propiciando o estabelecimento de espécies comuns nestas formações, como *Cabralea canjerana* e *Nectandra megapotamica*.

Os padrões evidenciados pela ordenação podem também ser interpretados em relação a diferentes estádios sucessionais das faixas de amostragem. A faixa interior norte (Inor), é provavelmente o segmento mais antigo, onde espécies características dos estádios de sucessão mais avançados como *C. canjerana* e *N. megapotamica* (Backes e Irgang 2002, Dias *et al.* 1998) têm os maiores valores de importância. Nesta faixa há poucos e grandes indivíduos da espécie pioneira *L. brasiliensis* (Backes e Irgang 2002), que também apresenta vários indivíduos mortos, indicando a substituição de espécies iniciais por espécies tardias. As faixas interiores (Isul e Icen) representam estádios intermediários da sucessão, onde os maiores valores de importância pertencem a *S. commersoniana* e *L. divaricata*, espécies características de estádios mais avançados (Dias *et al.* 1998), mas as espécies pioneiras também comuns. As margens (Msul e Mnor) caracterizam os

estádios iniciais, onde *L. brasiliensis* detém os maiores valores de importância (primeiro na Msul e segundo na Mnor), apresentando alto número de indivíduos de diâmetro reduzido, sugerindo estes dois segmentos como frentes de expansão sobre o campo (Rambo 1956).

A alteração gradativa das condições ambientais tem influência não apenas na composição florística, evidenciada na ordenação, mas também sobre outros aspectos, como o porte da floresta. O dossel da floresta de Encruzilhada do Sul é formado principalmente por árvores de porte modesto, tanto em relação ao diâmetro, quanto em relação à altura. Porém, na ravina, onde a profundidade do solo, a fertilidade e a disponibilidade hídrica são maiores, são encontrados indivíduos de até 20m de altura. Ao contrário, nas margens, onde a profundidade do solo é menor, a drenagem é maior e a fertilidade é levemente reduzida, as médias de altura e diâmetro são menores. Esta distinção é percebida também na distribuição de alturas na floresta, com a formação dos dois picos de concentração, um mais baixo, relacionado às margens, e outro mais alto, relacionado às porções interiores.

A estrutura e composição da floresta estudada permitem concluir que a grande importância de *Podocarpus lambertii* no dossel e a baixa diversidade são as características que mais a distinguem das outras formações florestais do Estado (Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003, Lindenmaier & Budke 2006). Estas peculiaridades provavelmente se devem às condições ambientais específicas da região, que envolvem um clima subtropical relativamente mais rigoroso, sujeito à deficiência hídrica, relevo ondulado e certo grau de isolamento florístico. Além disso, a distribuição das espécies através do gradiente ambiental desenvolvido das margens em direção ao interior do fragmento indica o avanço da floresta sobre o campo. Este processo caracteriza a expansão das formações arbóreas diante das condições ambientais atuais, ocupando os locais onde as condições relacionadas ao solo são favoráveis.

**Agradecimentos:** A Sr<sup>a</sup>. Elfriede Lau, por seu apoio incondicional, por seu constante incentivo e entusiasmo e por permitir o acesso a sua propriedade e o uso de todos os recursos materiais e

humanos de que dispõe, tornando possível a realização deste trabalho. Aos colegas biólogos Eduardo Luís Hettwer Giehl, doutorando do PPG-BOT/UFRGS, e Jair Gilberto Kray, pelo inestimável auxílio na obtenção dos dados ambientais. Aos professores Sandra Cristina Müller (Ecologia/UFRGS), João André Jarenkow e Luís Rios de Moura Baptista (Botânica/UFRGS), pelas críticas e sugestões que enriqueceram este trabalho. Ao PPGBOT/UFRGS pela oportunidade de desenvolver este estudo. Ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora.

#### Referências Bibliográficas

- ARAUJO, M.C., LONGHI, S.J., BRENA, D.A., BARROS, P.L.C. & FRANCO, S. 2004. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de floresta estacional decidual aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *Ciência Florestal* 14: 133-147.
- ARAVENA, J.C., CARMONA, M.R., PÉREZ, C.A. & ARMESTO, J.J. 2002. Changes in tree species richness, stand structure and soil properties in a successional chronosequence in northern Chiloé Island, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 339-360.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2002. Árvores do Sul – Guia de identificação e interesse ecológico. Instituto Souza Cruz, Santa Cruz do Sul.
- BARDDAL, M.L., RODERJAN, C.V., GALVÃO, F. & CURCIO, G.R. 2004. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. *Ciência Florestal* 14(2): 133-147.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociologia - bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume, Madrid.
- CABRERA, A.L. & WILLINK, A. 1980. *Biogeografia da América Latina*. OEA, Washington.
- CARDOSO, E. & SCHIAVINI, I. 2002. Relação entre a distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Rev. bras. Bot.* 25(3): 277-289.
- CHRISTIE, D.A. & ARMESTO, J.J. 2003. Regeneration microsites and tree species coexistence in

temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology* 91: 776-784.

DIAS, M.C., VIEIRA, A.O.S., NAKAJIMA, J.N., PIMENTA, J.A. & LOBO, P.C. 1998. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. *Rev. bras. Bot.* 21: 183-195.

DORNELES, L. P. P. & WAECHTER, J.L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18(4): 815-824.

DORNELES, L.P.P. & WAECHTER, J.L. 2005. Estrutura do componente arbóreo da floresta arenosa de restinga do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul. *Hoehnea* 31(1): 61-71.

FERNANDES, A. 2000. *Fitogeografia Brasileira*. Multigraf. Fortaleza.

GENTRY, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-34.

GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.

GUADAGNIN, D.L., LAROCCA, J. & SOBRAL, M. 2000. Flora vascular de interesse para a conservação na Bacia do Arroio João Dias: avaliação ecológica rápida. *In: Minas do Camaquã* (L.H. Ronchi & O.C. Lobato, eds.). Editora da Unisinos, São Leopoldo, p.71-84.

GUTIÉRREZ, A.G., ARMESTO, J.J. & ARAVENA, J.C. 2004. Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology* 92: 598-608.

HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. Polígono, São Paulo.

IBGE. 2004. *Mapa de Biomas do Brasil - primeira aproximação*. Rio de Janeiro. IBGE. (disponível em <<<http://www.ibge.gov.br>>> acesso 17/01/2007).

IHERING, H. VON. 1891. As árvores do Rio Grande do Sul. *In: Anuário do Rio Grande do Sul*

- para o anno de 1892 (G.A Azambuja, ed.). Gundlach & Krahe, Porto Alegre, p.164-196.
- JARENKOW, J.A. & BAPTISTA, L.R.M. 1987. Composição florística e estrutura da mata com Araucária na Estação Ecológica do Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. *Napea* 3:9-18.
- JARENKOW, J.A. & WAECHTER, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. bras. Bot.* 24(3): 263-272.
- JURINITZ, C.F. & JARENKOW, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. *Rev. bras. Bot.* 26(4): 475-487.
- KESSLER, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149:181–193.
- KLEIN, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia* 12: 17-44.
- KOEHLER, A., GALVÃO, F. & LONGHI, S.J. 2002. Floresta Ombrófila Densa Montana: Aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. *Ciência Florestal* 12(2):27-39.
- KUBOTA, Y., MURATA, H. & KIKUZAWA, K. 2004. Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. *Journal of Ecology* 92: 230-240.
- LAWES, M.J., MEALIN, P.E. & PIPER, S.E. 2000. Patch Occupancy and potential metapopulation dynamics of three forest mammals in fragmented afro-montane forest in South Africa. *Conservation Biology* 14(4): 1088-1098.
- LEITE, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitogeográfico do sul do Brasil. *Ciência e Ambiente* 24: 51-73.
- LINDMAN, C.A.M. 1906. A vegetação do Rio Grande no Sul. Universal, Porto Alegre.
- LIEBERMAN, D., LIEBERMAN, M., PERALTA, R. & HARTSHORN, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84: 137-152.

- LINDENMAIER, D.S. & BUDKE, J.C. 2006. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na Bacia do Rio Jacuí. Sul do Brasil. Pesquisas, botânica 57: 193-216.
- MAAS, P.J.M. & WESTRA, L.Y.T. 2005. Neotropical plant families. A.R.G. Gantner. Ruggell.
- MORAES, D. & MONDIN, C.A. 2001. Florística e fitossociologia do estrato arbóreo em mata arenosa do Balneário de Quintão, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul. Pesquisas 51:87-100.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MOTA, F.S. & AGENDES, M.O.O. 1986. Clima e agricultura no Brasil. Sagra, Porto Alegre.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Willey and Sons, New York.
- MUNOZ, A.A., CHACON, P., PEREZ, F., BARNERT, E.S. & ARMESTO, J.J. 2003. Diversity and host tree preferences of vascular epiphytes and vines in a temperate rainforest in southern Chile. Australian Journal of Botany 51(4): 381-391.
- PAROLLY, G. & KURSCHNER, H. 2004. Ecosociological studies in Ecuadorian bryophyte communities. II. Syntaxonomy of the submontane and montane epiphytic vegetation of S Ecuador. Nova Hedwigia 79(3-4): 377-424.
- PICADA, R.S. 1971. Ensaio sobre a tectônica do escudo sul-rio-grandense: caracterização dos sistemas de falhas. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia. SBG, São Paulo, v.1, p.167-191.
- PIELOU, E.C. 1984. The interpretation of ecological data. Wiley-Interscience. New York.
- PILLAR, V.P. 2001. MULTIV - Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling - User's guide v 2.1. Porto Alegre.
- PINAZO, M.A., GASPARRI, N.I., GOYA, J.F. & ARTURI, M.F. 2003. Caracterización estructural de um bosque de *Podocarpus parlatorei* y *Juglans australis* em Salta, Argentina. Revista de Biología Tropical 51(2): 361-368.
- RAMBO, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Selbach. São Leopoldo.

- RAMBO, B. 1961. Migration routes of the south brazilian rain forest. *Pesquisas* 5(12): 1-54.
- RAMÍREZ-MARCIAL, N. 2003. Survival and growth of tree seedlings in anthropogenically disturbed Mexican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science* 14: 881-890.
- RIVERS-MOORE, N.A., GRANGER, J.E. & AHMED, F. 2003. Change in mistbelt mixed Podocarpus forest area between 1944 and 1996 in the Midmar catchment of KwaZulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Botany* 69(2): 148-150.
- ROLDÁN, A.I. 1995. Estrutura de los sitios disturbados y no disturbados de las selvas montanas de la sierra de San Javier. *Lilloa* 38(2): 133-156.
- SCHAAF, L.B., FIGUEIREDO-FILHO, A., GALVÃO, F. & SANQUETTA, C.R. 2006. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. *Revista Árvore* 30(2): 283-295.
- SILVA, F.C., FONSECA, E.P., SOARES-SILVA, L.H., MULLER, C. & BIANCHINI, E. 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 3.Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Bot. Bras.* 9(2): 289-302.
- SILVERTOWN, J.W. & DOUST, J.L. 1995. *Introduction to plant population biology*. Blackwell Science LTD University Press, Cambridge.
- SIMISKI, A., MANTOVANI, M., REIS, M.S. & FANTINI, A.C. 2004. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade. *Ciência Florestal* 14: 21-33.
- SIQUEIRA, O.J.F., SCHERER, E.E., TASSINARI, G., ANGHINONI, I., PATELLA, J.F., TEDESCO, M.J., MILAN, P.A. & ERNANI, P.R. 1987. *Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. EMBRAPA. Passo Fundo.
- SMALE, M.C., BURNS, B.R. SMALE, P.N. & WALEY, P.T. 1997. Dynamics of upland podocarp/broadleaved forest on Mamaku Plateau, central North Island, New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 27(4): 513-532.
- SOARES-SILVA, L.H., BIANCHINI, E., FONSECA, E.P., DIAS, M.C., MEDRI, M.E. &

- ZANGARO FILHO, W. 1992. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice - Ibirorã, PR. Revista do Instituto Florestal 4: 199-206.
- SOBRAL, M., JARENKOW, J.A., BRACK, P., IRGANG, B., LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. 2006. Flora arborescente do Rio Grande do Sul. Rima. São Carlos.
- SOUZA, C.A. 2001. Estrutura do componente arbóreo da floresta pluvial subtropical na Serra dos Tapes, sul do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. Botânica sistemática. Plantarum. Nova Odessa.
- STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R.S.D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P.C. & SCHNEIDER, P. Solos do Rio Grande do Sul. Editora da UFRGS. Porto Alegre.
- TEIXEIRA, M. B.; COURA-NETO, A. B.; PASTORE, U. & RANGEL FILHO, A. L. R. 1986. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. *In*: Levantamento de recursos naturais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). IBGE, Rio de Janeiro, v.33, p.541-632.
- TESFAYE, G., TEKETAY, D. & FENETE, M. 2002. Regeneration of fourteen tree species in Harena forest, southeastern Ethiopia. Flora 197: 461-474.
- VARELA, R.O. 2001. Estructura y regeneración del bosque chaqueño semiárido de la Estación Biológica "Los Colorados", Salta - Argentina. Lilloa 40(2): 249-263.
- VASCONCELOS, J.M.O., DIAS, L.L., SILVA, C.P. & SOBRAL, M. 1992. Fitossociologia de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, RS. Revista do Instituto Florestal 4: 252-259.
- WAECHTER, J.L. & JARENKOW, J.A. 1998. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas turfosas do Taim Rio Grande do Sul. Biotemas 11: 45-69.
- WUBET, T., KOTTKE, I., TEKETAY, D. & OBERWINKLER, F. 2003. Mycorrhizal status of indigenous trees in dry Afromontane forests of Ethiopia. Forest Ecology and Management 179(1-3): 387-399.

Tabela 1. Parâmetros químicos analisados nas amostras de solo provenientes da floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil (Msul = margem sul; Isul = interior sul; Icen = interior centro; Inor = interior norte; Mnor = margem norte; A1 = amostra composta pelas quatro primeiras parcelas do transecto; A2 = amostra composta pelas quatro últimas parcelas do transecto).

Amostra	CTC cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	pH H <sub>2</sub> O	MO %	Ca trc cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Mg trc cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	K mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	B mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Zn mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Cu mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	S <sup>3</sup> mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>
Msul - A1	69	5,5	6,7	6,4	1,8	204	0,4	6,9	0,5	6,5
Msul - A2	79	5,9	8,4	10,3	2,3	233	0,4	11,0	0,2	8,7
Isul - A1	77	6,0	8,3	9,1	2,1	174	0,5	6,7	0,2	6,7
Isul - A2	75	6,0	7,0	9,6	1,9	212	0,6	18,0	0,3	8,6
Icen - A1	75	5,8	6,4	9,8	1,9	220	0,5	6,1	0,2	7,7
Icen - A2	78	5,8	6,4	10,4	1,6	213	0,5	13,0	0,1	8,4
Inor - A1	83	6,1	6,6	9,6	1,8	226	0,3	11,0	0,1	8,6
Inor - A2	90	6,5	8,8	14,4	1,9	239	0,6	20,0	0,1	6,5
Mnor - A1	78	6,0	5,4	8,1	1,2	200	0,4	8,7	0,1	6,3
Mnor - A2	80	6,1	6,8	10,3	1,6	218	0,5	7,1	0,1	7,2

Tabela 2: Famílias, espécies e número de indivíduos encontradas em cada uma das faixas amostradas na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Msul = margem sul; Isul = interior sul; Icen = interior centro; Inor = interior norte; Mnor = margem norte; Ni = número de indivíduos).

Família	Espécie	Msul	Isul	Icen	Inor	Mnor	Ni
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i>	15	7	6	1	9	38
Annonaceae	<i>Rollinia salicifolia</i>	0	1	1	0	0	2
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i>	1	0	1	0	0	2
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	0	3	1	0	0	4
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	0	0	0	1	1	2
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i>	3	1	2	3	1	10
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i>	8	17	26	5	5	61
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i>	1	0	1	0	2	4
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i>	4	2	1	0	0	7
	<i>Nectandra megapotamica</i>	0	1	1	11	3	16
	<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	1	0	1
	<i>Ocotea pulchella</i>	7	1	4	2	3	17
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	1	2	4	3	3	13
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	0	3	2	14	1	20
	<i>Trichilia clausenii</i>	0	0	1	2	2	5
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0	2	0	2	4
	<i>Sorocea bonplandii</i>	0	0	1	1	0	2
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	0	0	0	0	2	2
	<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	8	3	0	1	2	14
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	12	11	7	0	5	35
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0	0	0	0	1	1
	<i>Eugenia uruguayensis</i>	1	0	0	0	0	1
	<i>Myrcianthes pungens</i>	0	1	8	1	1	11
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i>	15	7	4	2	18	46
Rosaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i>	1	0	0	0	1	2
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	0	1	1	0	0	2
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	5	2	0	0	8
Salicaceae	<i>Banara parviflora</i>	0	2	0	2	0	4
	<i>Banara tomentosa</i>	0	0	0	3	0	3
	<i>Casearia decandra</i>	2	1	4	3	4	14
	<i>Casearia silvestris</i>	4	2	1	0	2	9
	<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	1	0	0	0	1	2
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	3	4	1	2	4	14
	<i>Cupania vernalis</i>	0	1	1	1	0	3
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	3	5	0	0	1	9
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	2	0	1	0	0	3
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i>	0	0	1	1	0	2
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i>	1	0	0	0	0	1
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i>	4	0	0	0	0	4
Verbenaceae	<i>Citharexylum montevidense</i>	0	0	0	1	5	6
	Somatório	99	81	85	61	79	405

Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, em ordem decrescente de valor de importância (VIi). (Ni = número de indivíduos da espécie i; Pi = número de parcelas em que a espécie i ocorreu; ABi = área basal total da espécie i, em dm<sup>2</sup>).

Espécies	Ni	Pi	ABi	VIi
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	61	27	143,13	10,95
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	38	26	172,57	9,50
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	46	22	108,75	8,47
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	35	22	154,29	8,43
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	13	12	267,64	7,60
<i>Cabranea canjerana</i> (Vell.) Mart.	20	14	171,48	6,58
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	17	11	116,34	4,92
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	16	12	82,64	4,32
<i>Myrsine cf. lorentziana</i> (Mez) Arechav.	14	12	48,52	3,50
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	14	12	40,45	3,35
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	14	12	29,71	3,14
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	11	9	41,56	2,77
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	7	7	60,11	2,55
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	10	7	30,64	2,24
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	9	8	28,13	2,23
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	9	9	14,11	2,08
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	8	8	13,52	1,87
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	4	4	55,54	1,86
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	6	3	20,81	1,25
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	5	4	10,81	1,09
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	4	3	17,14	1,01
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	4	3	9,33	0,86
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	4	2	15,38	0,86
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	3	3	6,15	0,72
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	3	3	5,01	0,70
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	4	2	5,88	0,68
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	2	2	9,99	0,59
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	2	1	15,62	0,58
<i>Banara tomentosa</i> Clos	3	2	3,78	0,56
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	2	2	4,85	0,49
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	2	2	4,76	0,49
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1	1	14,98	0,49
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanjouw & Boer	2	2	3,01	0,46
<i>Rollinia salicifolia</i> Schldtl.	2	2	3,00	0,46
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	2	2	2,75	0,45
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	2	2	2,60	0,45
<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i> Sleumer	2	2	2,01	0,44
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	1	1	4,13	0,28
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	1	1	3,06	0,26
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	1	1	2,24	0,24
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	1	1	0,87	0,22
Total	405	281	1747,27	100,00

Tabela 4: Parâmetros estimados para cada uma das faixas amostradas na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. As semelhanças e diferenças estatísticas são indicadas pelas letras após os valores avaliados, letras iguais representam valores estatisticamente indistintos. (Msul = margem sul; Isul = interior sul; Icen = interior centro; Inor = interior norte; Mnor = margem norte).

Parâmetro		Msul	Isul	Icen	Inor	Mnor
Diâmetro máximo	cm	45	50	131	73	76
Diâmetro médio	cm	16,9a	19,7ab	21,1b	23,7b	22,2ab
Diâmetro mínimo	cm	10	10	10	10	10
Altura máxima	m	17	20	19	20	18
Altura média	m	9,8a	11,2ab	11,6bc	13,5c	11,4ab
Altura mínima	m	5	6	7	7	5
Número de indivíduos vivos	Ni	99	81	85	61	79
Número médio de indivíduos	Nm	9,9a	8,1a	8,5a	6,1a	7,9a
Número de indivíduos mortos	N <sub>†</sub>	9	5	4	6	8
Número de espécies	S	23	22	26	21	24
Índice de diversidade	H'	2,704a	2,68a	2,637a	2,611a	2,784a
Índice de equidade	J	0,862	0,867	0,81	0,858	0,876

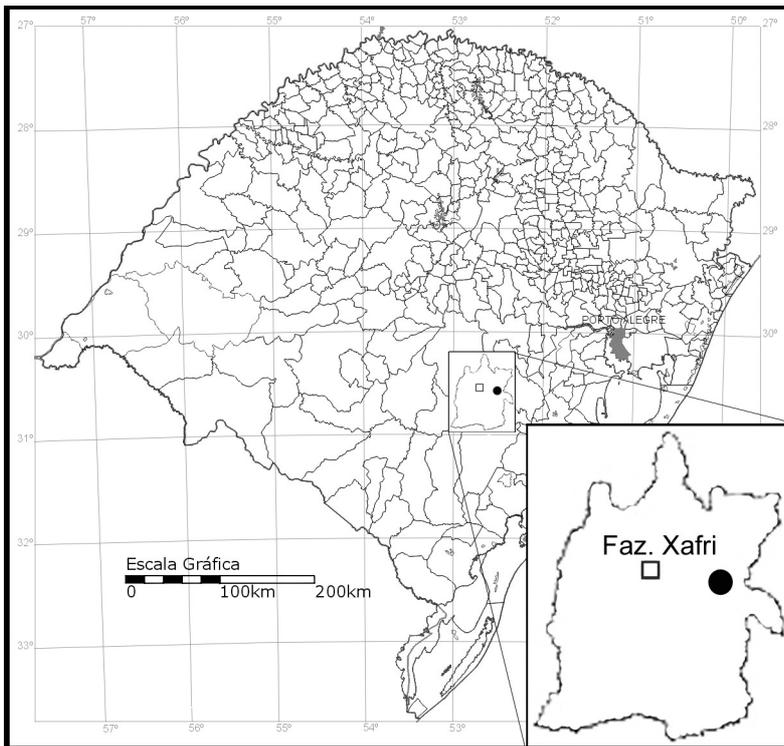


Figura 1. Localização da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

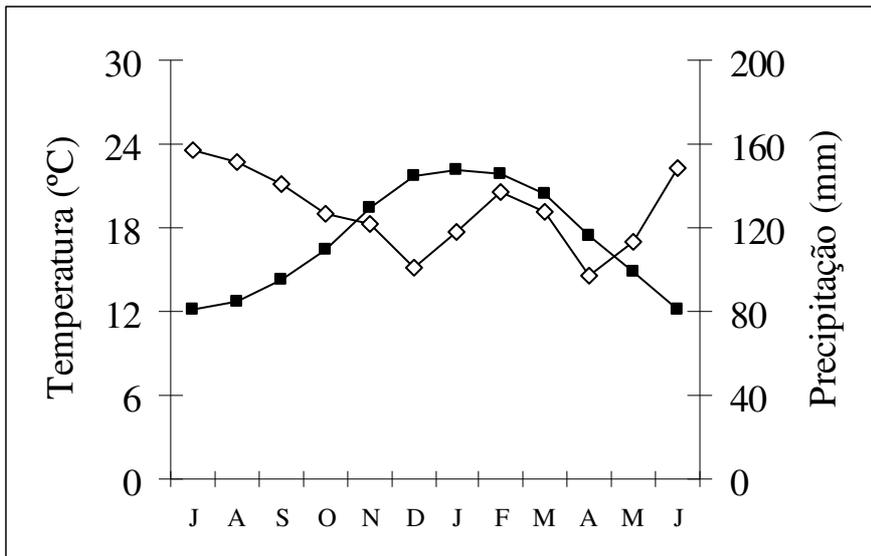


Figura 2. Regime de temperatura média (quadrados) e precipitação total média (losangos) ao longo do ano para o município de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Fonte de dados: INMET; período 1961 a 1990).

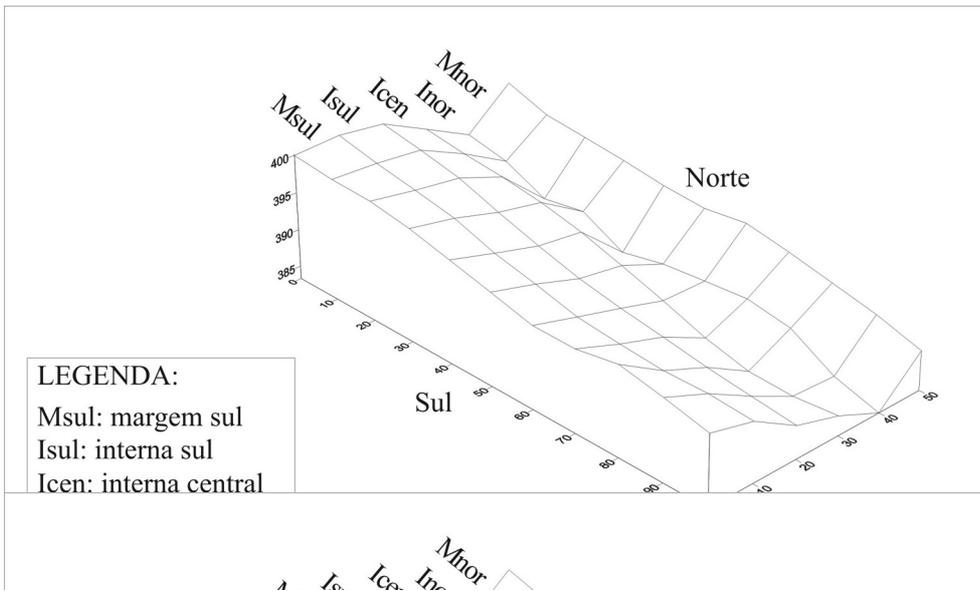


Figura 3: Mapa tridimensional da área de estudo detalhando a distribuição das parcelas de 10x10 m e das faixas de 10x100 m. Fazenda Xafri, município de Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

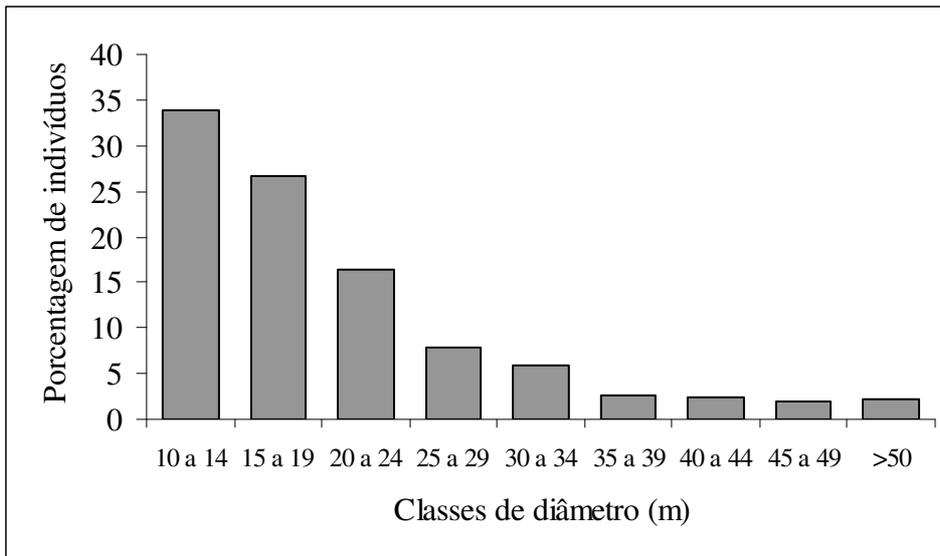


Figura 4. Distribuição entre as classes de diâmetro dos indivíduos arbóreos amostrados na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

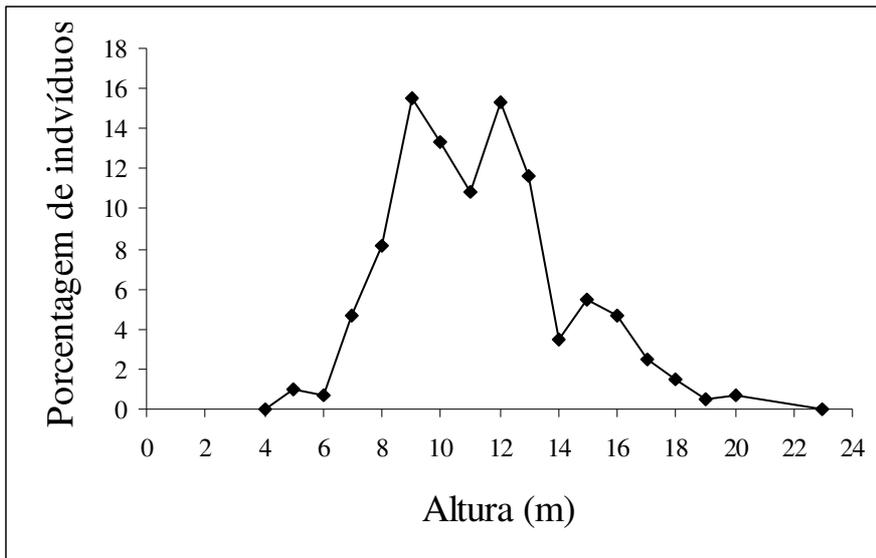


Figura 5. Distribuição das alturas dos indivíduos arbóreos amostrados na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

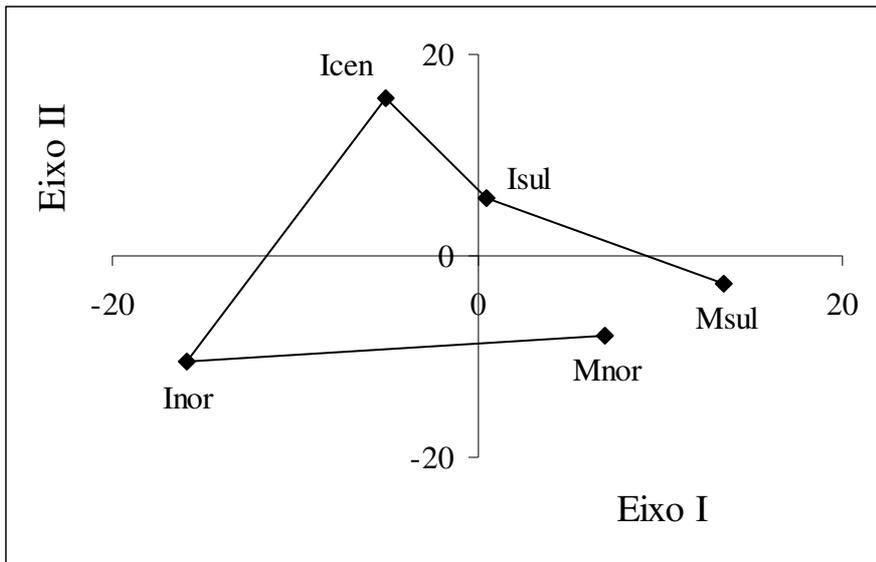


Figura 6. Diagrama de ordenação das cinco faixas amostradas na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Matriz contendo dados quantitativos das 13 principais espécies, similaridade por distância euclidiana e ordenação por análise de coordenadas principais. (Msul = margem sul; Isul = interior sul; Icen = interior centro; Inor = interior norte; Mnor = margem norte).

Regeneração e distribuição espacial de populações arbóreas em uma floresta mista com *Podocarpus*  
na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil

Claudia Giongo<sup>1,2</sup> e Jorge Luiz Waechter<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: [claudiagiongo1@yahoo.com.br](mailto:claudiagiongo1@yahoo.com.br)

**RESUMO:** (Regeneração e distribuição espacial de populações arbóreas em uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil). A estrutura etária de uma população reflete os processos de recrutamento e seleção pelos quais passaram os indivíduos através do tempo, revelando detalhes da dinâmica de sucessão. O presente estudo foi desenvolvido em uma floresta a 30°30'S e 52°42'W, a aproximadamente 400m de altitude, sob clima subtropical úmido. Trinta parcelas de 10x10 m (0,3 ha) foram dispostas em uma encosta suave no sentido oeste-leste, atravessada por uma ravina, que confere exposição solar diferenciada entre os lados sul e norte da floresta. Todos os indivíduos com DAP entre 2,5 - 4,9 cm (regenerante), 5 a 9,9 cm (sub-bosque) e maior que 10 cm (dossel) foram amostrados. O potencial de regeneração natural e a importância relativa no dossel foram estimados. A situação da regeneração natural entre as duas condições de exposição solar foi avaliada através de análise multivariada. Um total de 48 espécies, 42 gêneros e 25 famílias foram encontradas. A baixa densidade de indivíduos no sub-bosque não prejudicou o potencial de regeneração natural, o que sugere a auto-manutenção da floresta. A regeneração potencial foi acentuadamente diferente entre os dois lados da floresta, sendo razoável assumir que a floresta está se expandindo mais do lado sul, de exposição norte e relevo mais uniforme.

Palavras-chave: distribuição espacial, estrutura etária, regeneração, exposição solar, diversidade.

**ABSTRACT:** (Regeneration and spatial distribution of tree populations in a *Podocarpus*-mixed forest in the Southeastern Highlands of Rio Grande do Sul, Brazil.) The age structure of a population reflects the recruitment and selection processes for which the individuals had passed through the time, revealing details of the succession dynamics. The present study was carried out in a forest placed at 30°30'S and 52°42'W, at an altitude of approximately 400m, under moist subtropical climate (Cfa). Thirty 10x10 m samples (0,3 ha) were laid out on a gentle west-east slope crossed by a ravine, causing a differentiated sun exposition between the south and north sides of the forest. All individuals with a DBH between 2,5 - 4,9 cm (saplings ), 5 - 9,9 cm (understorey) and greater than 10 cm (canopy) were sampled. Potential natural regeneration and relative importance in the canopy were estimated. The situation of natural regeneration between the two conditions of sun exposition were evaluated through multivariate analysis. A total of 48 species, 42 genera and 25 families were found. The low density of individuals in the understorey did not decrease the potential natural regeneration which suggests the forest self-maintenance. Potential regeneration was highly different between the two sides of the forest, it thus seems reasonable to assume that forest is expanding mostly to the south side, with north exposition and a more even landform.

Key words: spatial distribution, age structure, regeneration, sun exposition, diversity.

## Introdução

Nas últimas décadas muitos estudos foram desenvolvidos na busca da compreensão dos padrões e processos que determinam e mantêm a diversidade nas comunidades florestais. A grande concentração de esforços, provavelmente, foi direcionada aos neotrópicos, principalmente nas regiões de baixas latitudes, onde são encontradas as formações florestais mais ricas do mundo (Budowski 1965, Hubbell 1979, Fox & Connell 1979, Brokaw 1987, Denslow 1987, Canham 1988, Whitmore 1989, Condit *et al.* 2002, Jones *et al.* 2006, entre outros).

A complexidade estrutural das florestas está relacionada à diversidade e à variedade de formas de vida que as compõem. Nas florestas tropicais e subtropicais esta complexidade dificulta a distinção de estratos, já que na maioria das vezes não há intervalos evidentes entre eles (Richards 1996). A estratificação fica ainda mais controversa quando se considera a presença de indivíduos juvenis nos estratos inferiores, porém a separação em camadas é um recurso muito útil para a compreensão destas formações (Watt 1947, Richards 1996).

A distribuição espacial atual de uma população vegetal dentro da comunidade é resultado de uma série de fatores que agem sobre sementes e plântulas, determinando seu sucesso ou fracasso. Em parte esta estrutura é uma herança do arranjo espacial das plantas-mães, devido ao seu papel fundamental no provimento da chuva de sementes. Em parte é resultado das interações com dispersores e predadores, em processos fortemente determinados pela densidade de indivíduos co-específicos (Hubbell 1979, Connell 1984, Terborg *et al.* 2002).

Um dos maiores problemas relacionados ao estudo dos processos dinâmicos que caracterizam as comunidades florestais é o longo ciclo de vida das espécies, sobretudo as árvores, o que demanda longos períodos de acompanhamento (Connell 1984). Algumas transformações estruturais em comunidades arbóreas podem ocorrer em intervalos de tempo relativamente curtos, porém a maioria dos processos se desenvolve ao longo de vários anos (Nascimento *et al.* 1991, Silvertown & Doust 1993). Distúrbios, como por exemplo, a queda de uma árvore ou um ciclone, podem transformar drasticamente o ambiente em questão de segundos. O recrutamento e desenvolvimento dos indivíduos que ocupam o novo ambiente ocorrem em alguns meses ou alguns anos, mas a reestruturação do segmento de floresta atingido é um processo que exige vários anos ou várias décadas (Watt 1947, Connell 1984, Canham 1988, Whitmore 1989, Christie & Armesto 2003, Gutiérrez *et al.* 2004).

A estrutura etária de uma população reflete os processos de recrutamento e seleção pelos quais passaram os indivíduos ao longo do tempo. Em formações arbóreas naturais, a maioria das espécies apresenta populações formadas por indivíduos juvenis, adultos e senescentes, que representam, respectivamente, o dossel do futuro, do presente e do passado (Watt 1947, Silvertown

& Doust 1993, Richards 1996). Assim sendo, uma alternativa amplamente utilizada aos estudos de acompanhamento da dinâmica temporal é a inferência de tendências baseadas na estrutura estática da comunidade (Jardim 1986/7, Terborgh *et al.* 1996).

No Brasil, assim como em outras regiões onde ocorrem, as florestas dominadas por diferentes espécies de *Podocarpus* são precariamente conhecidas (Giongo & Waechter 2007). No interior da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, onde estas formações fazem parte da paisagem, as informações sobre as comunidades arbóreas ainda são pouco aprofundadas. Ihering (1891) fez observações sobre os limites de distribuição meridional de espécies arbóreas tropicais, mencionando a presença de *Podocarpus lambertii* para a região. As primeiras descrições mais detalhadas das paisagens e da composição florística do sul do Estado foram apresentadas por Lindman (1906) e Rambo (1956) em duas obras clássicas sobre a vegetação do Rio Grande do Sul. Posteriormente Teixeira *et al.* (1986) e Leite & Klein (1990) realizaram estudos com base em imagens de radar complementadas por expedições terrestres, visando o reconhecimento de regiões fitogeográficas e a classificação da vegetação dentro do sistema adotado para o País.

O objetivo deste estudo é investigar os padrões de regeneração potencial existentes em uma floresta mista com *Podocarpus*, a partir de informações sobre a estrutura de três categorias de tamanho do componente arbóreo, que supostamente representam diferentes estádios temporais da formação. Três perguntas fundamentam o estudo: 1) A floresta apresenta condições de auto-manutenção? 2) De que forma o processo de regeneração está ocorrendo na floresta? 3) Quais são os fatores estruturais e espaciais que possivelmente estão interferindo neste processo?

## Material e métodos

A floresta estudada localiza-se na Fazenda Xafri, cuja sede encontra-se sobre as coordenadas geográficas 30°31'09"S e 52°41'34"W, nas proximidades da localidade de Boqueirão, distante cerca de 20 km da sede do município de Encruzilhada do Sul (Fig. 1). Este setor da Serra do Sudeste é conhecido como Cerro dos Mouros e faz parte do segmento que constitui o divisor de água entre as bacias do rio Jacuí e Camaquã, denominado Serra das Encantadas.

Segundo Moreno (1961), o clima na região enquadra-se no tipo temperado úmido (Cfb) da classificação de Koeppen, com temperatura média do mês mais frio de 11,6° C e do mês mais quente de 21,5° C. Entretanto, dados mais recentes do INMET (2006), referentes ao período de 1961 a 1990, indicam que a temperatura média do mês mais quente excede os 22° C, de forma que o clima ocorrente na região enquadra-se como subtropical úmido (Cfa). A pluviosidade média anual é de 1606 mm, segundo Moreno (1961) e 1541 mm, segundo o INMET (2006). Durante o verão a

diminuição da quantidade de chuvas, associada a altos níveis de evapotranspiração, pode gerar déficit hídrico (Mota *et al.* 1970).

A região da Serra do Sudeste corresponde à unidade de relevo Planalto Sul-Rio-Grandense (Herrmann & Rosa 1990), também denominado de Escudo Cristalino (Rambo 1956), que apresenta cerca de 46.742 km<sup>2</sup>, ocupando a região sudeste do Rio Grande do Sul. A estrutura geológica da região é formada principalmente por rochas pré-cambrianas de origem vulcânica, com porções de rocha retrabalhada e depósitos sedimentares (Rambo 1956, Picada 1971, Herrmann & Rosa 1990).

Os solos predominantes na região, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, são Neossolos Litólicos, eutróficos típicos e distóficos típicos, caracterizados por apresentar um horizonte superficial, mineral ou orgânico, imediatamente acima da camada de rocha alterada ou inalterada (Streck *et al.* 2002). Os solos no interior da floresta estudada são eutróficos, sem presença detectável de alumínio e, segundo os critérios de Siqueira *et al.* (1987), apresentam pH moderadamente ácido e boa disponibilidade de nutrientes essenciais. Afloramentos graníticos de diversos tamanhos ocorrem por toda a floresta, refletindo os solos bastante rasos do fragmento (Giongo & Waechter 2007).

A Serra do Sudeste está incluída na área de abrangência do Bioma Pampa, geralmente caracterizado pela predominância de campos. Contudo, dentro do Bioma Pampa a fitofisionomia “Planalto Sul-Rio-Grandense”, que corresponde à região da Serra do Sudeste, apresenta cobertura vegetal complexa, com marcante presença de formações florestais estacionais ocorrendo como florestas de encosta e de galeria (ver IBGE 2004).

A área de estudo foi demarcada em uma encosta suave, de exposição leste, onde as cotas altimétricas aproximam-se dos 400 m. A floresta apresenta contornos mais ou menos regulares, acompanhando um pequeno córrego que corre encaixado numa ravina em direção aproximadamente oeste-leste. A amostragem foi realizada em 30 parcelas contíguas de 10x10 m, totalizando uma área de 3000 m<sup>2</sup> (0,3 ha), formando um retângulo de 50x60 m, que abrangeu praticamente toda a largura da floresta no trecho estudado. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 2,5 cm foram amostrados e tiveram suas alturas estimadas por comparação com uma haste de altura conhecida. Os indivíduos foram classificados de acordo com três classes de diâmetro,  $2,5 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$ ,  $5 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 10 \text{ cm}$  e  $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$ , respectivamente consideradas como componente regenerante, sub-bosque e dossel. Para os indivíduos de caules ramificados foi considerado o diâmetro resultante da soma de todos os caules. Os indivíduos arbustivos que apresentaram diâmetro suficiente para inclusão, foram excluídos das análises por não fazerem parte do componente regenerante arbóreo.

O reconhecimento das espécies, sempre que possível, foi feita em campo. As exsiccatas provenientes da área de estudo foram incluídas no Herbário ICN, Departamento de Botânica,

Instituto de Biociências da UFRGS. O sistema de classificação adotado para as famílias seguiu APG II para Angiospermas e Gymnospermas (Souza & Lorenzi 2005, Maas & Westra 2005). A grafia dos nomes científicos das espécies e dos respectivos autores seguiu Sobral *et al.* 2006.

Curvas de coletor, ou curvas de espécies por área (Braun-Blanquet 1979), foram construídas para os três componentes após a aleatorização das parcelas amostradas em campo. A estrutura do componente regenerante e do sub-bosque foi avaliada através da estimativa do potencial de regeneração natural (PR), segundo Finol (1971) e Volpato (1993), através da fórmula  $PR = [(Ni/N) + Pi/\sum Pi] / 2 * 100$ , onde  $Ni$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;  $N$  = número total de indivíduos amostrados;  $Pi$  = número de parcelas onde a espécie  $i$  ocorre. A mesma fórmula foi utilizada para avaliar o valor de importância no dossel (VI<sub>d</sub>). A estimativa do potencial de regeneração natural total (PR<sub>t</sub>) foi obtida através da soma do PR do componente regenerante e do sub-bosque, dividida por dois.

Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equidade de Pielou ( $J'$ ) foram calculados no programa Excel versão 4.0 para os três componentes e também para a comunidade total, utilizando logaritmo o natural. A similaridade florística entre as três classes de diâmetro foi calculada através do índice de Jaccard (Magurran 1988).

Os valores de diversidade ( $H'$ ) foram comparados pelo método *jackknife*, que estima valores esperados e intervalos para um determinado nível de confiança (no caso,  $p < 0,05$ ). A sobreposição ou não dos intervalos de confiança indica valores iguais ou diferentes, respectivamente, para os valores observados (Magurran 1988).

Os valores de potencial de regeneração natural foram estimados para cinco faixas paralelas ao sentido da ravina, formadas por seis parcelas que correspondem às seis primeiras parcelas das faixas analisadas no trabalho de Giongo & Waechter (2007). A constatação de uma diferenciação acentuada entre os lados norte e sul da floresta determinou os objetivos de uma análise multivariada, comparando os três componentes em duas situações ecológicas. As duas faixas do lado sul foram tomadas em conjunto, assim como as duas do lado norte, constituindo duas amostras de 1200 m<sup>2</sup>. A faixa central foi descartada desta análise, devido a uma condição transicional e, portanto, discrepante. Na matriz de dados submetida à análise de coordenadas principais foram excluídas as espécies com menos de cinco indivíduos (Anexo I). As seis situações resultantes foram comparadas pela distância euclidiana, usando os valores de densidade (dados não transformados), no programa Multiv versão 2.3.20 (Pillar 2001).

## Resultados

As curvas de coletor elaboradas para os três componentes estudados na floresta da Fazenda Xafri tiveram uma resposta bastante similar, apresentando um incremento gradativo de espécies até vigésima segunda e vigésima terceira parcelas, a partir das quais alcançaram estabilização (Fig. 2).

No levantamento fitossociológico dos três componentes arbóreos foram amostrados 846 indivíduos vivos, pertencentes a 48 espécies, 42 gêneros e 25 famílias. O número de táxons foi muito próximo entre os três componentes. No regenerante foram encontradas 38 espécies, 35 gêneros e 19 famílias, no sub-bosque 38 espécies, 35 gêneros e 23 famílias, e no dossel 39 espécies, 35 gêneros e 24 famílias. Além das espécies arbóreas também foram amostradas na área três espécies arbustivas que apresentaram indivíduos com diâmetro de inclusão: *Maytenus dasyclada* Mart. (Celastraceae), *Bernardia pulchella* (Baill.) Muell. (Euphorbiaceae) e *Miconia hiemalis* A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin (Melastomataceae).

As famílias com maior riqueza foram Myrtaceae com 10 espécies, Salicaceae com cinco, Lauraceae com quatro e Meliaceae e Sapindaceae com três. Entre os gêneros, *Ilex*, *Ocotea*, *Myrciaria*, *Zanthoxylum*, *Casearia* e *Banara* foram representados por duas espécies, todos os demais apenas por uma (Tab. 1).

A similaridade florística entre os três componentes foi relativamente alta, principalmente entre o dossel e o sub-bosque, estimada em 0,790. Entre o dossel e o regenerante a similaridade foi de 0,604, e entre o sub-bosque e o regenerante, 0,689. Dois componentes apresentaram espécies exclusivas. *Myrciaria cuspidata*, *Myrciaria delicatula*, *Myrrhimum atropurpureum*, *Cedrela fissilis* e *Inga* cf. *virescens* foram encontradas somente no regenerante. No dossel foram exclusivas *Ficus luschnathiana*, *Dasyphyllum spinescens* e *Ocotea puberula*.

O número de indivíduos foi bastante discrepante entre os componentes. Foram amostrados 356 no regenerante, 222 no sub-bosque e 268 no dossel. A densidade calculada foi de 1.186 ind.ha<sup>-1</sup> para o regenerante, 740 ind.ha<sup>-1</sup> para o sub-bosque e 893 ind.ha<sup>-1</sup> para o dossel (Tab. 2), indicando o sub-bosque como componente menos denso. Entretanto a distribuição de indivíduos entre as categorias de diâmetro sucessivamente duplicadas mostrou forte decréscimo linear das categorias menores para as maiores, desfazendo esta impressão (Fig. 3).

A diversidade específica (H) encontrada para a floresta estudada, considerando os três componentes em conjunto, foi de 3,194 e a equidade (J) foi de 0,825. Para cada uma das três classes diamétricas foram encontrados valores muito próximos, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Tab. 2).

A distribuição entre as estimativas de altura mostrou picos de concentração de indivíduos bem separados para os três componentes (Fig. 4). O regenerante teve maior concentração de

indivíduos entre 3 e 6 m de altura, com pico máximo em 4 m, o sub-bosque, entre 5 e 8 m, com pico em 6 e 7 m, e o dossel, entre 8 e 13 m, com pico em 9 e 10 m.

As cinco espécies com maior potencial de regeneração natural total foram *Casearia silvestris*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii* e *Casaria decandra* (Tab. 3). Considerando os dois componentes inferiores separadamente, estas espécies mantiveram-se entre as mais importantes, com algumas inversões de posição e a inclusão de *Styrax leprosus* entre as espécies com maior índice no componente regenerante. No dossel, as cinco espécies com maior valor de importância foram *S. commersoniana*, *Lithraea brasiliensis*, *P. lambertii*, *B. salicifolius* e *Allophylus edulis* (Tab. 3).

A relação entre valor de importância no dossel e o potencial de regeneração natural total apresentada abaixo (Fig. 5) produziu uma nuvem de pontos onde podem ser percebidas duas situações, uma representada pelo adensamento de pontos próximo ao vértice e outra pelos pontos isolados. O adensamento foi produzido por um grande número de espécies com baixos valores para ambas as variáveis, enquanto as cinco espécies representadas pelos pontos isolados representam três casos distintos entre si. *L. brasiliensis*, mais próxima do eixo I, apresentou alta densidade no dossel e baixo potencial de regeneração natural; mais próximas do eixo II, *B. salicifolius* e *C. silvestris*, exibiram altos valores para potencial de regeneração e respectivamente intermediário e baixo para densidade no dossel; e ao centro *S. commersoniana* e *P. lambertii* obtiveram com altos valores para densidade no dossel e intermediários para potencial de regeneração natural.

A distribuição dos indivíduos nos três componentes estudados (Fig. 6) evidenciou as diferenças entre as populações das espécies que se destacaram na figura anterior. Enquanto *B. salicifolius* e *C. silvestris* apresentaram estrutura em “J” invertido, característica de populações em ascensão, *S. commersoniana*, *P. lambertii* e *L. brasiliensis* tiveram maior concentração de indivíduos no dossel.

As cinco faixas de amostragem delimitadas na área de estudo apresentaram número de indivíduos pouco variável para o sub-bosque e para o dossel e grande variação para o componente regenerante, que teve decréscimo acentuado do lado sul para o norte (Fig. 7). Esta desigualdade na distribuição dos indivíduos pertencentes à menor classe de diâmetro originou duas situações distintas na floresta: as margens do sul com alta regeneração e as do norte com baixa regeneração.

A análise multivariada dos três componentes separados entre os lados sul e norte (Fig. 8) confirmou a separação do componente regenerante nas margens do sul das demais situações. Enquanto o componente regenerante sul posicionou-se no extremo esquerdo do eixo I, todos os demais pontos posicionaram-se entre o meio e o extremo direito do mesmo eixo. Ao longo do eixo II, o componente regenerante e o sub-bosque posicionaram-se do extremo superior até o ponto zero, enquanto o dossel ocupou a região inferior.

## Discussão

Nas florestas tropicais as curvas de espécie por área para diferentes classes de diâmetro apresentam formas distintas, devido à marcante discrepância entre o número de espécies de pequeno diâmetro e de grande diâmetro, principalmente para áreas amostrais reduzidas (Condit *et al.* 1998). A floresta estudada difere deste padrão, pois o comportamento das curvas para os três componentes é muito semelhante.

O destaque de Myrtaceae como família mais rica deve-se à inclusão de classes de diâmetro inferiores a 10 cm, uma vez que apenas três espécies desta família foram amostradas no dossel da floresta. Entre as cinco espécies com maior importância relativa no dossel, a única representante é *Blepharocalyx salicifolius*, já que *Myrcianthes pungens* aparece apenas em décimo sexto lugar e *Eugenia uruguayensis*, em último. A importância de Myrtaceae no sub-bosque pode ser observada em vários outros estudos que abordam este componente em florestas ombrófilas densas (Sevegnani & Baptista 1996, Dorneles & Negrelle 2000) e mistas (Mauhs & Backes 2002, Narvaes *et al.* 2005, Barddal *et al.* 2004a, Kozera *et al.* 2006) do sul do Brasil. Esta importância se mantém em florestas de galeria do norte do Uruguai (Grela 2003) e em florestas temperadas do norte da Ilha de Chiloé, no Chile (Aravena *et al.* 2002). Somente nas florestas estacionais do sudeste (Costa & Mantovani 1995, Durigan *et al.* 2000, Silva Jr. *et al.* 2004) e centro-oeste (Silva *et al.* 2004) do Brasil Myrtaceae vem a ser superada por Fabaceae.

O número acentuadamente maior de indivíduos na categoria de menor diâmetro indica a capacidade de auto-manutenção da floresta. Apesar da densidade menor apresentada pelo sub-bosque em relação ao dossel, a proporção de indivíduos entre as classes de diâmetro segue a tendência de diminuição de densidade das classes menores para as maiores, observada em outros estudos semelhantes (Basnet 1992, Durigan *et al.* 2000, Dorneles & Negrelle 2000, Mauhs & Backes 2002).

A densidade no dossel também não indica um componente denso. A abundante presença de espécies heliófilas no sub-bosque, como *Casearia silvestris*, e a pequena participação de espécies esciófilas, como *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii*, sugerem boas condições de luminosidade nos estratos inferiores (Reitz *et al.* 1988, Backes & Irgang 2002). A importante participação de *S. commersoniana* no dossel provavelmente também contribui para o aumento da entrada de luz no período de queda das folhas (Reitz *et al.* 1983, Carvalho 1994).

O predomínio de certas espécies no dossel ou na regeneração natural pode ser explicado em grande parte pelas características particulares de cada uma. A absoluta predominância de indivíduos adultos na população de *Lithraea brasiliensis* está relacionada ao seu caráter pioneiro. Espécie de origem chaquenha, heliófila, sem grandes exigências de solo, *L. brasiliensis* tem papel fundamental

no avanço da floresta sobre o campo, sendo muito comum nas faixas de borda (Fleig 1989, Waechter 2002, Giongo e Waechter 2007). Porém à medida que a floresta se torna mais desenvolvida, espécies com alta exigência de luz tendem a perder espaço no interior da formação (Watt 1947, Klein 1960, Reitz *et al.* 1988, Whitmore 1989). Isto ajuda a explicar porque não foram amostrados indivíduos de *L. brasiliensis* no componente regenerante da floresta, enquanto no dossel esta espécie é a terceira em valor de importância.

As espécies mais bem sucedidas na floresta estudada foram *Sebastiania commersoniana* e *Podocarpus lamberti*, que apresentam alta importância no dossel e bom potencial de regeneração. Comumente citadas como pioneiras devido à exigência de luz, são espécies que toleram o sombreamento moderado das formações florestais abertas e são capazes de se desenvolverem em solos pouco férteis. Ambas têm ampla distribuição no sul do Brasil e tendem a formar agrupamentos quase puros em condições favoráveis (Reitz *et al.* 1983, Lorenzi 2002a, Backes & Irgang 2002). A distribuição de *S. commersoniana* é fortemente relacionada às formações de galeria e solos mal drenados, enquanto a de *P. lamberti* é comumente mencionada para a região do Planalto (Reitz *et al.* 1988, Lorenzi 1992, Backes & Irgang 2002). Na Serra do Sudeste estas duas espécies são encontrada em ambientes variados, de formações florestais a savanóides, sobre solos bem drenados até sujeitos ao alagamento.

As duas espécies que exibem os maiores valores de potencial de regeneração natural não apresentam o mesmo destaque no dossel. *C. silvestris* é muito abundante na floresta estudada, mas devido ao porte que apresenta é típica de sub-bosque, mesmo em florestas baixas, sendo bastante comum em florestas abertas devido ao seu caráter heliófilo (Reitz *et al.* 1983). *B. salicifolius*, ao contrário, é uma espécie que chega ao dossel da floresta, porém não é tão abundante quanto na regeneração natural. Devido à dureza e resistência da madeira esta espécie é bastante procurada para corte (Marchiori 1997). Na floresta estudada, porém é pouco provável que tenha sido extraída, uma vez que não são observados troncos cortados dentro da formação e outras espécies de grande interesse como *Cabralea canjerana* e *Nectandra megapotamica* não parecem ter sofrido retirada. De modo geral a floresta da Fazenda Xafri aparenta bom estado de conservação. Segundo moradores antigos da região a floresta nunca sofreu corte raso e nos últimos 20 anos não houve qualquer tipo de extração seletiva (Elfriede Lau proprietária, comunicação pessoal).

O contraste entre a importância de *B. salicifolius* no dossel e na regeneração possivelmente esta relacionado ao atual estágio de sucessão da floresta, que parece estar se estruturando e se expandindo sobre o campo. Apesar de ser uma espécie capaz de se desenvolver tanto sob condições de alta luminosidade como em ambientes sombreados, *B. salicifolius* é seletivamente higrófila, ou seja, depende de boas condições de umidade para se estabelecer (Lorenzi 2002b). É provável que o

progressivo processo de expansão e desenvolvimento da floresta esteja criando condições mais favoráveis para espécies com maior exigência de umidade.

O processo de expansão da floresta sobre o campo ocorre através da ocupação de áreas abertas por espécies heliófilas como *L. brasiliensis*, *S. commersoniana*, *P. lambertii*, e *B. salicifolius* comumente citadas como isoladas ou em pequenos agrupamentos em meio ao campo da Serra do Sudeste (Lindman 1906, Rambo 1956, Teixeira *et al.* 1986). A expansão das bordas é acompanhada pelo desenvolvimento do dossel nas porções interiores, originando microambientes mais úmidos e protegidos, capazes de comportar espécies com diferentes exigências. A criação de novos nichos permite o estabelecimento de novas espécies, aumento da competição inter-específica, o que pode contribuir para a diminuição da dominância das espécies características das fases iniciais. A menor proporção de indivíduos nas classes de menor diâmetro para *S. commersoniana* e *P. lambertii* parece estar relacionada a este processo.

A alta similaridade encontrada entre os três componentes na floresta estudada em relação a outros estudos similares (Sevegnani & Baptista 1996, Dorneles & Negrelle 2000, Durigan *et al.* 2000, Barreira *et al.* 2002) sugere que a regeneração natural é promovida quase que exclusivamente por diásporos provenientes da própria floresta, com pouca contribuição externa, como parece ser o caso de *Inga cf. virescens*. O relativo isolamento florístico das florestas da região em relação a formações florestais de composição distinta pode estar dificultando o trânsito dos agentes dispersores. Porém, afirmações mais seguras a este respeito dependem da avaliação do banco de sementes, que pode apresentar composição bastante distinta das plantas já estabelecidas (Eriksson 1995) e de estudos sobre o papel dos dispersores na formação (Corlett 2002).

No dossel a presença exclusiva de *Ficus luschnathiana* tem explicação no ciclo de vida desta espécie. Como várias outras espécies do gênero, *F. luschnathiana* é um hemiepífito primário e como tal passa seu estágio juvenil sobre outras árvores, caracterizando-se como indivíduo arbóreo somente quando seu porte já é bastante avantajado (Benzing 1990, Souza & Lorenzi 2005, Backes & Irgang 2002). *Dasyphyllum spinescens*, também amostrada somente no dossel, é uma espécie de ocorrência rara na floresta, além do indivíduo adulto amostrado, foram observados alguns outros exemplares na área, porém todos abaixo do critério de inclusão.

Outra espécie amostrada apenas no dossel é *Ocotea puberula*, considerada uma pioneira agressiva, mas que parece ter uma limitação reprodutiva na área. Por se tratar de uma espécie dióica, a regeneração depende da existência de um par reprodutivo na região, o que não foi observado (Backes & Irgang 2002). Este parece ser um exemplo do que Shmida & Wilson (1985) chamam de “efeito de massa”, ou seja, indivíduos de uma espécie não adaptada que eventualmente conseguem se estabelecer em um dado ambiente, e mesmo não alcançando sucesso reprodutivo contribuem para a diversidade local.

As espécies presentes no dossel mais abundantes no componente regenerante são *B. salicifolius*, *P. lambertii* e *S. commersoniana*, que também são as mais abundantes no sub-bosque. Isto sugere que estas espécies deverão ser importantes na composição do dossel futuramente, especialmente *B. salicifolius* que exhibe o maior potencial de regeneração natural. *C. silvestris* e *S. leprosus* são espécies abundantes tanto no regenerante como no sub-bosque, mas raras no dossel, o que parece estar relacionado ao caráter heliófilo e ao porte médio característico de ambas (Reitz *et al.* 1983, Backes & Irgang 2002). No componente regenerante foram encontradas como espécies exclusivas *I. cf. virescens* e *Cedrela fissilis*. A primeira parece ter chegado acidentalmente na floresta, sendo citada apenas para a encosta leste da Serra do Sudeste (Jurinitz & Jarenkow 2003), enquanto *C. fissilis* é bastante comum na região, ocorrendo principalmente nas proximidades das margens dos fragmentos. Espécie heliófila caducifólia, muito comum nas florestas estacionais maduras, a presença desta espécie no componente regenerante é mais um indicativo das boas condições de luz existentes no interior da floresta (Klein 1984).

O maior número de indivíduos regenerando nas faixas do lado sul em relação às faixas do lado norte sugere a influência do relevo sobre a heterogeneidade ambiental. As margens ora mais abruptas, ora mais suaves da ravina que corta a floresta modificam a exposição à luz. As faixas pertencentes ao lado sul na realidade têm exposição ligeiramente voltada para o norte, enquanto a faixa extrema do lado norte tem exposição predominantemente sul. No hemisfério sul encostas de exposição norte recebem mais raios solares por unidade de área do que encostas de exposição sul, sendo, portanto mais iluminadas, secas e quentes. Estas condições fazem das faixas do lado sul ambientes mais favoráveis à regeneração natural do que as faixas do lado norte. As espécies com maior número de indivíduos regenerantes no lado sul são as mesmas que apresentaram maior valor de potencial de regeneração total, sendo que todas apresentam entre 69 e 82% de seus indivíduos juvenis neste lado da floresta.

A presença de indivíduos juvenis do lado norte também é prejudicada pela inclinação mais acentuada em relação ao lado sul, deixando esta face mais sujeita a erosão e provocando aumento da quantidade e da velocidade da água das chuvas que corre sobre a superfície do solo. Apesar do relevo suave da encosta do lado sul permitir a entrada de animais no interior da floresta, apenas alguns cavalos e mulas têm acesso a esta porção da Fazenda, onde está localizado o fragmento estudado, não exercendo aparentemente pressão negativa sobre a regeneração natural.

A estrutura vertical do dossel também é diferente entre os dois lados da floresta. Nas faixas do lado sul o dossel apresenta média de altura inferior à encontrada para o dossel do lado norte, o que provavelmente está relacionado à menor profundidade do solo. O dossel mais alto também ajuda a diminuir a incidência luminosa sobre o chão da floresta do lado norte. Além disso, a própria

presença do curso de água dentro da faixa interior norte diminui o espaço disponível à ocupação das plântulas, ajudando a reduzir o número de indivíduos.

Numa visão geral, apesar de apresentar alguns indícios de perturbações ocorridas no passado, a floresta estudada aparenta bom estado de conservação. O processo de substituição de espécies de caráter mais pioneiro, essenciais no processo de expansão da floresta sobre o campo, por climáticas nas porções interiores e a alta proporção de indivíduos juvenis sugerem uma floresta em estágio de desenvolvimento adiantado, em expansão e com boa capacidade de auto-manutenção. A composição do sub-bosque com grande participação de espécies heliófilas e raras esciófilas indica uma floresta aberta, onde a regeneração natural parece ser influenciada principalmente pela exposição solar e pela inclinação do terreno.

**Agradecimentos:** A Sr<sup>a</sup> Elfriede Lau, pelo apoio, incentivo e entusiasmo de tornar sua propriedade útil para o conhecimento científico. Ao Sr. Gavino de Jesus pelo auxílio no levantamento dos dados de campo. Ao PPG-BOT/UFRGS pelo suporte disponibilizado durante os quatro anos de doutorado. Ao CNPq pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora.

### **Referências Bibliográficas**

- Aravena, J.C., Carmona, M.R., Pérez, C.A. & Armesto, J.J. 2002. Changes in tree species richness, stand structure and soil properties in a successional chronosequence in northern Chiloé Island, Chile. **Revista Chilena de Historia Natural** **75**: 339-360.
- Backes, P. & Irgang, B. 2002. **Árvores do Sul – Guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz.
- Barddal, M.L., Roderjan, C.V., Galvão, F. & Curcio, G.R. 2004. Fitossociologia do sub-bosque de uma floresta mista aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal** **14**: 35-45.
- Barreira, S., Scolforo, J.R.S., Botelho, S.A. & Mello, J.M. 2002. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Florestalis** **61**: 64-78.
- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. **Biotropica** **24**(1): 31-42.
- Benzing, D.H. 1990. **Vascular epiphytes: general biology and related biota**. Cambridge. Cambridge University Press.
- Braun-Blanquet, J. 1979. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid. H. Blume.

- Brokaw, N.V.L. 1987. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. **Journal of Ecology** **75**: 9-19.
- Carvalho, P.E.R. 1994. Espécies florestais brasileiras : recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília. EMBRAPA.
- Christie, D.A & Armesto, J.J. 2003. Regeneration microsites and tree species coexistence in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. **Journal of Ecology** **91**: 776–784.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh Jr, E.G., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R.B., Núñez V., P., Aguilar, S., Valencia, R., Villa, G., Muller-Landau, H.C., Losos, E. & Hubbell, S.P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. **Science** **295**: 666-669.
- Condit, R., Foster, R.B., Hubbell, S.P., Sukamar, R., Leigh, E.G., Manokoran, N., Loo De Lao, S., Lafrankie, J.F. & Ashton, P.S. 1998. Assessing forest diversity on small plots: calibration using species-individual curves from 50ha plots. Pp. 247-366. In: Dallmeier, F. & Comiskey, J.A. (eds.). **Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and Old World case studies**. V.20. Paris. UNESCO.
- Connell, J.H., Tracey, J.G. & Webb, L.J. 1984. Compensatory Recruitment, Growth, and Mortality as Factors Maintaining Rain Forest Tree Diversity. **Ecological Monographs** **54**(2): 141-164.
- Corlett, R.T. 2002. Frugivory and seed dispersal in degraded tropical east Asian landscapes. Pp. 451-465. In: **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. In: D.J. Levey, W.R.Silva & M. Galetti ( eds.). 2002. New York. CABI Publishing.
- Costa, L.G.S. & Mantovani, W. 1995. Flora arbustivo-arbórea de trecho de mata mesófila semidecídua, na Estação Ecológica de Ibicatu, Piracicaba, (SP). **Hoehnea** **22**(1/2): 47-59.
- Denslow, J.S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics** **18**: 431-451.
- Dorneles, L. P. P. & Negrelle, R. R. B. 2000. Aspectos da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. **Iheringia**, Sér. Bot. **53**: 85-100.
- Durigan, G., Francog.A.D.C., Saito, M. & Baitello, J.B. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(4): 371-383.
- Eriksson, O. 1995. Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effects of litter, soil chemistry and seed bank. **Flora** **190**: 65-70.
- Finol, U.H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezuelana** **14**(21): 29-42.
- Fleig, M. 1989. Anacardiaceae. Pp. 1-62. In: Reitz, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues.
- Fox, J.F. & Connell, J.H. 1979. Intermediate-Disturbance Hypothesis. **Science** **204**: 1344-1345.

- Gama, J.R.V., Botelho, S.A. & Bentes-Gama, M.M. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore** **26**(5): 559-566.
- Giongo, C. & Waechter, J.L. 2007. Estrutura espacial de uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, submetido em 17/01/2007.
- Grela, I.A. 2003. Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de quebradas en el norte de Uruguay. **Acta Botanica Brasilica** **17**(2): 315-324.
- Gutiérrez, A.G., Armesto, J.J. & Aravena, J.C. 2004. Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology* **92**: 598-608.
- Herrmann, M.L.P. & Rosa, R.O. 1990. Relevé. Pp. 55-84. In: IBGE (ed.). **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro. IBGE.
- Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in tropical dry forest. **Science** **203**: 1299-1309.
- IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil - primeira aproximação**. Rio de Janeiro. IBGE. (disponível em <<<http://www.ibge.gov.br>>> acesso 17/01/2007).
- IHERING, H. von. 1891. As árvores do Rio Grande do Sul. **Anuário do Rio Grande do Sul para o ano de 1892**. Porto Alegre. p. 164-196.
- INMET. 2006. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. (disponível em <<<http://www.agritempo.gov.br>>> acesso em 04/07/2006).
- Jardim, F.C.S. 1986/1987. Taxa de regeneração natural na floresta tropical úmida. **Acta Amazonica** **16/17**: 401-410.
- Jones, M.M., Tuomisto, H., Clark, D.B. & Olivas, P. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. **Journal of Ecology** **94**: 181-195.
- Klein, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia** **12**: 17-44.
- Klein, R.M. 1984. Meliáceas. Pp 1-138. In: Reitz, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues.
- Kozera, C, Dittrich, V.A.O., Silva, S.M.. 2006. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila mista montana, Curitiba, PR, BR. **Floresta** **36**(2): 225-237.
- Leite, P.F. & Klein, R.M. 1990. Vegetação. Pp. 55-84. In: IBGE (ed.). **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro. IBGE.
- Lindman, C.A.M. 1906. **A vegetação do Rio Grande no Sul**. Porto Alegre. Universal.
- Lorenzi, H. 2002a. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1. Nova Odessa. Plantarum.

- Lorenzi, H. 2002b. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 2. Nova Odessa. Plantarum.
- Maas, P.J.M. & Westra, L.Y.T. 2005. **Neotropical plant families**. Ruggell. A.R.G. Gantner.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton. Princeton University.
- Marchiori, J.N.C. 1997. **Dendrologia das angiospermas: Myrtales**. Santa Maria. UFSM.
- Mauhs, J. & Backes, A. 2002. Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de floresta ombrófila mista exposto a perturbação antrópica. **Pesquisas ser. bot.** 52: 89-109.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.
- Mota, F.S., Goedert, C.O., Lopes, N.F., Garcez J.R.B. & Gomes, A.S. 1970. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 5: 1-27.
- Narvaes, I.S., Brena, D.A., Longhi, S.J. 2005. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal** 15(4):331-342.
- Nascimento, H.E.M., Dias, A.S., Tabanez, A.A.J. & Viana, V.M. 1999. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 59(2): 329-342.
- Picada, R.S. 1971. Ensaio sobre a tectônica do escudo sul-riograndense: caracterização dos sistemas de falhas. Pp 1: 167-191. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Geologia**. São Paulo. SBG.
- Pielou, E. C. 1969. **An introduction to mathematical ecology**. New York. Wiley-Interscience.
- Pillar, V.P. 2001. **MULTIV - Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling**. User's guide v 2.1.
- Rambo, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo. Unisinos.
- Reitz, R.; Klein, R. M. & Reis, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia** 34/35: 1-525.
- Richards, P.W. 1996. **The tropical rain forest**. Cambridge. Cambridge University Press.
- Sevegnani, L. & Baptista, L. R. M. 1996. Composição florística de uma floresta secundária, no âmbito da floresta atlântica, Maquiné, RS. **Sellowia** 45/48: 47-71.
- Shmida, A. & Wilson M. 1985. Biological determinants of species diversity. **Journal of Biogeography** 12: 1-20.
- Silva, J.A., Leite, E.J., Silveira, M., Nassif, A.A. & Rezende, S.J.M. 2004. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração natural do sub-bosque da Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. **Ciência Florestal** 14:121-132.

- Silva Jr., W.M., Martins, S.V., Silva, A.F., Marco Jr., P. 2004. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Florestalis** **66**:169-179.
- Silvertown, J.W. & Doust, J.L. 1995. **Introduction to plant population biology**. Cambridge. University Press.
- Siqueira, O.J.F., Scherer, E.E., Tassinari, G., Anghinoni, I., Patella, J.F., Tedesco, M.J., Milan, P.A. & Ernani, P.R. 1987. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo. EMBRAPA.
- Sobral, M., Jarenkow, J.A., Brack, P., Irgang, B., Larocca, J. & Rodrigues, R.S. 2006. **Flora arborecente do Rio Grande do Sul**. São Carlos. Rima.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica sistemática**. Nova Odessa. Plantarum.
- Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C. & Schneider, P. 2002. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Editora da UFRGS.
- Teixeira, M.B.; Coura-Neto, A.B.; Pastore, U. & Rangel Filho, A.L.R. 1986. Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Pp. 541-632. In: **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro. IBGE.
- Terborgh, J., Pitman, N., Silman, M., Schichter, H. & Núñez-V., P. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forest. Pp. 1-17. In: Levey, D.J., Silva, W.R. & Galetti, M. (eds.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution, and conservation**. New York. CABI Publishing.
- Volpato, M.M.L. 1994. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- WAECHTER, J.L. 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente** **24**: 93-108.
- Watt, A.S. 1947. Pattern and process in the plant community. **Jornal of Ecology** **35**(1): 1-22.
- Whitmore, T. C. 1989. Canopy gaps and the major groups of forest trees. **Ecology** **70**(3): 536-541.

Tabela 1. Famílias e espécies amostradas na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Família	Espécie
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand
Annonaceae	<i>Rollinia salicifolia</i> Schlttdl.
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek <i>Ilex dumosa</i> Reissek
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze
Asteraceae	<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs
Fabaceae	<i>Inga cf. virescens</i> Benth.
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm. <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees <i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. <i>Cedrela fissilis</i> Vell. <i>Trichilia clausenii</i> C.DC.
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq. <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanjouw & Boer
Myrsinaceae	<i>Myrsine cf. lorentziana</i> (Mez) Arechav.
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg <i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess. <i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D. Legrand & Kausel. <i>Myrcia palustris</i> DC. <i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand <i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg <i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg <i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
Salicaceae	<i>Casearia silvestris</i> Sw. <i>Casearia decandra</i> Jacq. <i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth. <i>Banara tomentosa</i> Clos <i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i> Sleumer
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. <i>Cupania vernalis</i> Cambess. <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.
Verbenaceae	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke

Tabela 2. Parâmetros estimados para os três componentes amostrados na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. As semelhanças e diferenças estatísticas são indicadas após os valores, letras iguais representam valores indistintos, letras diferentes, valores distintos.

Parâmetro		Regenerante	Sub-bosque	Dossel
Número de indivíduos vivos	Ni	356	222	268
Número de indivíduos mortos	N <sub>†</sub>	27	14	20
Densidade	indv.ha <sup>-1</sup>	1186	740	893
Número de espécies	S	38	38	39
Número de famílias	F	19	23	24
Índice de diversidade	H'	2,961a	3,040a	2,986a
Índice de equidade	J	0,816	0,836	0,818

Tabela 3. Parâmetros estimados para as espécies arbóreas na floresta de encosta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Ni = número de indivíduos amostrados; Pi = número de parcelas ocupadas; PR = potencial de regeneração; IR = importância relativa. Os três componentes estudados foram: regenerante (r), sub-bosque (s) e dossel (d). Espécies ordenadas em ordem decrescente de potencial de regeneração total (PRt).

No.	Espécie	Nir	Pir	Nis	Pis	Nid	Pid	PRr	PRs	IRd	PRt
1.	<i>Casearia silvestris</i>	56	19	37	19	7	7	12,39	14,35	3,23	13,37
2.	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	65	20	22	11	20	13	13,89	8,44	7,30	11,16
3.	<i>Sebastiania commersoniana</i>	21	15	28	17	49	19	6,52	11,69	14,36	9,10
4.	<i>Podocarpus lambertii</i>	27	11	17	11	36	16	6,41	7,31	11,11	6,86
5.	<i>Casearia decandra</i>	12	10	13	11	6	5	4,07	6,41	2,49	5,24
6.	<i>Styrax leprosus</i>	22	12	8	7	1	1	5,95	4,02	0,46	4,98
7.	<i>Myrcianthes pungens</i>	15	10	12	7	5	4	4,49	4,92	2,03	4,70
8.	<i>Myrcia palustris</i>	18	10	5	2	0	0	4,91	1,76	0,00	3,33
9.	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	9	7	7	6	5	5	2,93	3,48	2,31	3,20
10.	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	13	9	4	4	0	0	3,97	2,17	0,00	3,07
11.	<i>Cabralea canjerana</i>	6	6	6	6	12	7	2,27	3,25	4,16	2,76
12.	<i>Araucaria angustifolia</i>	6	6	5	4	1	1	2,27	2,39	0,46	2,33
13.	<i>Cupania vernalis</i>	5	5	6	4	3	3	1,89	2,62	1,38	2,25
14.	<i>Ilex brevicuspis</i>	7	6	4	3	2	2	2,41	1,85	0,92	2,13
15.	<i>Cestrum intermedium</i>	10	4	3	2	1	1	2,36	1,31	0,46	1,83
16.	<i>Eugenia uruguayensis</i>	8	6	2	2	1	1	2,55	1,08	0,46	1,82
17.	<i>Allophylus edulis</i>	4	4	3	3	11	10	1,51	1,63	4,80	1,57
18.	<i>Diospyros inconstans</i>	0	4	4	4	6	5	0,95	2,17	2,49	1,56
19.	<i>Myrciaria cuspidata</i>	5	5	2	2	0	0	1,89	1,08	0,00	1,49
20.	<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	5	5	2	2	9	8	1,89	1,08	3,88	1,49
21.	<i>Lithrea brasiliensis</i>	0	0	5	5	27	18	0,00	2,71	9,98	1,35
22.	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	4	4	2	2	2	2	1,51	1,08	0,92	1,30
23.	<i>Ocotea pulchella</i>	4	3	2	2	10	9	1,28	1,08	4,34	1,18
24.	<i>Banara parviflora</i>	2	1	3	3	3	2	0,52	1,63	1,11	1,07
25.	<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	5	5	0	0	0	0	1,89	0,00	0,00	0,95
26.	<i>Rollinia salicifolia</i>	2	2	2	2	1	1	0,76	1,08	0,46	0,92
27.	<i>Luehea divaricata</i>	0		3	3	7	7	0,00	1,63	3,23	0,81
28.	<i>Zanthoxylum fagara</i>	2	2	2	1	1	1	0,76	0,77	0,46	0,76
29.	<i>Cinnamomum amoenum</i>	1	1	2	2	5	5	0,38	1,08	2,31	0,73
30.	<i>Sorocea bonplandii</i>	1	1	2	2	1	1	0,38	1,08	0,46	0,73
31.	<i>Trichilia clauseni</i>	2	2	1	1	2	2	0,76	0,54	0,92	0,65
32.	<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	2	2	1	1	0	0	0,76	0,54	0,00	0,65
33.	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3	3	0	0	1	1	1,14	0,00	0,46	0,57
34.	<i>Myrciaria delicatula</i>	3	3	0	0	0	0	1,14	0,00	0,00	0,57
35.	<i>Citharexylum montevidense</i>	4	0	1	1	4	2	0,56	0,54	1,30	0,55
36.	<i>Nectandra megapotamica</i>	1	1	1	1	9	7	0,38	0,54	3,60	0,46
37.	<i>Vitex megapotamica</i>	1	1	1	1	2	1	0,38	0,54	0,65	0,46
38.	<i>Acca sellowiana</i>	2	2	0	0	1	1	0,76	0,00	0,46	0,38
39.	<i>Banara tomentosa</i>	0	0	1	1	3	2	0,00	0,54	1,11	0,27
40.	<i>Matayba elaeagnoides</i>	0	0	1	1	3	3	0,00	0,54	1,38	0,27
41.	<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0	1	1	2	2	0,00	0,54	0,92	0,27

(cont.)											
42.	<i>Symplocos uniflora</i>	0	0	1	1	4	2	0,00	0,54	1,30	0,27
43.	<i>Cedrela fissilis</i>	1	1	0	0	0	0	0,38	0,00	0,00	0,19
44.	<i>Ilex dumosa</i>	1	1	0	0	0	0	0,38	0,00	0,00	0,19
45.	<i>Inga cf. virescens</i>	1	1	0	0	0	0	0,38	0,00	0,00	0,19
46.	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	0	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,46	0,00
47.	<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0	0	0	3	3	0,00	0,00	1,38	0,00
48.	<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,46	0,00
Somatórios		356	210	222	158	268	182	100	100	100	100

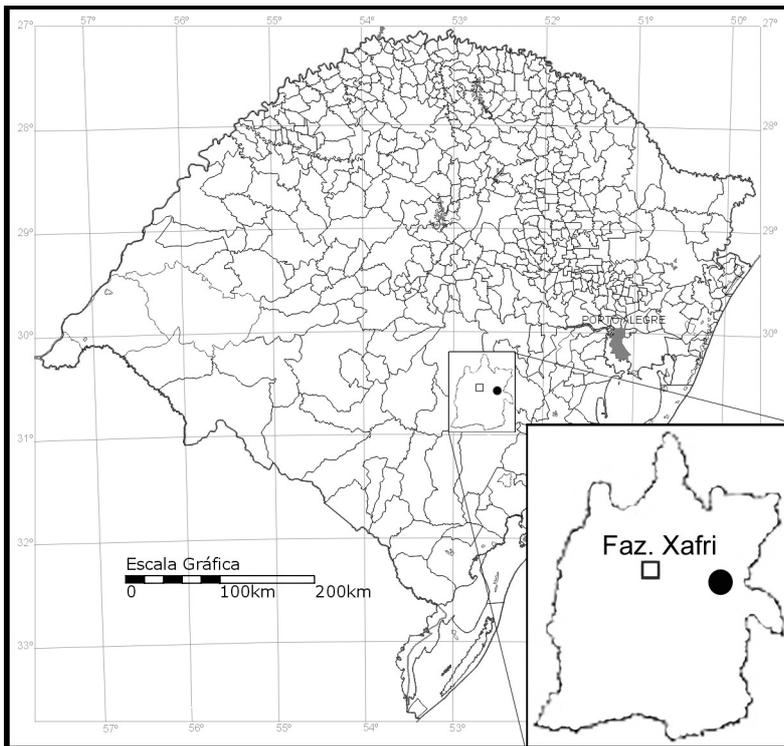


Figura 1. Localização da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

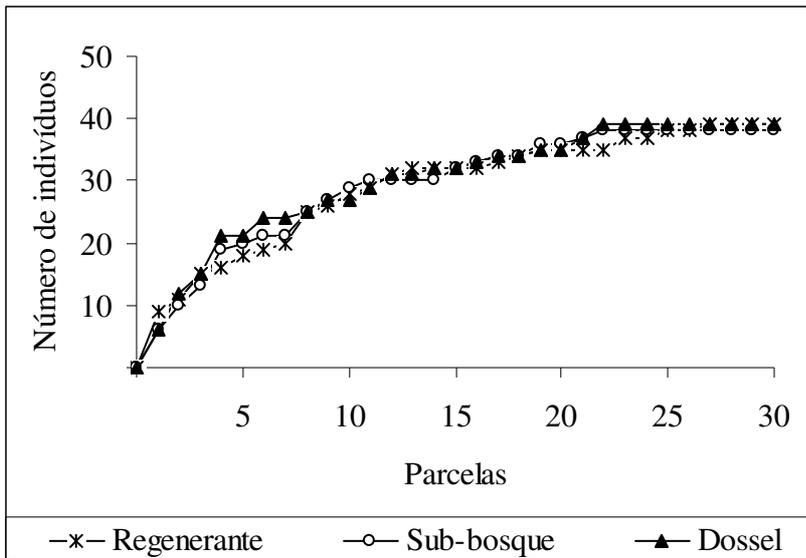


Figura 2. Relação cumulativa entre o número de parcelas amostradas e o número de espécies registradas nos três componentes estudados na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

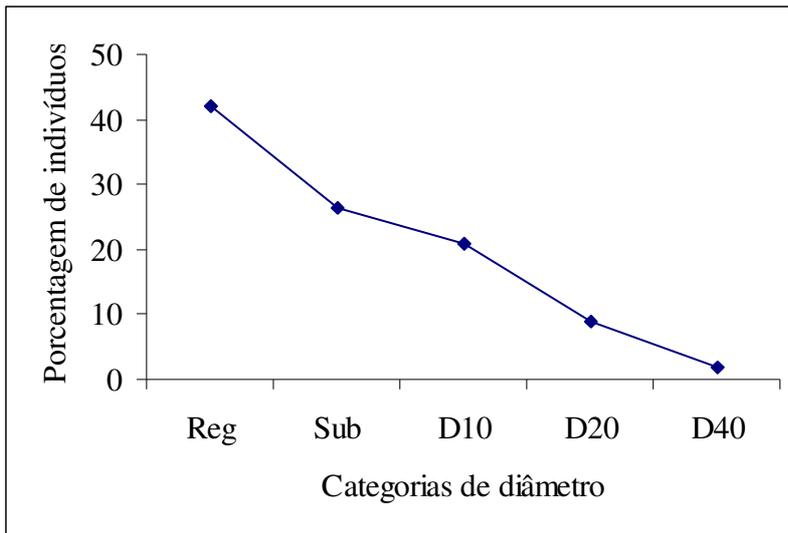


Figura 3. Porcentagem de indivíduos amostrados em diferentes categorias de diâmetro na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Categorias de diâmetro em escala logarítmica: Reg = 2,5-4,9cm (regeneração); Sub = 5-9,9cm (sub-bosque); D10 = 10-19,9cm; D20 = 20-39,9cm; D40 = 40-80 (dossel).

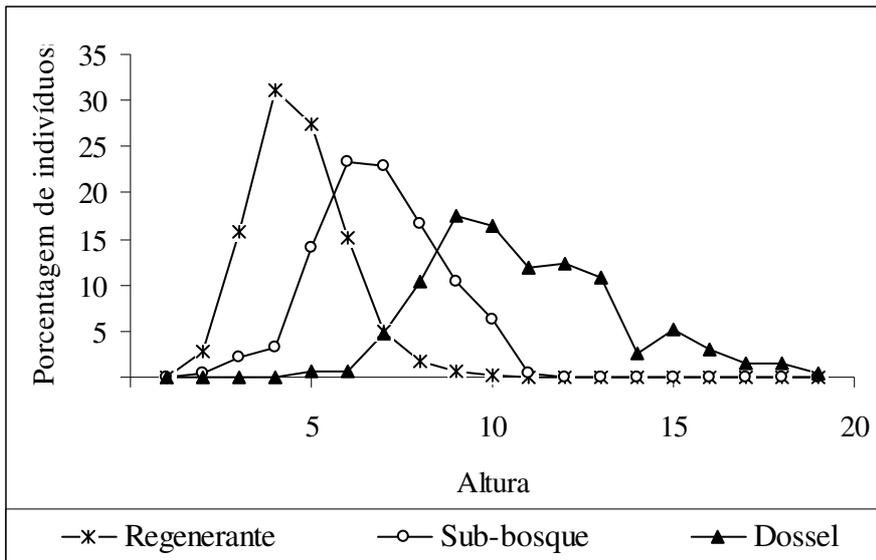


Figura 4. Distribuição das alturas dos indivíduos amostrados nos três componentes estudados na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

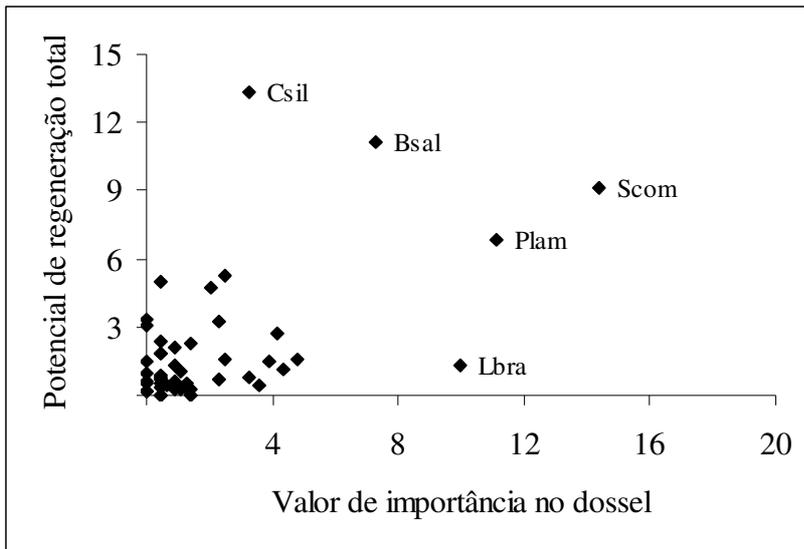


Figura 5. Relação entre valor de importância no dossel e potencial de regeneração natural total para todas as espécies amostradas na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Em destaque: Csyl = *Casearia silvestris*; Bsal = *Blepharocalyx salicifolius*; Scom = *Sebastiania commersoniana*; Plam = *Podocarpus lambertii*; Lbra = *Lithraea brasiliensis*).

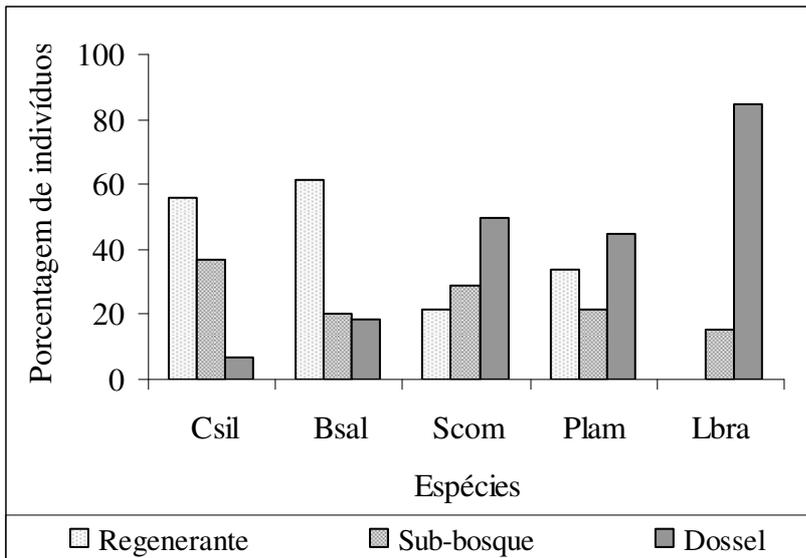


Figura 6. Distribuição de indivíduos nos três componentes nas cinco espécies que se destacaram na relação entre densidade no dossel e regeneração. (Csyl = *Casearia silvestris*; Bsal = *Blepharocalyx salicifolius*; Scom = *Sebastiania commersoniana*; Plam = *Podocarpus lambertii*; Lbra = *Lithraea brasiliensis*).

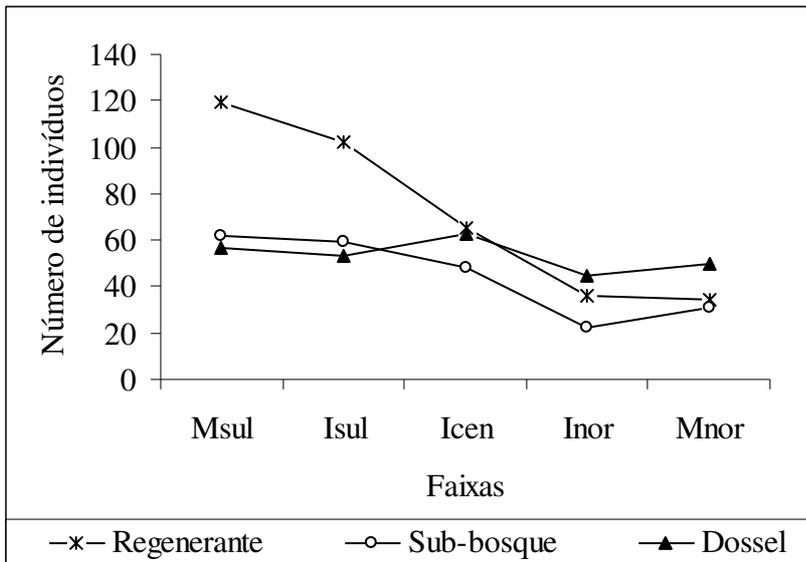


Figura 7. Número de indivíduos nas cinco faixas de amostragem. (Msul = margem sul; Isul = interior sul; Icen = interior centro; Inor = interior norte; Mnor = margem norte).

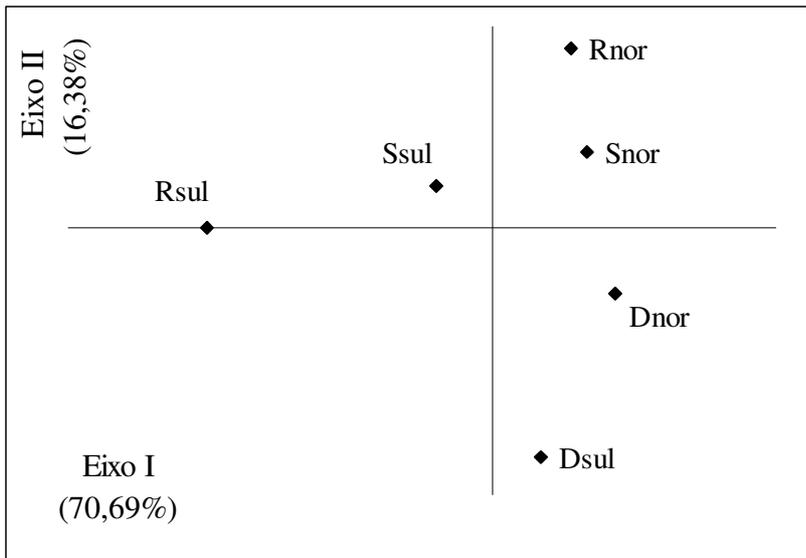


Figura 8. Diagrama de ordenação dos três componentes arbóreos entre os lados sul e norte na floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Análise de coordenadas principais sobre matriz de distâncias euclidianas. Abreviações: Rsul = regenerante lado sul, Rnor = regenerante lado norte, Ssul = sub-bosque lado sul, Snor = sub-bosque lado norte, Dsul = dossel lado sul, Dnor = dossel lado norte. Espécies mais correlacionadas ao eixo I: *Blepharocalyx salicifolius*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Casearia silvestris*, *Myrcia palustris*, *Eugenia uruguayensis*. Espécies mais correlacionadas ao eixo II: *Lithaea brasiliensis*, *Chrysophyllum marginatum*, *Sebastiania commersoniana*, *Sorocea bonplandii*).

Diferenciação de comunidades florestais ao longo de um gradiente topográfico na Serra do Sudeste,  
Rio Grande do Sul, Brasil

Claudia Giongo<sup>1,2</sup> e Jorge Luiz Waechter<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: [claudiagiongo1@yahoo.com.br](mailto:claudiagiongo1@yahoo.com.br)

**RESUMO:** (Diferenciação de comunidades arbóreas ao longo de um gradiente topográfico na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil). A topografia é um dos fatores ambientais que exerce maior influência sobre a composição, abundância e diversidade de espécies devido a vários fatores associados, como exposição, drenagem e características físicas e químicas do solo. A composição e a estrutura florestal foram investigadas ao longo de três situações topográficas na Fazenda Xafri (30°30'S, 52°42'W, 400m). O clima é subtropical úmido (Cfa) com médias anuais de temperatura e precipitação de 17,1°C e 1541mm, respectivamente. Trinta parcelas de 10x10 m (0,3 ha) foram estabelecidas em cada uma das situações: baixada, encosta e topo. Para todos os indivíduos com DAP igual ou maior do que 5 cm foram estimados densidade, área basal e valor de cobertura. A diversidade alfa e beta foram estimadas pelos índices de Shannon ( $H'$ ) e Whittaker ( $\beta_w$ ), respectivamente. A estrutura espacial foi investigada por análise multivariada, usando os dados de densidade para espécies com cinco ou mais indivíduos. Ao todo foram amostrados 58 espécies, 51 gêneros e 30 famílias. A diversidade alfa foi de 3,173 e a diversidade beta foi de 0,554. A maior diversidade foi encontrada na encosta, provavelmente resultante das condições menos extremas em relação às outras duas situações, heterogeneidade ambiental e estágio sucessional mais avançado. A análise multivariada indicou três comunidades arbóreas bem diferenciadas ao longo do gradiente topográfico, determinadas mais pelas diferenças na densidade das espécies do que pela composição.

Palavras-chave: diversidade alfa, diversidade beta, gradiente topográfico, estrutura espacial, sul do Brasil.

**ABSTRACT:** (Changes in tree communities along a topographic gradient in the Southeastern Highlands, Rio Grande do Sul, Brazil). Topography is one of the main environmental factors that influence species composition, abundance and diversity, due to several associated factors, as sun exposition, water drainage, and physical chemical soil properties. Forest composition and structure were investigated along three topographic situations located at Fazenda Xafri (30°30'S, 52°42'W, 400m), in the Southeastern Highlands of Rio Grande do Sul. Climate is moist subtropical (Cfa), with average annual temperature of 17.1°C and precipitation of 1541mm. Thirty samples measuring 10x10m (0.3 ha) were set at each topographic site: floodplain, slope and hilltop. Density, basal area and cover value were estimated for all individuals with a DBH equal or greater than 5 cm. Alpha and beta diversity were estimated by the Shannon (H') and Whittaker ( $\beta_w$ ) indexes, respectively. Spatial structure was detected by multivariate analysis, using density data for species with five or more individuals. A total of 58 species, 51 genera and 30 families were found. Alpha diversity was 3,173 and beta diversity was 0,554. The highest diversity was found on the slope, probably as a result of less extreme conditions in relation to others two situations, habitat heterogeneity and a more advanced successional stage. Multivariate analysis indicated three well-differentiated tree communities along the topographic gradient, determined mostly by differences in species density rather than species composition.

Key words: alpha diversity, beta diversity, topographic gradient, spatial structure, southern Brazil.

## Introdução

As formações florestais, especialmente as tropicais e subtropicais úmidas, são ambientes de grande interesse científico, graças à riqueza de organismos e interações dos mais variados tipos que as formam e as caracterizam. A composição arbórea, base estrutural destas formações, depende das condições ambientais bióticas e abióticas. Estas condições variam em diferentes escalas, desde as mais amplas, como o clima, até as mais restritas, como a drenagem do solo (Gentry 1988, Basnet 1992, Bendix 1994, Givnish 1999).

Da mesma forma como raramente é possível estabelecer limites naturais entre as comunidades (Wilson & Shimida 1984), também é difícil detectar o grau e os limites de influência dos fatores responsáveis pela sua formação (Condit *et al.* 2002, Guillen *et al.* 2006). As variáveis ambientais interagem entre si, transformam-se ao longo da paisagem em diferentes direções e intensidades. Algumas são hierarquicamente ligadas, outras apenas variam na mesma direção, originando gradientes ambientais detectáveis através das transformações da vegetação (Bendix 1994, Duivenvoorden *et al.* 2002).

Numa escala local, sob condições homogêneas de temperatura e precipitação, um dos fatores abióticos que exercem maior influência sobre a composição, distribuição e abundância de espécies é a topografia, devido a sua influência sobre diversos outros fatores, como exposição, drenagem, acidez, fertilidade e profundidade do solo (Gentry 1988, Basnet 1992, Kubota *et al.* 2004, Paoli *et al.* 2006, Jones *et al.* 2006).

No Brasil muitos pesquisadores têm investigado as relações entre topografia, solo e vegetação. Rodrigues *et al.* (1989), em uma floresta estacional de São Paulo, observou uma forte correlação entre as características do solo e a composição florística e fitossociológica ao longo de um gradiente altitudinal. Botrel *et al.* (2002), Moreno & Schiavini (2001), Cardoso & Schiavini (2002), Carvalho *et al.* (2005) e Appolinário *et al.* (2005), em Minas Gerais, também em florestas estacionais, encontraram evidências de que a água e os nutrientes minerais do solo têm papel fundamental para a distribuição das espécies. Nascimento *et al.* (2003), na caatinga, em Pernambuco, identificaram cinco ambientes topográficos, distintos pelas características do solo e da vegetação e Cattanio *et al.* (2002), numa floresta de várzea na Amazônia, identificou áreas de baixa diversidade relacionadas aos solos sujeitos ao alagamento.

No Rio Grande do Sul, talvez por ser o Estado mais austral do Brasil, as variações de composição e diversidade das florestas são discutidas principalmente em função do gradiente latitudinal e das rotas migratórias dos contingentes florísticos tropicais (Waechter 1998, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003, entre outros). Poucos trabalhos abordaram diferenciações em escala local, como o estudo de Daniel (1991) nas florestas ciliares da bacia do

Rio dos Sinos, de Araujo *et al.* (2004) e Lindenmaier & Budke (2006), ambos na bacia do Rio Jacuí.

A Serra do Sudeste é caracterizada pelo predomínio dos campos, com formações arbóreas restritas às margens dos rios, encostas e capões (Leite & Klein 1990). Estas florestas foram investigadas em raros estudos botânicos, sendo muito pouco conhecidas, especialmente das porções mais interiores.

O objetivo deste estudo é investigar a composição, a estrutura e a diversidade do componente arbóreo de três comunidades florestais que caracterizam as regiões mais elevadas do interior da Serra do Sudeste. A partir destes dados pretende-se discutir as diferenciações da vegetação em relação às variações ambientais influenciadas pelo relevo ondulado da região.

## **Material e métodos**

O estudo foi desenvolvido em três áreas de floresta localizadas na Fazenda Xafri, aproximadamente a 30°31'09"S e 52°41'34"W, situada na localidade de Boqueirão, no município de Encruzilhada do Sul, distante cerca de 20 km do centro da cidade, a noroeste (Fig. 1). A Fazenda Xafri situa-se numa das porções mais elevadas da parte norte da Serra do Sudeste, na região conhecida como Cerro dos Mouros, na Serra das Encantadas, que corresponde ao divisor de águas entre as bacias do rio Jacuí e Camaquã.

O clima na região parece ser uma transição entre o subtropical úmido (Cfa) e o temperado úmido (Cfb) de Koeppen, sendo classificado como um ou outro, dependendo do período de dados considerado. Segundo Moreno (1961), de acordo com os dados referentes ao período de 1914 a 1942 para a estação meteorológica de Encruzilhada do Sul, a temperatura média do mês mais frio foi de 11,6°C e do mês mais quente 21,5°C, correspondendo ao clima Cfb, com pluviosidade média anual de 1606 mm. Porém, dados mais recentes do INMET (2006) obtidos no período de 1961 a 1990, revelam que a temperatura média do mês mais quente excede os 22° C, correspondendo ao clima Cfa, com pluviosidade média anual de 1541 mm. No verão a diminuição do regime de chuvas e o aumento da evapotranspiração levam à utilização da água armazenada no solo, havendo possibilidade de deficiência hídrica no mês de dezembro (Mota *et al.* 1970).

O município de Encruzilhada do Sul encontra-se totalmente inserido na Serra do Sudeste, o Escudo Cristalino Sul-Rio-Grandense, que corresponde à porção montanhosa do centro-sul do Rio Grande do Sul. A estrutura geológica desta região bastante complexa é formada principalmente por rochas graníticas pré-cambrianas, como porções de rochas metamórficas e rochas sedimentares e vulcânicas do Eo-Paleozóico (Picada 1971, Kaul 1990). O granito exposto, transformado e desgastado ao longo dos milênios, originou o relevo ondulado, de rios encaixados em vales e sulcos

estruturais, que caracteriza esta porção do Estado (Rambo 1956, Herrmann & Rosa 1990). Os afloramentos rochosos fazem parte da paisagem, aparecendo em maior quantidade nas porções mais altas e desaparecendo quase que completamente no fundo dos vales. Os solos predominantes na região são Neossolos Litólicos eutróficos e distróficos (Brasil 1973) podendo apresentar alta saturação da CTC por alumínio (Bauermann *et al.* 2000).

Segundo IBGE (2004) a Serra do Sudeste está incluída na área de abrangência do Bioma Pampa. As florestas mais desenvolvidas são encontradas nas encostas orientais das Serras do Erval e de Tapes. Na porção interior, predominam os campos, mas ao longo dos cursos d'água e nas encostas dos morros ocorrem formações arbóreas (Rambo 1956, Leite & Klein 1990).

Três áreas de amostragem foram demarcadas em diferentes pontos da paisagem ondulada que caracteriza a Serra do Sudeste: baixada, encosta e topo de coxilha. Em cada ambiente foram demarcadas 30 parcelas contíguas de 10x10 m (0,3 ha), totalizando 0,9 ha, onde todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm foram amostrados e identificados até o nível de espécie.

O formato das três áreas precisou ser ajustado às condições encontradas em cada um dos ambientes. A área da baixada encontra-se encaixada entre coxilhas, correspondendo à situação de fundo de vale, onde se encontra um arroio de pequeno porte e sinuosidade acentuada, ao longo do qual se estabeleceu a vegetação de galeria. Neste ambiente os solos são relativamente profundos, devido ao acúmulo de sedimentos, os afloramentos graníticos são pouco comuns e restritos às partes onde o terreno começa a elevar-se. Devido à sinuosidade do arroio não foi possível demarcar uma área retangular, sendo necessário ajustar a largura ao longo de sua extensão para evitar que partes de campo fossem incluídas na amostragem. A área da baixada foi demarcada a partir de uma linha mestra de 70 m, ao longo da qual a largura variou entre 30 e 50 m.

A área de encosta apresenta inclinação suave, cortada de oeste para leste por um pequeno curso de água que corre encaixado em uma ravina. Os solos são rasos e bem drenados nas margens, tornando-se mais profundos e úmidos no interior da ravina. Os afloramentos rochosos de grande porte ocorrem em abundância por toda a floresta. A área demarcada forma um retângulo de 50x60 m, dividido em cinco faixas paralelas ao sentido da ravina, respeitando o gradiente ambiental existente das margens em direção ao interior (Giongo e Waechter 2007). Apenas para atender aos objetivos uma das análises multivariadas foi preciso homogeneizar o tamanho das faixas da encosta, que foram tomadas como subamostras, em relação às subamostras da baixada e do topo, cada uma com 10 unidades amostrais. Assim a área da encosta foi expandida para 50 parcelas (0,5 ha) e para esta análise o critério de inclusão passou a ser DAP maior ou igual da 10 cm.

A área de topo corresponde a uma das porções mais elevadas da paisagem com cobertura arbórea. Os solos, muito rasos, desenvolveram-se sobre o granito que aflora em grande quantidade,

formando uma camada quase contínua. A área de 30x100 m excluiu as porções de terreno brejoso e o pequeno curso de água existente dentro da floresta.

Nas três áreas de estudo foram coletadas amostras compostas de solo. Para a baixada e o topo foi analisada uma amostra composta por ambiente e para a encosta, devido à existência do gradiente vegetacional (Giongo e Waechter 2007), foram utilizadas cinco amostras compostas, uma para cada faixa do gradiente. A análise das amostras de solo revelou caráter eutrófico para os solos da baixada e da encosta e distrófico para os solos do topo. A presença de alumínio foi constatada na baixada e no topo, sendo mais pronunciada neste último ambiente. O pH foi mais ácido na baixada e no topo, tendendo a ser relativamente mais alto na encosta, enquanto a quantidade de matéria orgânica foi menor na baixada, intermediária na encosta e maior no topo (Tab. 1).

O material botânico coletado na área de estudo foi depositado no Herbário ICN, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da UFRGS. A definição das famílias de Angiospermas e Gymnospermas seguiu a classificação da APGII (Souza & Lorenzi 2005, Maas & Westra 2005). A grafia dos nomes científicos das espécies e dos autores seguiu Sobral *et al.* 2006.

Curvas de coletor para cada uma das três áreas foram construídas após aleatorização da ordem das parcelas amostradas em campo, para avaliar o incremento de espécies em relação ao esforço amostral (Braun-Blanquet 1979). Os parâmetros comunitários de densidade e área basal (Braun-Blanquet 1979), bem como os índices de diversidade alfa de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J'$ ), utilizando-se o logaritmo natural (Pielou 1969) foram calculados no programa Fitopac 1 (Shepherd 1995) e no programa Excel. Também no programa Excel foram estimados o índice de diversidade beta de Whittaker ( $\beta_w$ ), para avaliar a diversidade ao longo do gradiente e a similaridade entre as áreas, através do índice de Jaccard (Magurran 1988).

O valor de cobertura (Vcob) foi obtido pela soma das densidades e coberturas relativas das espécies nas três áreas, considerando assim a importância ecológica de cada uma ao longo do gradiente. Os valores de diversidade alfa ( $H'$ ) foram comparados pelo método *jackknife*, que estima valores esperados e intervalos para um determinado nível de confiança (no caso,  $p < 0,05$ ). A sobreposição ou não dos intervalos de confiança indica valores iguais ou diferentes, respectivamente, para os valores observados (Magurran 1988).

As comparações entre número médio de indivíduos, diâmetro médio e altura média para as três áreas de estudo foram embasadas em testes de variância, realizados no programa SPSS 8.0. Foram empregados os testes de Duncan e Dunnett T3, devido à alta heterogeneidade dos dados.

A heterogeneidade ambiental existente dentro de cada uma das três áreas dificultou a identificação do gradiente vegetacional relacionado à variação topográfica, por isso optou-se pelo agrupamento de parcelas, aumentando o tamanho e a homogeneidade das subamostras. Para dar maior segurança às interpretações, realizaram-se comparações multivariadas sob duas amostras

distintas. A primeira foi composta por quinze subamostras de seis parcelas, incluindo árvores com DAP igual ou superior a 5cm, com cinco subamostras de cada ambiente (Anexo III). A segunda contou com onze subamostras de 10 parcelas, incluindo árvores com DAP igual ou superior a 10 cm, com três subamostras da baixada, três do topo e cinco da encosta (Anexo IV). Nas duas metodologias as parcelas da baixada e do topo foram aleatorizadas, visando à homogeneização das sub-amostras, e em todas as comparações foram excluídas as espécies com menos de cinco indivíduos. As ordenações foram desenvolvidas no programa Multiv 2.1.1 (Pillar 2001), utilizando-se o programa Excel 4.0 para a construção dos diagramas de dispersão.

## Resultados

As curvas de coletor referentes às três situações topográficas tiveram comportamento semelhante entre si, havendo incremento acentuado de espécies até aproximadamente a parcela 18. Depois da vigésima segunda parcela apenas duas espécies foram incorporadas à amostra, ambas na encosta. A curva referente à baixada ficou destacada em toda a extensão, indicando a menor riqueza deste ambiente (Fig. 2, Anexo II).

O levantamento fitossociológico das três áreas em conjunto resultou em 58 espécies, 51 gêneros e 30 famílias (Tab. 2). Na baixada foram encontradas 31 espécies, 30 gêneros e 19 famílias, na encosta 42 espécies, 38 gêneros e 24 famílias e no topo 39 espécies, 36 gêneros e 23 famílias. As árvores mortas somaram 107 indivíduos, sendo 31 na baixada, 34 na encosta e 42 no topo.

As famílias com maior número de espécies, em todo o gradiente, foram Myrtaceae (11 espécies), Salicaceae (5), Sapindaceae (4), Lauraceae (4) e Asteraceae (3). Seis famílias, Aquifoliaceae, Lamiaceae, Meliaceae, Moraceae, Myrsinaceae e Rutaceae, foram representadas por duas espécies e 19 por apenas uma. Apenas sete gêneros foram representados por duas espécies, *Banara*, *Casearia*, *Ilex*, *Myrciaria*, *Myrsine*, *Ocotea* e *Zanthoxylum*, todos os demais apresentaram apenas uma espécie (Tab. 2).

As quatro espécies que apresentaram os maiores índices de valor de cobertura foram *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii*, *Lithraea brasiliensis* e *Ocotea pulchella* (Tab. 3). As duas primeiras destacaram-se muito das demais, enquanto *L. brasiliensis*, *O. pulchella* tiveram valores intermediários em comparação com as espécies seguintes que apresentaram lento e contínuo decréscimo em valor de cobertura. As espécies com maiores valores de cobertura variaram entre os três ambientes. Na baixada os valores mais altos foram apresentados por *S. commersoniana*, *O. pulchella* e *Matayba elaeagnoides*, na encosta por *S. commersoniana*, *P. lambertii* e *L. brasiliensis* e no topo por *P. lambertii*, *L. brasiliensis* e *Casearia silvestris*.

A unidade florística manteve-se ao longo do gradiente topográfico pela presença de 18 espécies comuns às três áreas, enquanto as peculiaridades foram evidenciadas pela ocorrência de quatro espécies exclusivas na baixada, 11 na encosta e sete no topo.

A diversidade alfa para as três áreas em conjunto foi de 3,173 e a equidade de Pielou foi de 0,781. Considerando as áreas separadamente, a diversidade alfa e a equabilidade foram maiores na encosta e menores na baixada e no topo, havendo diferença estatisticamente significativa apenas entre a baixada e a encosta (Tab. 4). A diversidade beta ao longo do gradiente foi de 0,554. Comparando as três áreas duas a duas ao longo do gradiente os valores de diversidade beta foram de 0,425 entre a baixada e a encosta, 0,343 entre a baixada e o topo e 0,333 entre a encosta e o topo. A similaridade de Jaccard calculada entre as áreas foi de 0,431 entre a baixada e a encosta, 0,489 entre baixada e o topo e 0,500 entre a encosta e o topo.

A distribuição das espécies nos três ambientes ao longo do gradiente apresentou variação muito acentuada, principalmente entre as espécies com maior número de indivíduos. Estas variações caracterizaram três tendências principais, diminuição de indivíduos da baixada em relação ao topo, aumento da baixada em direção ao topo e pico de indivíduos na encosta. *S. commersoniana*, *M. elaeagnoides* e *Eugenia uruguayensis* são algumas das espécies que apresentaram diminuição do número de indivíduos do topo em direção à baixada, porém para *S. commersoniana* a menor abundância foi encontrada na baixada, enquanto para as duas últimas foi na encosta. Como exemplos de espécies que apresentaram maior número de indivíduos na encosta destacam-se *Blepharocalyx salicifolius*, *Allophylus edulis* e *Cabrlea canjerana*, já entre as espécies mais abundantes no topo, *P. lambertii*, *C. silvestris* e *L. brasiliensis* (Fig. 3).

O número total de indivíduos em cada uma das três áreas apresentou acréscimo da baixada para o topo e o número de espécies foi maior na encosta. O topo apresentou valores significativamente distintos para a média de indivíduos e para a média de diâmetro, respectivamente, maior e menor em relação às outras áreas (Tab. 4). Na baixada, grandes indivíduos de *Erythrina crista-galli*, *Banara tomentosa* e *O. pulchella* elevaram a média de diâmetro. Na encosta os maiores DAPs foram encontrados em indivíduos de *C. canjerana*, *Nectandra megapotamica* e *Luehea divaricata*.

A distribuição dos indivíduos entre as classes de diâmetro nas três áreas apresentou maior concentração nas duas primeiras classes (5 a 9cm e 10 a 19cm). Na baixada e na encosta, as proporções foram muito semelhantes entre a primeira e a segunda classe, havendo forte diminuição na terceira, enquanto no topo, houve a formação de um pico de indivíduos na segunda classe e um declínio mais acentuado da segunda para a terceira (Fig. 4).

A altura média apresentou acentuada variação entre as três áreas, com valores significativamente distintos. Na encosta, onde um indivíduo de 19 metros foi registrado na faixa da

ravina, foi encontrada a maior média de altura e no topo, a menor (Tab. 4). A distribuição de indivíduos entre as estimativas de alturas das amostras da baixada e da encosta foram bastante semelhantes, com maior concentração de indivíduos dentro do amplo intervalo de 5 a 11 m. No topo a distribuição de alturas foi bastante distinta, exibindo um pico de concentração no curto intervalo de 5 e 7 m, onde acumularam-se 64% dos indivíduos (Fig. 5).

As análises multivariadas evidenciaram a existência de um gradiente da baixada em direção ao topo, tanto na ordenação das subamostras de seis parcelas como das subamostras de 10 parcelas (Fig. 6, Anexo V). A dispersão apresentou as subamostras da baixada ocupando o quadrante inferior esquerdo, as da encosta, os dois quadrantes superiores e as do topo, principalmente o inferior direito.

Em relação ao eixo I as subamostras da baixada, de solos férteis e sujeitos ao alagamento, posicionaram-se do lado esquerdo, as da encosta, de solos férteis e não sujeitos ao alagamento, posicionaram-se na região central, enquanto as do topo, de solos distróficos e bem drenados, ocuparam o lado direito. As espécies mais correlacionadas ao eixo I em ambas as ordenações realizadas foram *P. lambertii*, *L. brasiliensis*, *Myrsine cf. lorentziana* e *C. silvestris*. Todas apresentaram menor abundância sobre os solos sujeitos ao alagamento na baixada, maior sobre os solos bem drenados da encosta e, principalmente, do topo. *S. commersoniana*, que apresentou alta correlação com o eixo I apenas na ordenação referente ao critério de inclusão menor, descreveu a tendência oposta diminuindo sua abundância da baixada em direção ao topo (Fig. 3).

Ao longo do eixo II a encosta, que contém porções de solo mais profundo, com boa disponibilidade hídrica e sem traços de alumínio, ocupa o extremo superior, enquanto as áreas da baixada e do topo, que apresentam condições de solo mais extremas, com presença detectável de alumínio na CTC, ocupam a porção inferior. No topo a pouca profundidade do solo associada à presença de alumínio e à grande quantidade de rocha exposta impõem limitações de fertilidade e disponibilidade hídrica, restringindo o estabelecimento de espécies mais exigentes. Na baixada, onde traços menos acentuados de alumínio foram encontrados, as inundações constituem o fator limitante, selecionando espécies tolerantes ao alagamento. As espécies mais correlacionadas ao eixo II considerando o critério de inclusão menor foram *E. uruguayensis*, *L. divaricata*, *O. pulchella* e *Trichilia clausenii*, a primeira e a terceira foram mais abundantes na baixada e no topo, enquanto a segunda e a quarta só foram encontradas na encosta. Considerando o critério de inclusão maior, as espécies mais correlacionadas ao eixo II foram *N. megapotamica*, *C. canjerana*, *O. pulchella* e *Ocotea puberula*. Com exceção de *O. pulchella* que apresenta sua maior abundância na baixada e no topo, as demais tiveram comportamento inverso, sendo mais abundantes ou exclusivas da encosta.

## Discussão

A grande participação de Myrtaceae para a composição florística das florestas da Serra das Encantadas é condizente com a importância que esta família tem para a formação das florestas estacionais tropicais e subtropicais do Brasil (Rodrigues *et al.* 1989, Soares-Silva & Barroso 1992, Silva *et al.* 1995, Carvalho *et al.* 2000, Botrel *et al.* 2002, Carvalho *et al.* 2005), inclusive no Rio Grande do Sul (Brack *et al.* 1985, Dias *et al.* 1992, Bencke & Soares 1998, Jarenkow & Waechter 2001). Por outro lado, a participação inexpressiva de Fabaceae nas florestas estudadas, já ressaltada por Jurinitz & Jarenkow (2003) para a encosta leste da Serra do Sudeste, destoa deste contexto. A baixa riqueza de Fabaceae é um indicativo de que as florestas da região não se caracterizam como estacionais típicas, já que nestas as leguminosas são geralmente muito abundantes (Brack *et al.* 1985, Rodrigues *et al.* 1989, Soares-Silva & Barroso 1992, Dias *et al.* 1992, Silva *et al.* 1995, Bencke & Soares 1998, Carvalho *et al.* 2000, Jarenkow & Waechter 2001, Botrel *et al.* 2002, Carvalho *et al.* 2005), contribuindo de forma intensa para o seu caráter sazonal (Leite 2002).

A composição peculiar das florestas da Serra das Encantadas, desenvolvidas sob condições de clima relativamente mais rigoroso, terrenos ondulados, solos rasos e relativo isolamento florístico, remetem à denominação mais apropriada de Florestas Mistas com *Podocarpus* (Giongo e Waechter 2007). A unidade florística destas florestas é mantida por um conjunto de espécies comuns a todas as áreas estudadas, apesar da ocorrência de espécies exclusivas de cada ambiente e das flutuações na importância das espécies. Neste contexto, *Podocarpus lambertii* assume papel fundamental na caracterização da paisagem, distinguindo estas florestas das outras formações florestais do Estado (Giongo & Waechter 2007). Esta espécie não somente está entre as dominantes dentro das três florestas estudadas, como também se destaca na composição dos capões e dos pequenos agrupamentos de espécies arbóreas de porte reduzido característicos da região. *Sebastiania commersoniana* e *Lithraea brasiliensis* também são espécies que estão entre as espécies mais importantes dentro das florestas e entre as que formam os agrupamentos em meio ao campo. *Schinus lentiscifolius*, *S. polygamus*, *Maytenus muelleri*, *Scutia buxifolia* e *Berberis laurina*, esta última arbustiva, também são espécies importantes na composição destes agrupamentos, mas muito raramente são encontradas dentro da floresta.

No interior das florestas, além das espécies amostradas nas três áreas de estudo, também foram observadas *Cedrela fissilis* (Meliaceae) e *Alsophila setosa* (Cyatheaceae) na encosta, *Salix humboldtiana* (Salicaceae) na baixada e *Syagrus romanzoffiana* e *Butia capitata* (Arecaceae) em ambas.

A riqueza e a diversidade alfa encontradas para as florestas da Serra das Encantadas representam valores intermediários em relação a outros levantamentos realizados na região central e

meridional do Rio Grande do Sul (Bencke & Soares 1998, Jarenkow & Waechter 2001, Jurinitz & Jarenkow 2003, Lindenmaier & Budke 2006). Porém, num contexto mais amplo, as florestas estacionais subtropicais são menos ricas e diversas do que as florestas estacionais tropicais do sudeste do Brasil (Rodrigues *et al.* 1989, Carvalho *et al.* 2000, Botrel *et al.* 2002, Espírito-Santo *et al.* 2002, Rodrigues *et al.* 2003).

O aumento da diversidade alfa entre os três ambientes não ocorre no sentido baixada, encosta e topo. A baixada apresentou o menor valor e a encosta o maior, com índices significativamente diferentes entre si. O valor encontrado para o topo foi intermediário, não diferindo significativamente nem da baixada e nem da encosta. Segundo Fox & Connell (1979) ao longo de gradientes ambientais a maior diversidade é encontrada nos ambientes intermediários e não nos extremos. Esta parece ser a situação observada ao longo do gradiente topográfico estudado. As principais implicações topográficas na baixada são as enchentes associadas às condições de drenagem imperfeita e os solos relativamente mais profundos, com poucos afloramentos rochosos. No topo, os solos são muito rasos e bem drenados, e a camada de rocha exposta é quase contínua. Neste contexto, a encosta representa uma ambiente de condições intermediárias, onde não há enchentes, a drenagem não é excessiva, a profundidade do solo é variável e a cobertura por afloramentos graníticos, apesar de abundante, não ocupa a maior parte da área.

A maior diversidade alfa na encosta também pode ser explicada pela diferenciação ambiental existente na área, uma vez que a diversidade vegetal é uma função da diversidade de condições ambientais existentes no sistema (Fox e Connell 1979, Gentry 1988, Balvanera *et al.* 2002). A encosta apresenta desde ambientes relativamente mais secos nas margens da floresta até mais úmidos na ravina, viabilizando a ocorrência de espécies higrófilas, como *Nectandra megapotamica* e *Cabralea canjerana*, relacionadas às florestas tropicais (Giongo e Waechter 2007). Além disso, várias espécies comumente associadas às fases de sucessão mais avançadas, como *C. canjerana*, *N. megapotamica* e *Diospyros incostans*, estão presentes exclusivamente ou em maior abundância na encosta, sugerindo o estágio sucessional mais avançado desta floresta em relação à baixada e ao topo (Backes & Irgang 2002, Longhi *et al.* 2005, Longhi *et al.* 2006).

Os valores de diversidade beta calculados para as áreas duas a duas seguem tendência contrária aos valores de similaridade. Esta antagônica dos dois índices é esperada, pois conceitualmente a diversidade beta é uma medida de dissimilaridade, ou seja, complementar à similaridade (Felfili e Felfili 2001, Balvanera *et al.* 2002).

O valor encontrado para a diversidade beta através de todo o gradiente não sugere acentuada substituição de espécies. Porém grande parte da variação ambiental existente ao longo da paisagem consiste em diferenças na abundância das espécies entre as áreas. Como o índice de diversidade beta de Wittaker considera apenas dados de presença e ausência, ele não é capaz de captá-las.

Vários autores defendem que a distribuição e substituição de espécies através da paisagem são determinadas principalmente pelas limitações de dispersão relacionadas à distância e à heterogeneidade ambiental (Condit *et al.* 2002, Balvanera *et al.* 2002, Chust *et al.* 2006, Paoli *et al.* 2006). No caso estudado a distância não parece ser relevante, uma vez que a similaridade é maior entre as áreas da baixada e do topo, relativamente mais distantes, do que entre a baixada e a encosta, relativamente mais próximas. A manutenção da beta diversidade envolve processos relacionados à dinâmica local de especiação e extinção (Paoli *et al.* 2006). Uma vez que a distância entre os ambientes estudados não parece limitar a migração entre eles, é provável que espécies exclusivas da encosta, por exemplo, consigam germinar na baixada ou no topo após um evento de dispersão bem sucedido, porém não consigam se estabelecer em tais condições.

Além das implicações relacionadas à riqueza, diversidade, e abundância, as variações ambientais produzidas pela topografia também podem influenciar a estrutura das florestas (Basnet 1992, Carvalho *et al.* 2005, Botrel *et al.* 2002). No topo, apesar da existência de grandes blocos de granito que impedem a colonização em certos locais, a densidade de indivíduos é maior do que nas outras duas áreas. As espécies presentes neste ambiente apresentam a capacidade de se estabelecerem sobre pequenas porções de solo, aproveitando fraturas da camada rochosa, porém nestas condições são raros os indivíduos de grande porte. As baixas médias de altura e diâmetro encontradas para o topo contrastam com valores mais altos observado na baixada e na encosta, onde os solos são menos rasos e a média de indivíduos é menor.

Para que as variações da vegetação ao longo dos gradientes sejam melhor compreendidas é necessário levar em consideração diferenças na distribuição das espécies e as suas relações com a heterogeneidade ambiental (Condit *et al.* 2002). As análises multivariadas realizadas a partir dos dados de composição e densidade de espécies originaram ordenações onde o formato de ferradura assumido pela nuvem de pontos indica a existência de um gradiente ambiental bem marcado ao longo da paisagem. Dentro desta conformação, a proximidade dos pontos que representam sub-amostras de um mesmo ambiente evidencia a distinção existente entre eles. No contexto maior, ao longo do contínuo de pontos, observa-se em um extremo do gradiente a floresta da baixada, dominada por *S. commersoniana*, com a menor riqueza de espécies e a menor equidade. Na porção intermediária encontra-se a floresta da encosta co-dominada por *S. commersoniana*, *P. lambertii* e *L. brasiliensis*, com a maior riqueza e a maior equidade. E no extremo final está a floresta do topo, dominada por *P. lambertii*, com riqueza e equidade intermediárias.

As três comunidades arbóreas evidenciadas ao longo do gradiente topográfico estudado parecem representar adequadamente as formações florestais da Serra das Encantadas que ocupam áreas de diferentes condições ambientais na paisagem. As variações mais relacionadas à densidade de espécies do que à composição indicam a unidade florística destas florestas, caracterizadas

principalmente pela abundante presença de *P. lambertii* e pela baixa participação de espécies de Fabaceae. Estas peculiaridades são aqui entendidas como elementos distintivos em relação a outras florestais estacionais do Estado.

A despeito das controvérsias relacionadas à origem natural ou antrópica dos campos da Serra do Sudeste, a existência de formações florestais em diferentes segmentos da paisagem sugere que as condições climáticas atuais favorecem as formações arbóreas. As variações observadas provavelmente são influenciadas pelas características topográficas e pelas condições pedológicas associadas, idéia concordante com as relações entre clima e vegetação geralmente mencionados para a maior parte do Rio Grande do Sul ou mesmo do Brasil meridional (Lindman 1906, Rambo 1956, Leite & Klein 1990, Pillar & Quadros 1997, Quadros & Pillar 2002, Roderjan *et al.* 2002).

**Agradecimentos:** À senhora Elfriede Lau por permitir a realização deste estudo dentro da sua propriedade e dar todo o apoio possível aos autores. Aos biólogos Eduardo Luís Hettwer Giehl, doutorando do PPG-BOT/UFRGS, e Jair Gilberto Kray pelo auxílio na obtenção dos dados ambientais. Ao senhor Gavino de Jesus por todo o auxílio e companheirismo em campo. Ao PPG-BOT/UFRGS por oferecer a infra-estrutura necessária ao andamento das pesquisas. Ao CNPq pela bolsa concedida à primeira autora.

### **Referências bibliográficas**

- Appolinário, V., Oliveira Filho, A.T. & Guilherme, F.A.G. 2005. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica** 28(2): 347-360.
- Araujo, M.C., Longhi, S.J., Brena, D.A., Barros, P.L.C. & Franco, S. 2004. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de floresta estacional decidual aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal** 14:133-147.
- Backes, P. & Irgang, B. 2002. **Árvores do Sul – Guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Cruz do Sul. Instituto Souza Cruz.
- Balvanera, P., Lott, E., Segura, G., Siebe, C. & Islas, A. 2002. Patterns of b-diversity in a Mexican tropical dry forest. **Journal of Vegetation Science** 13: 145-158.
- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest of Puerto Rico. **Biotropica** 24(1): 31-42.
- Bauermann, S.G., Neves, P.C.P., Augustin, R. & Irgang, B.E. 2000. Dispersão polínica no recente do município de Encruzilhada do Sul, Brasil. **Pesquisas, Ser. Bot.** 50: 137-151.

- Bencke, C.S.C. & Soares, J. 1998. Estudo fitossociológico da vegetação arbórea de uma área de floresta estacional em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisas**, ser. bot. 10(1/2): 37-57.
- Bendix, J. Scale, Direction, and Pattern in Riparian Vegetation-Environment Relationships. **Annals of Association of American Geographers** 84(4): 652-665.
- Botrel, R.T., Oiveira Filho, A.T., Rodrigues, L.A. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 25(2): 195-213.
- Brack, P., Bueno, R.M., Falkenberg, D., Paiva, M.R.C., Sobral & M., Stehmann, J.R. 1985. Levantamento florístico do Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, Rio Grande do Sul, Brasil. **Roessléria** 7(1): 69-94.
- Brasil. Ministério da agricultura. 1973. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife. DNPEA.
- Braun-Blanquet, J. 1979. **Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid. H. Blume.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre a distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica** 25(3): 277-289.
- Carvalho, D.A., Oliveira-Filho, A.T., Vilela E.A. & Curi, N. 2005. Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta semidecidual, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Rita (Itambé do Mato Dentro, MG). **Acta Botanica Brasilica** 14(1): 37-55.
- Carvalho, D.A., Oliveira Filho, A.T., Vilela E.A., Curi, N., Van Den Berg, E., Fontes, M.A.L. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28(2): 329-345.
- Cattanio, J.H., Anderson, A.B. & Carvalho, M.S. 2002. Floristic composition and topographic variation in a tidal floodplain forest in the Amazonian Estuary. **Revista Brasileira de Botânica** 25(4): 419-430.
- Chust, G., Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., Lao, S. & Pérez, R. 2006. Determinants and spatial modeling of tree  $\beta$ -diversity in a tropical forest landscape in Panama. **Journal of Vegetation Science** 17: 83-92.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh Jr, E.G., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R.B., Núñez V., P., Aguilar, S., Valencia, R., Villa, G., Muller-Landau, H.C., Losos, E. & Hubbell, S.P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. **Science** 295: 666-669.

- Daniel, A. 1991. Estudo fitossociológico arbóreo/arbustivo da mata ripária na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. **Pesquisas**, Ser. Bot. 42: 15-199.
- Dias, L.L., Vasconcelos, J.M.O., Silva, C.P., Sobral, M., Benedeti, M.H.B. 1992. Levantamento florístico de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo - RS. **Revista do Instituto Florestal 4**: 339-346.
- Duivenvoorden, J.F., Svenning, J.C. & WRIGHT, S.J. 2002. Beta diversity in tropical forests. **Science 295**: 636-637.
- Espírito-Santo, F.D.B, Oliveira-Filho, A.T., Machado, E.L.M., Souza, J.S., Fontes, M.A.L. & Marques, J.J.G.S.M. 2002. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica 16**(3): 331-356.
- Felfili, M.C. & Felfili, J.M. 2001. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botânica Brasilica 15**(2):243-254.
- Fox, J.F. & Connell, J.H. 1979. Intermediate-disturbance hypothesis. **Science 204**: 1344-1345.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden 75**: 1-34.
- Giongo, C. & Waechter, J.L. 2007. Estrutura espacial de uma floresta mista com *Podocarpus* na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, submetido em 17/01/2007.
- Givnish, T.J. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. **Journal of Ecology 87**: 193-210.
- Herrmann, M.L.P. & Rosa, R.O. 1990. Relevô. Pp. 55-84. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Vol 2. Rio de Janeiro. IBGE.
- IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil - primeira aproximação**. Rio de Janeiro. IBGE. (WEB: <<<http://www.ibge.gov.br>>> acesso em 17/01/2007).
- INMET. 2006. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. (disponível em <<<http://www.agritempo.gov.br>>> acesso em 04/07/2006).
- Jarenkow, J.A. & Waechter, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 24**(3): 263-272.
- Jones, M.M., Tuomisto, H., Clark, D.B. & Olivas, P. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. **Journal of Ecology 94**: 181-195.
- Jurinitz, C.F. & Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica 26**(4): 475-487.

- Kaul, P.F.T. 1990. Geologia. Pp. 29-54. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Vol 2. Rio de Janeiro. IBGE.
- Kubota, Y., Murata, H. & Kikuzawa, K. 2004. Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. **Journal of Ecology** **92**: 230-240.
- LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. Pp. 113-150. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Vol 2. Rio de Janeiro. IBGE.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitogeográfico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente** **24**: 51-73.
- Lindenmaier, D.S. & Budke, J.C. 2006. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na Bacia do rio Jacuí, Sul do Brasil. **Pesquisas, Ser. Bot.** **57**:193-216.
- Longhi, S.J., Brun, E.J., Oliveira, D.M., Fialho, L.E.B., Wojciechowski & J.C. Vaccaro, S. 2005. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal** **15**(4): 359-370.
- Longhi, S.J., Brena, D.A., Gomes, J.F., Narvaes, I.S., Berger, G. & Soligo, A.J. 2006. Classificação e caracterização de estágios sucessionais em remanescentes de floresta ombrófila mista na Flona de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Florestal** **16**(2): 113-125.
- Maas, P.J.M. & Westra, L.Y.T. 2005. **Neotropical plant families**. Ruggell. A.R.G. Gantner.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton. Princeton University.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.
- Moreno, M.I.C. & Schiavini, I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia. **Revista Brasileira de Botânica** **24**(4): 537-544.
- Mota, F.S., Goedert, C.O., Lopes, N.F., Garcez J.R.B. & Gomes, A.S. 1970. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **5**:1-27.
- Nascimento, C.E.S., Rodal, M.J.N. & Cavalcanti, A.C. 2003. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**(3): 271-287.
- Paoli, G.D., Curran, L.M. & Zak, D.R. 2006. Soil nutrients and beta diversity in the Bornean Dipterocarpaceae: evidence for niche partitioning by tropical rain forest trees. **Journal of Ecology** **94**: 157-170.
- Picada, R.S. 1971. Ensaio sobre a tectônica do escudo sul-riograndense: caracterização dos sistemas de falhas. Pp 1: 167-191. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Geologia**. São Paulo. SBG.
- Pielou, E. C. 1969. **An introduction to mathematical ecology**. New York. Wiley-Interscience.

- Pillar, V.P. & Quadros, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses** **12**(2-3): 119-126.
- Pillar, V.P. 2001. **MULTIV - Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling** -User's guide v 2.1.
- Quadros, F.L.F. & Pillar, V.P. 2002. Transições floresta-campo no Rio Grande Sul. **Ciência e Ambiente** **24**: 109-118.
- Rambo, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2 ed. São Leopoldo. Unisinos.
- Rodrigues, R.R., Morellato, L.Pc., Joly, C.A. & Leitão Filho, H.F.L. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **12**: 71-84.
- Rodrigues, L.A., Carvalho, D.A., Oliveira Filho, A.T., Botrel, R.T. & Silva, E.A. 2003. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. **Acta Botanica Brasilica** **17**(1): 71-87.
- Shepherd, D.J. 1995. FITOPAC 2: manual de usuário. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, F.C., Fonseca, E.P., Soares-Silva, L.H., Muller, C. & Bianchini, E. 1995. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da Bacia do Rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. **Acta Botanica Brasilica** **9**(2): 289-302.
- Soares-Silva, L.H. & Barroso, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina - PR, Brasil. Pp. 101-112. In: **Anais do 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**. Campinas. SBSP.
- Sobral, M., Jarenkow, J.A., Brack, P., Irgang, B., Larocca, J. & Rodrigues, R.S. 2006. **Flora arborecente do Rio Grande do Sul**. São Carlos. Rima.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica sistemática**. Nova Odessa. Plantarum.
- Waechter, J.L. 1998. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. Pp. 332-341. In: **Proceedings of the 15th World Orchid Conference**. São Paulo. Naturalia.
- Wilson, M.V. & Shmida, A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. **Journal of Ecology** **72**(3): 1055-1064.

Tabela 1. Parâmetros químicos analisados nas amostras de solo provenientes das três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Bai = baixada; Ems = encosta margem sul; Eis = encosta interior sul; Eic = encosta interior centro; Ein = encosta interior norte; Emn = encosta margem norte; Top = topo).

Amostra	Unidade	Bai	Ems	Eis	Eic	Ein	Emn	Top
CTC <sub>Al</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
CTC <sub>bases</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	55	69	77	75	83	78	38
pH	H <sub>2</sub> O	5,2	5,5	6,0	5,8	6,1	6,0	5,0
MO	%	2,9	6,7	8,3	6,4	6,6	5,4	9,3
Ca trc	cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	3,8	6,4	9,1	9,8	9,6	8,1	5,0
Mg trc	cmol <sub>c</sub> .dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	0,8	1,8	2,1	1,9	1,8	1,2	1,8
K	mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	61	204	174	220	226	200	333
B	mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4
Zn	mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	6,9	6,9	6,7	6,1	11,0	8,7	4,3
Cu	mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	0,7	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4
S	mg.dm <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	7,3	6,5	6,7	7,7	8,6	6,3	9,6

Tabela 2: Famílias e espécies arbóreas encontradas nas três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Família	Espécie
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand
Annonaceae	<i>Rollinia salicifolia</i> Schltdl.
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek <i>Ilex dumosa</i> Reissek
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze
Asteraceae	<i>Baccharis</i> cf. <i>angusticeps</i> Dusén <i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera <i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs
Fabaceae	<i>Erythrina cristagalli</i> L.
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke <i>Aegiphila brachiata</i> Vell.
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm. <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees <i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.
Melastomataceae	<i>Miconia hiemalis</i> A. St.-Hil. & Naudin ex Naudin
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. <i>Trichilia clausenii</i> C.DC.
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq. <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanjouw & Boer
Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> cf. <i>lorentziana</i> (Mez) Arechav. <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg <i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess. <i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D. Legrand & Kausel. <i>Myrcia palustris</i> DC. <i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand <i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg <i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg <i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott <i>Psidium cattleyanum</i> Sabine
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.
Rubiaceae	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.

(cont.)

Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
Salicaceae	<i>Casearia silvestris</i> Sw. <i>Casearia decandra</i> Jacq. <i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth. <i>Banara tomentosa</i> Clos <i>Xylosma</i> cf. <i>pseudosalzmannii</i> Sleumer
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. <i>Cupania vernalis</i> Cambess. <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.
Verbenaceae	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke

---

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, em ordem decrescente de valor de cobertura (Vcob). (Ni = número de indivíduos da espécie i; ABi = área basal total da espécie i, em dm<sup>2</sup>).

No.	Espécies	Baixada		Encosta		Topo		Total Vcob
		Ni	ABi	Ni	ABi	Ni	ABi	
1.	<i>Sebastiania commersoniana</i>	113	244,15	76	119,92	34	36,92	15,03
2.	<i>Podocarpus lambertii</i>	28	94,92	53	88,01	110	221,05	13,36
3.	<i>Lithraea brasiliensis</i>	7	20,24	32	132,53	66	145,41	8,46
4.	<i>Ocotea pulchella</i>	41	162,16	12	83,73	31	52,59	8,10
5.	<i>Matayba elaeagnoides</i>	49	141,17	4	12,78	10	16,30	5,40
6.	<i>Casearia decandra</i>	30	49,94	19	12,06	46	30,42	4,81
7.	<i>Casearia silvestris</i>	0	0,00	44	25,74	64	47,39	4,61
8.	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	16	19,21	42	76,55	13	22,45	4,42
9.	<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	0	0,00	11	33,20	50	57,06	3,39
10.	<i>Eugenia uruguayensis</i>	36	20,67	3	1,83	15	4,82	2,48
11.	<i>Vitex megapotamica</i>	11	22,42	3	6,64	21	33,25	2,28
12.	<i>Cabrlea canjerana</i>	0	0,00	18	103,28	1	1,09	2,26
13.	<i>Erythrina crista-galli</i>	8	104,49	0	0,00	0	0,00	2,15
14.	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	7,32	12	9,74	26	17,24	1,95
15.	<i>Luehea divaricata</i>	0	0,00	10	89,72	0	0,00	1,73
16.	<i>Allophylus edulis</i>	3	3,74	14	39,00	6	4,42	1,52
17.	<i>Ilex dumosa</i>	0	0,00	0	0,00	14	52,14	1,41
18.	<i>Nectandra megapotamica</i>	0	0,00	10	58,58	0	0,00	1,25
19.	<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0,00	3	10,34	4	37,52	1,11
20.	<i>Cupania vernalis</i>	10	5,55	9	6,72	3	2,17	1,05
21.	<i>Diospyros inconstans</i>	1	0,26	10	19,43	5	6,35	0,95
22.	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	8	27,25	1	1,99	0	0,00	0,87
23.	<i>Myrciaria delicatula</i>	1	0,35	0	0,00	24	8,00	0,87
24.	<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0,00	3	18,15	6	15,69	0,86
25.	<i>Myrcianthes pungens</i>	1	1,54	16	12,27	0	0,00	0,81
26.	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	12	5,81	3	1,42	2	0,52	0,78
27.	<i>Symplocos uniflora</i>	2	5,22	5	6,45	6	5,52	0,72
28.	<i>Cinnamomum amoenum</i>	0	0,00	7	25,18	0	0,00	0,63
29.	<i>Myrcia palustris</i>	4	1,67	5	1,55	4	2,68	0,55
30.	<i>Citharexylum montevidense</i>	1	0,58	5	16,31	1	0,23	0,51
31.	<i>Myrciaria cuspidata</i>	0	0,00	0	0,00	13	5,69	0,47
32.	<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	8	3,08	0	0,00	2	0,61	0,45
33.	<i>Araucaria angustifolia</i>	0	0,00	6	3,11	3	5,01	0,44
34.	<i>Styrax leprosus</i>	0	0,00	8	4,87	2	0,61	0,42
35.	<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	0,50	3	1,58	4	5,87	0,40
36.	<i>Banara tomentosa</i>	1	4,69	4	4,49	0	0,00	0,33
37.	<i>Banara parviflora</i>	0	0,00	6	7,91	0	0,00	0,33
38.	<i>Ilex brevicuspis</i>	0	0,00	6	6,82	0	0,00	0,31
39.	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	2,24	4	3,96	0	0,00	0,28

(cont.)

40.	<i>Ocotea puberula</i>	0	0,00	1	14,98	0	0,00	0,27
41.	<i>Myrsine coreacea</i>	2	1,05	0	0,00	4	1,28	0,24
42.	<i>Trichilia claussenii</i>	0	0,00	3	6,21	0	0,00	0,20
43.	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0	0,00	1	4,13	2	1,91	0,19
44.	<i>Cestrum intermedium</i>	0	0,00	4	2,48	0	0,00	0,18
45.	<i>Soroceae bonplandii</i>	0	0,00	3	2,77	0	0,00	0,15
46.	<i>Rollinia salicifolia</i>	0	0,00	3	2,63	0	0,00	0,14
47.	<i>Gochnatia polymorpha</i>	1	0,87	0	0,00	2	1,05	0,13
48.	<i>Dodonaea viscosa</i>	0	0,00	0	0,00	3	1,41	0,11
49.	<i>Prunus myrtifolium</i>	1	1,54	0	0,00	1	0,42	0,10
50.	<i>Scutia buxifolia</i>	2	0,92	0	0,00	0	0,00	0,10
51.	<i>Miconia hiemalis</i>	0	0,00	0	0,00	3	0,69	0,10
52.	<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	0	0,00	1	0,67	1	0,23	0,08
53.	<i>Baccharis cf. angusticeps</i>	0	0,00	0	0,00	1	1,91	0,07
54.	<i>Citronella gongonha</i>	1	1,31	0	0,00	0	0,00	0,06
55.	<i>Aegiphila brachiata</i>	1	0,50	0	0,00	0	0,00	0,05
56.	<i>Acca sellowiana</i>	0	0,00	1	0,82	0	0,00	0,05
57.	<i>Guettarda uruguensis</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0,03
58.	<i>Psidium catleyanum</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0,03
Soma		406	955,36	484	1 080,55	605	848,53	100

Tabela 4: Parâmetros estimados para as florestas da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. As semelhanças e diferenças estatísticas são indicadas pelas letras após os valores avaliados, letras iguais representam valores estatisticamente indistintos.

Parâmetro		Baixada	Encosta	Topo
Diâmetro máximo	cm	57	76	60
Diâmetro médio	cm	14,35a	13,93a	11,75b
Diâmetro mínimo	cm	5	5	5
Área Basal total	m <sup>2</sup>	9,554	10,806	8,313
Altura máxima	m	15	19	13
Altura média	m	8,04a	9,12b	6,28c
Altura mínima	m	3	2	2
Número de indivíduos vivos	Ni	406	484	605
Número médio de indivíduos	Nm	13,53a	16,13a	20,17b
Número de indivíduos mortos	N <sub>†</sub>	28	34	42
Número de espécies	S	31	42	39
Número de famílias	F	19	24	23
Índice de diversidade	H'	2,534a	3,131b	2,880ab
Índice de equidade	J	0,738	0,838	0,786

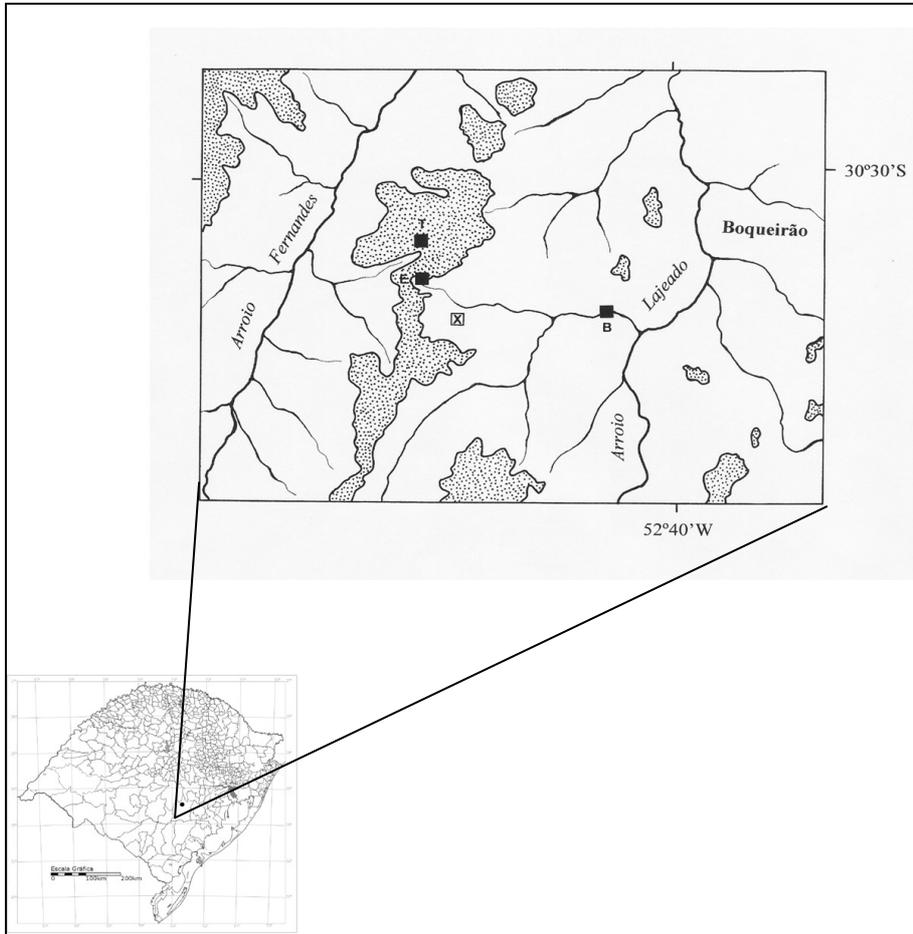


Figura 1. Distribuição das três áreas de estudo (quadrados negros) em mapa simplificado baseado na carta do exército (Folha de Encruzilhada do Sul): B = baixada; E = encosta; T = topo; X = sede da Fazenda Xafri. As áreas pontilhadas representam as cotas superiores a 400 m altitude.

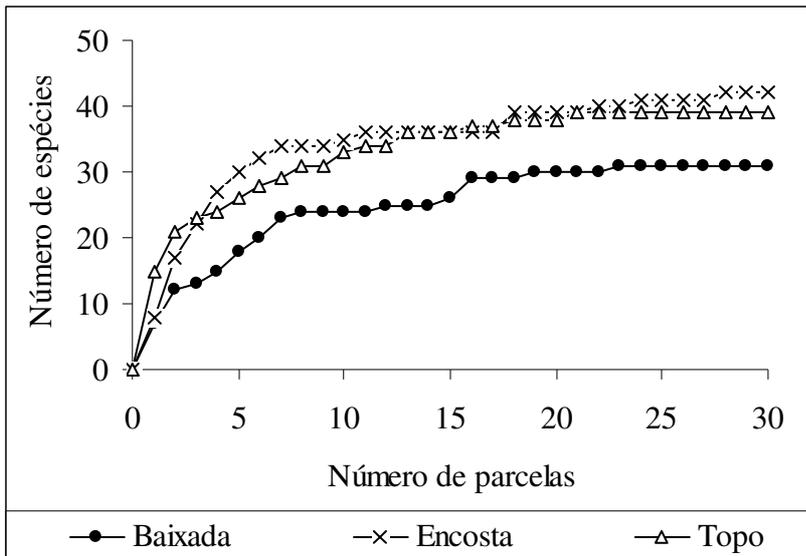


Figura 2. Relação cumulativa entre o número de parcelas e o número de espécies nas três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil (critério de inclusão  $DAP \geq 5$  cm).

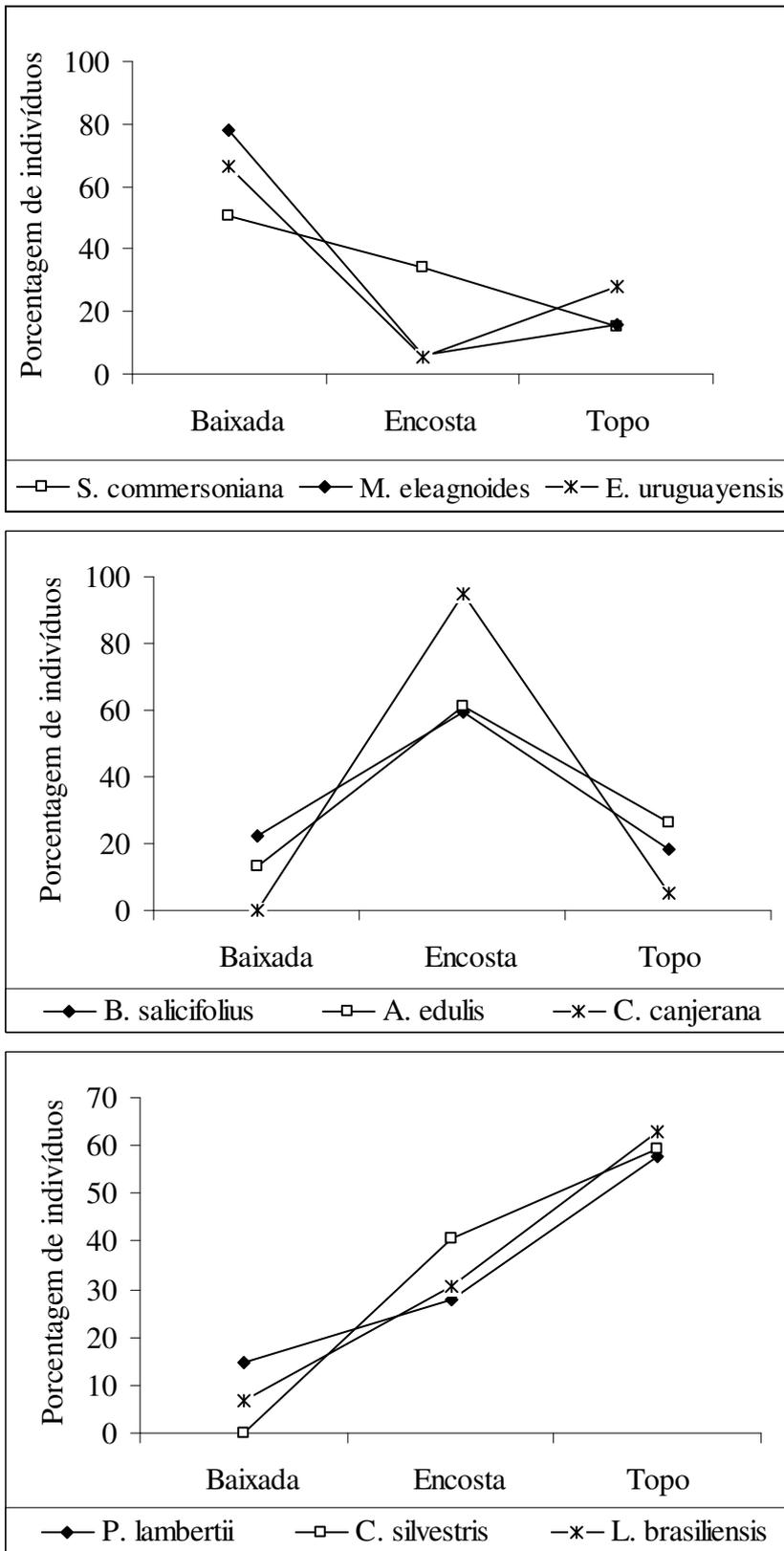


Figura 3. Porcentagem de indivíduos das espécies com maior densidade nas três florestas da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

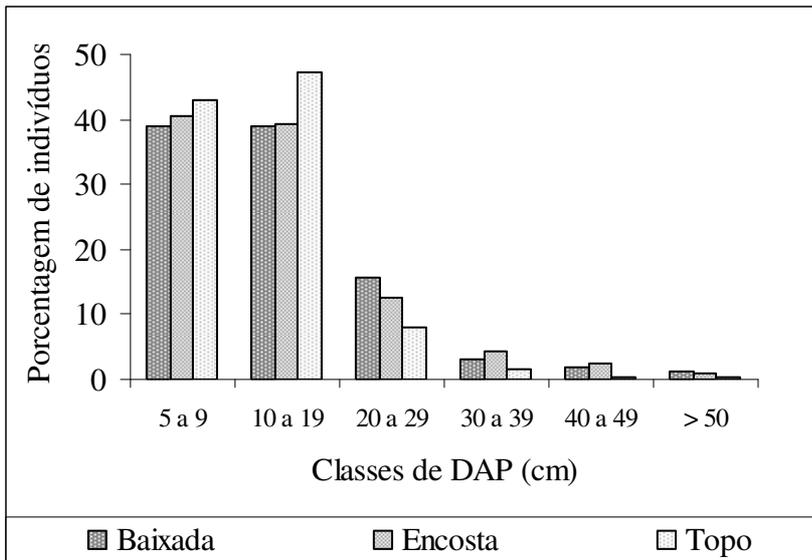


Figura 4. Distribuição dos indivíduos arbóreos amostrados entre classes de diâmetro nas três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

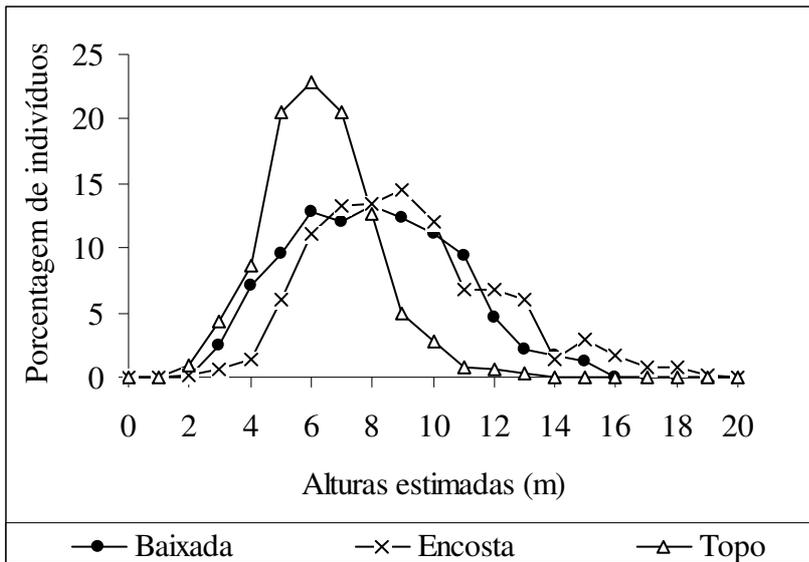


Figura 5. Distribuição das alturas dos indivíduos arbóreos amostrados nas três florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

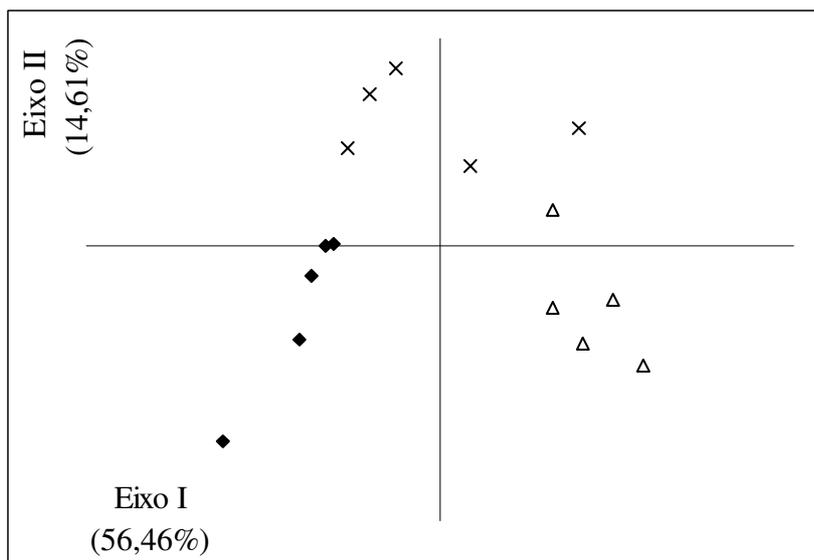


Figura 6. Diagrama de ordenação das subamostras de 0,06 ha nos três ambientes estudados na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. DAP mínimo igual a 5 cm, excluindo espécies com menos de 5 indivíduos. Análise de coordenadas principais sobre matriz de distâncias euclidianas. (eixo I = 56,46 % e eixo II = 14,61 %; legenda: losangos = baixada, cruzes = encosta, triângulos = topo).

## Considerações finais

A Serra das Encantadas é uma região montanhosa, de relevo suavemente ondulado, rica em nascentes, onde predominam neossolos litólicos rasos, desenvolvidos sobre granito, com baixa capacidade de armazenamento de água. Neste setor da Serra do Sudeste, a presença de formações arbóreas parece estar intimamente relacionada à umidade do solo, frequentemente constatada pela presença de água corrente ou por uma porção de solo encharcado, observadas mesmo nas áreas mais altas. Esta relação estreita entre a disponibilidade hídrica e a presença de vegetação arbórea provavelmente é acentuada pela existência de um período de déficit hídrico na região, quando estas reservas tornam-se mais importantes.

As três comunidades arbóreas estudadas em Encruzilhada do Sul apresentam como principais características a abundante presença *Podocarpus lambertii*, a riqueza mais baixa em relação a outras florestas do Rio Grande do Sul e a baixa participação de espécies de Fabaceae. Estas peculiaridades estão relacionadas às condições ambientais diferenciadas exibidas pela Serra das Encantadas, entre as quais se destacam a situação geográfica relativamente austral e continental e as altitudes moderadas, que determinam um clima regional relativamente mais frio e seco. Há uma visível unidade entre as três comunidades e as variações observadas provavelmente são influenciadas pelas características topográficas e pelas condições pedológicas associadas. Assim, neste trabalho procurou-se destacar estas florestas de outras formações florestais do Estado através da denominação de florestas mistas com *Podocarpus*.

A floresta da encosta estudada parece estar em processo de expansão sobre o campo e em adiantado estágio sucessional. As pioneiras *Lithraea brasiliensis*, *Sebastiania commersoniana* e *P. lambertii* têm grande importância nas faixas marginais, porém todas apresentam potencial de regeneração natural relativamente baixo, especialmente *L. brasiliensis*. Por outro lado, dentro da comunidade há uma alta proporção de indivíduos juvenis, sugerindo boa capacidade de automanutenção. Além disso, nas faixas interiores são observados indivíduos adultos de espécies climáticas como *Cabralea canjerana* e *Nectandra megapotamica*, indicando estágios de sucessão mais adiantados.

A tendência ao desenvolvimento e expansão constatada na floresta de encosta e a existência de formações florestais em diferentes segmentos da paisagem sugerem que as condições climáticas atuais favoreçam as formações florestais. Esta tendência, porém, parece esbarrar na pecuária desenvolvida na região há séculos e na substituição progressiva e indiscriminada da vegetação original por lavouras e por monoculturas de espécies arbóreas exóticas.

A singularidade das formações florestais da região interior da Serra do Sudeste aqui estudadas vem a reforçar a necessidade de preservação do Bioma Pampa, especialmente diante das

políticas de desenvolvimento que vêm sendo adotadas para a metade sul do Estado. Neste contexto de descaso e destruição as florestas da Fazenda Xafri são áreas bem preservadas, com poucos sinais de perturbações ocorridas no passado, que constituem excelentes áreas de estudo para diversas abordagens.

A fazenda Xafri contempla áreas de campos, vassorais e comunidades arbóreas em diversos estádios sucessionais que permitem investigações relacionadas à sucessão e à transição do campo para a floresta. Uma das grandes incógnitas sobre a vegetação da região é se a manutenção do campo está realmente relacionada à pressão de pastejo. Esta hipótese pode ser testada através de um estudo de dinâmica, isolando e excluindo o gado em uma área de campo próxima a uma floresta.

A própria composição florística da região consiste em objeto de um interessante estudo fitogeográfico, uma vez que contempla espécies de diversos contingentes florísticos. Algumas espécies que caracterizam a região, como *P. lambertii* e *Butia capitata* merecem destaque através do estudo das suas populações locais.

Faltam estudos sobre a fauna e sobre as relações desta com a flora. Especialmente investigações relacionadas à predação, polinização e dispersão das espécies arbóreas e da movimentação destes agentes entre as manchas florestais.

As possibilidades de investigações científicas oferecidas pela vegetação da região estudada são muito amplas e merecem atenção dos pesquisadores. Os esforços empregados neste estudo forneceram importantes informações sobre a composição, estrutura e ecologia destas florestas, porém muito ainda precisa ser feito.

Anexo I. Matriz de densidade das espécies para os três componentes nas cinco faixas de amostragem da floresta da Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. (Rsul = regenerante lado sul, Rnor = regenerante lado norte, Ssul = sub-bosque lado sul, Snor = sub-bosque lado norte, Dsul = dossel lado sul, Dnor = dossel lado norte).

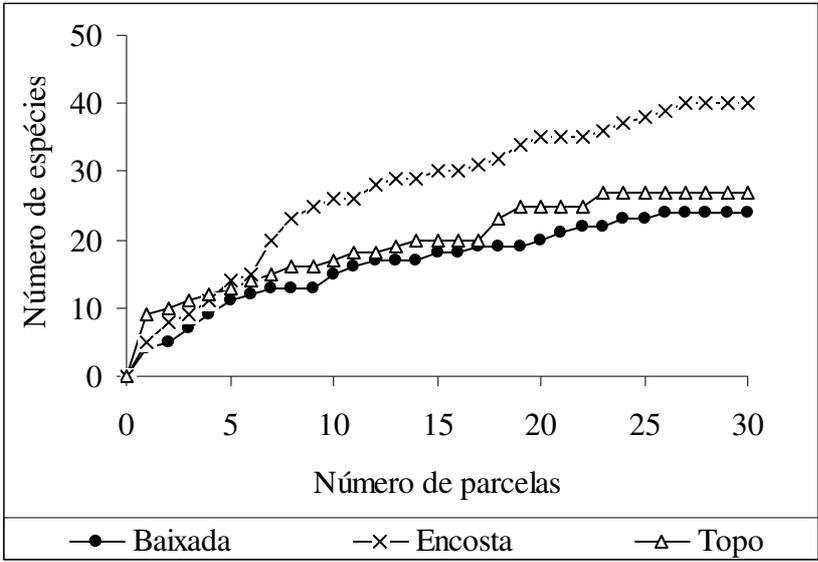
Espécie	Rsul	Rnor	Ssul	Snor	Dsul	Dnor	Nind
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	41	9	14	5	13	3	85
<i>Casearia silvestris</i>	38	6	25	6	4	2	81
<i>Sebastiania commersoniana</i>	14	5	11	9	21	7	67
<i>Podocarpus lambertii</i>	19	0	10	5	17	13	64
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1	0	5	1	14	6	27
<i>Casearia decandra</i>	6	2	3	8	2	3	24
<i>Cabrlea canjerana</i>	5	0	4	2	2	9	22
<i>Myrcianthes pungens</i>	5	9	4	2	1	0	21
<i>Styrax leprosus</i>	12	4	2	1	1	0	20
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	9	0	5	0	3	0	17
<i>Myrcia palustris</i>	8	2	5	0	0	0	15
<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	2	3	0	1	7	2	15
<i>Allophylus edulis</i>	1	1	2	1	3	6	14
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	8	3	2	0	0	0	13
<i>Cupania vernalis</i>	0	4	5	0	1	1	11
<i>Ilex brevicuspis</i>	4	2	4	0	1	0	11
<i>Ocotea pulchella</i>	3	1	0	1	1	5	11
<i>Cestrum intermedium</i>	0	7	0	3	0	0	10
<i>Diospyros inconstans</i>	2	2	1	2	1	2	10
<i>Nectandra megapotamica</i>	0	1	0	0	1	8	10
<i>Eugenia uruguayensis</i>	6	0	1	1	1	0	9
<i>Banara parviflora</i>	3	0	2	0	1	2	8
<i>Luehea divaricata</i>	0	0	2	0	0	6	8
<i>Cinnamomum amoenum</i>	1	0	2	0	4	0	7
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	2	2	1	0	0	6
<i>Citharexylum montevidense</i>	0	0	1	0	0	4	5
<i>Sorocea bonplandii</i>	1	1	1	1	0	1	5
<i>Symplocos uniflora</i>	0	0	1	0	4	0	5
<i>Banara tomentosa</i>	0	0	0	1	0	3	4
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	3	1	0	0	0	0	4
<i>Rollinia salicifolia</i>	1	1	1	0	1	0	4
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	2	1	0	0	0	3
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	1	0	0	0	1	3
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0	0	0	0	3	0	3
<i>Myrciaria delicatula</i>	2	1	0	0	0	0	3
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0	1	0	1	1	3
<i>Trichilia claussenii</i>	1	0	1	0	0	1	3
<i>Vitex megapotamica</i>	0	0	0	1	0	2	3
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1	0	2	0	0	0	3
<i>Acca sellowiana</i>	0	1	0	0	0	1	2

(cont.)

<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0	0	0	0	2	2
<i>Myrciaria cuspidata</i>	1	1	0	0	0	0	2
<i>Xylosma</i> cf. <i>pseudosalzmannii</i>	1	0	0	1	0	0	2
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cedrela fissilis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inga</i> cf. <i>virescens</i>	0	0	0	0	0	0	0

---

Anexo II: Relação cumulativa entre o número de parcelas amostradas e o número de espécies registradas nas três áreas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil (critério de inclusão DAP  $\geq 10$  cm).



Anexo III. Matriz de densidade das espécies nas sub-amostras de 0,06 ha das florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. DAP mínimo maior ou igual a 5 cm. (Letras maiúsculas indicam o ambiente ao qual pertence a amostra: B = baixada; E = encosta; T = topo).

Espécie	B1	B2	B3	B4	B5	E1	E2	E3	E4	E5	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Acca sellowiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Allophylus edulis</i>	0	1	0	2	0	2	3	2	2	5	1	0	3	2	0
<i>Araucária angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	0	1	0	1
<i>Baccharis cf. lateralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Banara parviflora</i>	0	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0
<i>Banara tomentosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1	4	5	6	0	11	16	7	2	6	2	3	2	6	0
<i>Cabranea canjerana</i>	0	0	0	0	0	2	4	1	11	0	0	0	1	0	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Casearia decandra</i>	7	12	4	2	5	2	3	4	7	3	12	13	7	8	6
<i>Casearia silvestris</i>	0	0	0	0	0	19	10	6	1	8	16	13	10	8	17
<i>Cestrum intermedium</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cinnamomum amoenum</i>	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citharexylum montevidense</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	1	0	0	0	0
<i>Citronella gongonha</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cupania vernalis</i>	0	1	3	4	2	2	4	2	1	0	1	0	1	1	0
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	1	0	3	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Diospyros inconstans</i>	1	0	0	0	0	1	1	4	4	0	0	0	1	3	1
<i>Dodonaea viscosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Erythrina crista-galli</i>	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia uruguayensis</i>	6	8	4	7	11	1	1	0	0	1	1	7	1	1	5
<i>Aegiphila brachiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0
<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>Gochnatia polymorpha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Guettarda uruguayensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ilex brevicuspis</i>	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ilex dumosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	3	5
<i>Lithraea brasiliensis</i>	2	0	1	2	2	15	4	6	1	6	10	16	12	12	16
<i>Luehea divaricata</i>	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	0	0	0	0	0
<i>Matayba elaeagnoides</i>	3	13	5	5	23	0	3	1	0	0	1	0	5	0	4
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	4	2	0	6	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1
<i>Myrcia palustris</i>	1	1	2	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Myrcianthes pungens</i>	0	0	1	0	0	2	3	9	1	1	0	0	0	0	0
<i>Myrciaria cuspidata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	4	3
<i>Myrciaria delicatula</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4	6	4	7
<i>Myrrhimum atropurpureum</i>	3	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	0	0	0	0	0	6	1	1	2	1	12	11	8	11	8
<i>Myrsine coreacea</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
<i>Nectandra megapotamica</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	6	2	0	0	0	0	0

(cont.)

<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Ocotea pulchella</i>	7	8	7	11	8	0	1	5	2	4	9	3	8	3	8
<i>Leandra australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Podocarpus lambertii</i>	4	5	8	8	3	19	8	8	2	16	24	24	19	15	28
<i>Prunus myrtifolium</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Psidium catleyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	1	0	1
<i>Rollinia salicifolia</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scutia buxifolia</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania commersoniana</i>	17	20	22	24	30	8	24	28	5	11	4	14	7	5	4
<i>Sorocea bonplandii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Styrax leprosus</i>	0	0	0	0	0	2	1	4	1	0	1	0	0	1	0
<i>Symplocos uniflora</i>	0	0	1	0	1	4	1	0	0	0	2	0	2	2	0
<i>Trichilia clausenii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Vitex megapotamica</i>	0	3	3	4	1	0	0	0	1	2	3	7	5	2	4
<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0	0	3	2	0	4	4	4	0	0	1	7	6	5	7

---

Anexo IV. Matriz de densidade das espécies nas sub-amostras de 0,1 ha das florestas estudadas na Fazenda Xafri, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. DAP mínimo maior ou igual a 10 cm. (Letras maiúsculas indicam o ambiente ao qual pertence a amostra: B = baixada; E = encosta; T = topo).

Espécies	B1	B2	B3	E1	E2	E3	E4	E5	T1	T2	T3
<i>Allophylus edulis</i>	1	1	0	3	4	1	2	4	0	1	1
<i>Araucaria angustifolia</i>	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	1
<i>Baccaris cf. lateralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Banara parviflora</i>	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0
<i>Banara tomentosa</i>	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0	7	0	12	11	7	0	5	3	3	3
<i>Cabralea canjerana</i>	0	0	0	0	3	2	14	1	0	1	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Casearia decandra</i>	7	4	5	2	1	4	3	4	4	8	5
<i>Casearia silvestris</i>	0	0	0	4	2	1	0	2	8	5	5
<i>Cestrum intermedium</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cinnamomum amoenum</i>	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0
<i>Citharexylum montevidense</i>	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0
<i>Citronella cf. gongonha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cupania vernalis</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	0	3	3	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Diospyros inconstans</i>	0	0	0	3	1	2	3	1	0	1	3
<i>Dodonaea viscosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Erythrina crista-galli</i>	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia uruguayensis</i>	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficus luschnathiana</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	3	3	0
<i>Gochnatia polymorpha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ilex brevicuspis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ilex dumosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	7
<i>Lithraea brasiliensis</i>	2	1	4	15	7	6	1	9	15	19	18
<i>Luehea divaricata</i>	0	0	0	1	2	4	3	3	0	0	0
<i>Matayba elaeagnoides</i>	11	6	15	3	5	0	0	1	1	7	4
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrcia palustris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Myrcianthes pungens</i>	0	1	0	0	1	8	1	1	0	0	0
<i>Myrciaria delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Myrsine cf. lorentziana</i>	0	0	0	8	3	0	1	2	16	11	6
<i>Myrsine coriacea</i>	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Nectandra megapotamica</i>	0	0	0	0	1	1	11	3	0	0	0
<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ocotea pulchella</i>	10	9	12	7	1	4	2	3	8	7	7
<i>Podocarpus lambertii</i>	5	11	6	15	7	4	2	18	29	28	31
<i>Prunus myrtifolia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0

(cont.)

<i>Rollinia salicifolia</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Sebastiania commersoniana</i>	20	22	30	8	17	26	5	5	3	8	1
<i>Sorocea bonplandii</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Styrax leprosus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Symplocos uniflora</i>	0	1	1	4	0	0	0	0	1	1	0
<i>Trichilia claussoni</i>	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0
<i>Vitex megapotamica</i>	1	3	3	1	0	1	0	2	4	5	2
<i>Xylosma cf. pseudosalzmannii</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0	2	1	1	5	2	0	0	6	5	3

---





**A:** Dona Elfriede Lau, proprietária da área. **B:** Prof. Jorge Waechter ao lado de um indivíduo de *Butia capitata*. **C:** Da esquerda para a direita: Sr. Darcy, motorista do PPG-BOT, Dona Celi e Sr. Gavino, caseiros e Dona Elfriede Lau, ao fundo: a Land Rover do pós. **D:** Sr. Gavino e Cecília. **E:** Claudia e Eduardo de limousine campeira. **F:** Jair e Eduardo na floresta de encosta.

Muito obrigada por tudo!!!