

Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras¹

Rubia Cristina Sonogo², Albano Backes² e Alexandre F. Souza^{2,3}

Recebido em 14/08/2006. Aceito em 29/03/2007

RESUMO – (Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras). O presente trabalho teve por objetivo descrever a estrutura e composição do estrato arbóreo de uma Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul utilizando métodos analíticos mistos de fitossociologia tradicional e de rarefação por unidades amostrais. Os dados, amostrados 29 parcelas de 10×10 m, são apresentados através de critérios de inclusão de diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo de 5,0 cm e 10,0 cm, curvas de rarefação baseadas em amostras e estimadores não paramétricos de diversidade, de modo a ampliar seu potencial comparativo com outras comunidades. Segundo o critério de inclusão DAP ≥ 5,0 cm, foram identificadas 41 espécies (índice de Shannon-Wiener (H') = 1,2 nats.ind⁻¹) distribuídas em 32 gêneros, pertencentes a 18 famílias. Segundo o critério de inclusão DAP ≥ 10,0 cm, foram identificadas 35 espécies (índice de Shannon-Wiener (H') = 1,2 nats.ind⁻¹) distribuídas em 26 gêneros, pertencentes a 17 famílias. *Araucaria angustifolia* foi a espécie dominante em densidade e frequência segundo ambos os critérios de inclusão. Os estimadores não-paramétricos estimaram a riqueza mínima da comunidade variando entre 41,1 e 48,7 espécies (DAP ≥ 5,0 cm) e 35,4 e 47,4 espécies (DAP ≥ 10,0 cm). Devido à abordagem analítica utilizada, estes resultados podem ser diretamente comparados aos resultados obtidos em outros estudos que empreguem a mesma abordagem, o que não é possível com a maioria dos estudos similares feitos no Brasil.

Palavras-chave: estimadores não paramétricos de riqueza, fitossociologia, floresta atlântica, rarefação, planalto sul-brasileiro

ABSTRACT – (Tree community structure and composition in a Mixed Ombrophilous Forest in São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State, Brazil). In this paper we describe tree community structure and composition of a Mixed Ombrophilous Forest in São Francisco de Paula National Forest, Rio Grande do Sul, using both traditional phytosociological analyses and plot-based rarefaction methods. Data were collected in 29 10×10 m plots. Results are presented according to the inclusion criteria of diameter at breast height (dbh) of 5.0 cm and 10.0 cm, through sample-based rarefaction curves and non-parametric richness estimators, in order to make quantitative comparisons with other studies valid in the future. Considering individuals with minimum dbh ≥ 5.0 cm, there were 41 species (Shannon-Wiener (H') = 1.15 nat.ind⁻¹) distributed in 32 genera and 18 families. There were 35 species with minimum dbh ≥ 10.0 cm (Shannon-Wiener (H') = 1.22 nat.ind⁻¹) distributed in 26 genera and 17 families. *Araucaria angustifolia* was the dominant species according to both inclusion criteria. The non-parametric richness estimators yielded minimum estimates of species richness for the whole community varying from 41.1 to 48.7 species (dbh ≥ 5,0 cm) and from 35.4 to 47.4 species (dbh ≥ 10,0 cm). Due to the analytical approach we used, these results can be directly compared to results obtained in other studies and presented in similar analytical ways, which is not possible in the majority of related results reported in Brazil.

Key words: Atlantic forest, non-parametric estimators of species richness, phytosociology, rarefaction, Serra Geral

Introdução

Entre as formações florestais do Estado do Rio Grande do Sul, encontra-se a Floresta Ombrófila Mista, formação florestal resultante da interpenetração de floras de origem austral-andina e floras de origem tropical afro-brasileira (Veloso *et al.* 1991). A Floresta Ombrófila Mista é caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que por sua abundância, porte e copas corimbiformes imprime o

aspecto fitofisionômico próprio desta formação. As floras tropicais com as quais apresenta relações florísticas são a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional da Bacia Paraná-Uruguaí (Rambo 1953; Klein 1960; Teixeira *et al.* 1986). A Floresta Ombrófila Mista ocorre intercaladamente com áreas savânicas e estépicas, originando um sistema em mosaico que caracteriza grande parte da paisagem da Região Sul do País (Aubreville 1949; Klein 1960; 1984a; Hueck 1972; Backes 2001).

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira Autora

² Programa de Pós-graduação em Biologia, Diversidade e Manejo da Vida Silvestre, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Av. Unisinos 950, C. Postal 275, 93022-000 São Leopoldo, RS, Brasil

³ Autor para correspondência: afsouza@unisinos.br

Em toda a parte onde a Floresta Ombrófila Mista estabelece contato com a savana, numerosos exemplares de araucária dispersam-se por sobre a mesma, e nas regiões onde o fogo ou outros fatores, não impedem seu avanço, surgem agrupamentos da espécie demonstrando seu potencial de dispersão. O fogo, quer espontâneo ou provocado pelo homem, pode ter contribuído para definir tanto a localização como os limites e servido de barreira para a expansão dos sistemas florestais, particularmente da Floresta Ombrófila Mista, pois plântulas e indivíduos juvenis da araucária são muito sensíveis a queimadas (Aubreville 1949; Klein 1960; Ferreira & Irgang 1979; Pillar & Quadros 1997).

Na Floresta Ombrófila Mista, *Araucaria angustifolia* forma uma cobertura muito característica, por vezes contínua, dando, muitas vezes a impressão de tratar-se de uma formação uniestratificada. No entanto, sob a cobertura das copas das araucárias, encontram-se outras espécies de árvores, arbustos, ervas, epífitos e lianas, que variam em abundância e porte dependendo do local e do estágio de desenvolvimento da comunidade em questão (Lindman 1906; Klein 1960).

Desde o início da colonização, a Floresta Ombrófila Mista, assim como todos os demais sistemas florestais do Estado do Rio Grande do Sul, foram exaustivamente explorados, sem que houvesse qualquer preocupação com a sua preservação ou com a sustentabilidade dos processos extrativistas (Hueck 1972). Em consequência, a Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil encontra-se, no presente, praticamente no limiar do seu desaparecimento. Os raros e diminutos remanescentes ainda existentes, muitos deles profundamente alterados, são encontrados em locais de difícil acesso, em áreas particulares ou nas poucas Unidades de Conservação existentes. A continuidade do sistema florestal em questão constitui hoje um dos maiores desafios para os programas de conservação. Estes devem ser fundamentados no conhecimento da diversidade e da estrutura, capazes de estabelecer estratégias adequadas de manejo, visando principalmente a conservação e o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais. A fitossociologia é um instrumento importante na caracterização de uma comunidade vegetal, pois possibilita quantificar sua composição e estrutura (Rizzini 1976).

Considerando a diversidade de comunidades que formam a Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil, são relativamente raros os estudos de avaliação fitossociológica desse sistema florestal (Labouriau &

Mattos Filho 1948; Longhi & Faehser 1980; Oliveira & Rotta 1982; Jarenkow 1985; Jarenkow & Baptista 1987; Cestaro *et al.* 1986; Roseira, dados não publicados; Negrelle & Silva 1992; Nascimento *et al.* 2001; Mauhs & Backes 2002; Neto *et al.* 2002). Estes trabalhos, entre outros, formam uma base descritiva inicial para o entendimento da ecologia da Floresta Ombrófila Mista que, no entanto, permanece pouco compreendida na maioria de seus aspectos funcionais e de variação geográfica.

A comparação da riqueza de espécies entre comunidades diferentes ou entre amostragens diferentes depende do uso de curvas de amostragem, pois a comparação direta do número observado de espécies ignora as diferenças entre esforços amostrais, entre as distribuições de abundância entre as espécies, assim como diferenças na densidade de indivíduos entre áreas, levando quase sempre a conclusões espúrias (Gotelli & Colwell 2001; Buddle *et al.* 2005). Entretanto, apesar da importância da utilização de curvas de acumulação de espécies para padronização dos dados de estudos envolvendo a diversidade biológica ter sido enfatizada nas últimas três décadas (Simberloff 1972), os estudos de descrição de comunidades vegetais terrestres no Brasil continuam a ser publicados sem essa padronização de dados, tornando o grande volume de informações existente de difícil comparação.

Neste trabalho nosso objetivo foi descrever a estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, utilizando técnicas de análise que tornem os dados disponíveis para comparação com o maior número possível de outros estudos, visando contribuir com a base de dados existente a respeito desta formação florestal. De fato, uma das grandes aplicações recentes dos resultados acumulados de descrições de comunidades florestais brasileiras tem sido a realização de meta-análises, gerando avanços significativos no conhecimento dos padrões fitogeográficos (Oliveira Filho & Fontes 2000; Rodrigues & Nave 2000).

Material e métodos

Área de estudo – Este trabalho foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA, 29°23' a 29°27' S, 50°23' e 50°25' W, 923 m anm). A FLONA ocupa uma área de 1.606,6 ha e situa-se a 27 km da sede do município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. A cobertura vegetal é constituída por formações nativas (56%) e plantações (39%). Entre

as primeiras destacam-se fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, áreas savânicas e áreas úmidas. As plantações constituem áreas de *Araucaria angustifolia* (321,4 ha), *Pinus elliottii* Engelm (216,5 ha), *Pinus taeda* Blanco (23 ha), e *Eucalyptus* spp. (35 ha), sendo que o restante da área (5%) é ocupada por áreas úmidas, estradas, e a sede administrativa.

O clima da região é do tipo Cfb no sistema de Köppen (mesotérmico, úmido, com precipitação uniformemente distribuída durante o ano e verão brando), característico das altitudes maiores da Serra Geral. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro. As geadas são freqüentes e nos invernos mais rigorosos ocorre a formação de neve. A região é afetada por freqüentes e intensos nevoeiros. A precipitação pluviométrica é elevada em todos os meses e a média anual é de 2.252 mm, sendo que a região apresenta os mais altos índices pluviométricos do Estado (Moreno 1961; Nimer 1990; Fernandes & Backes 1998; Backes 1999).

O relevo é caracterizado por uma paisagem ondulada a fortemente acidentada, apresentando fendas de até 90 m de profundidade. Os solos pertencem à unidade de mapeamento Bom Jesus, classificados como cambisolos Bruno húmicos, de textura argilosa, substrato basáltico e de teor ácido (EMBRAPA 1999).

Procedimento amostral – O trabalho foi realizado em uma área de Floresta Ombrófila Mista limitada por plantios de *Araucaria angustifolia* e por uma estrada interna da FLONA. Os dados foram coletados em 29 parcelas de 10×10 m, distribuídas ao longo de cinco transecções de 100 m distanciadas em 20 m uma da outra. As 25 primeiras parcelas foram distribuídas sistematicamente a intervalos de 10 m ao longo das transecções. O levantamento das espécies encontradas nestas parcelas revelou a necessidade de ampliar a amostragem de forma a aproximar o esforço amostral à suficiência amostral. Por esta razão, quatro parcelas adicionais foram distribuídas aleatoriamente entre as cinco transecções mencionadas acima. O número total de parcelas foi definido pela curva observada de acumulação de espécies, após nove parcelas amostradas sem registro de nenhuma espécie nova para o estudo. As transecções foram estabelecidas a uma distância mínima de 50 m da borda florestal mais próxima.

Foram incluídos na amostragem todos os indivíduos citados como árvores e/ou arvoretas em Backes & Nardino (2003), e com diâmetro à altura do peito (DAP) $\geq 5,0$ cm, localizados no interior da parcela ou

que tivessem pelo menos a metade da base do tronco dentro da mesma. As árvores mortas, ainda em pé, também foram registradas, mas não foram incluídas no cálculo dos parâmetros fitossociológicos. Para indivíduos com fustes ramificados, foi medido o perímetro de cada ramo, considerando somente os que tinham o DAP mínimo estabelecido. A área basal destes indivíduos foi obtida pela soma das áreas basais de cada ramo. A altura dos espécimes foi estimada com auxílio de uma vara de 6 m de comprimento.

Descrição e Análise de Dados – As espécies foram identificadas com auxílio de bibliografia especializada, consultas a especialistas em taxonomia vegetal e por comparação com exsicatas do Herbário do Instituto Anchieta de Pesquisas (PACA), com sede em São Leopoldo. O material botânico foi depositado no herbário mencionado e duplicatas do mesmo serão incorporadas à coleção da sede administrativa da Floresta Nacional, em São Francisco de Paula.

A composição florística foi definida com base na identificação das espécies amostradas em cada uma das parcelas. Foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: freqüência absoluta e relativa, densidade absoluta e relativa, dominância a partir da área basal (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), valor de importância (Curtis & McIntosh 1951), índice de diversidade de Shannon-Wiener e o índice de equidade de Pielou (Krebs 1978). Na apresentação dos resultados, o valor de importância foi dividido por três, como sugerem Holdridge *et al.* (1971), pois dessa forma sua interpretação é facilitada, uma vez que o valor volta a representar uma porcentagem.

Os dados coletados foram transformados em matrizes retangulares do tipo espécies x parcelas, tendo sido construídas matrizes separadas para os dados referentes aos indivíduos com DAP $\geq 5,0$ cm e DAP $\geq 10,0$ cm. Esta separação teve como objetivo permitir que os resultados do presente trabalho possam ser comparados com os dados de outros levantamentos de comunidades arbóreas florestais, cuja maioria no Brasil adota um ou outro critério de inclusão. O programa EstimateS 7.5 (Colwell 2005) foi usado para calcular curvas esperadas de acumulação de espécies (curvas de rarefação baseadas em amostras, segundo Gotelli & Colwell 2001) com os respectivos intervalos de confiança a 95% de probabilidade, utilizando as fórmulas analíticas apresentadas em Colwell *et al.* (2004). O método de rarefação por reamostragem, mais conhecido (*e.g.*, Krebs 1999), constitui uma aproximação do modelo analítico aqui utilizado, do qual

pode ser considerado um equivalente exato (Colwell 2005). Curvas de rarefação foram construídas em função do número de parcelas amostradas e do número de indivíduos por parcela, de forma a possibilitar a comparação da riqueza de espécies com outras comunidades, em níveis comparáveis de esforço amostral (Gotelli & Colwell 2001). É importante ressaltar que esta abordagem analítica produz estimativas de riqueza de espécies baseadas nas amostras, e portanto por unidade de área, tanto quanto estimativas baseadas no número de indivíduos amostrados. No primeiro caso, denominamos o resultado de estimativa de densidade de espécies (número de espécies por unidade de área), e no segundo, riqueza de espécies (Gotelli & Colwell 2001).

O mesmo programa foi utilizado para obter os estimadores não paramétricos de riqueza Jackknife2 (Smith & van Belle 1984), Chao2 (Chao 1987) e ICE (Chazdon *et al.* 1998), com 100 reamostragens aleatórias dos dados. Especificamente, estes três estimadores foram escolhidos dentre os inúmeros existentes seguindo as recomendações de Palmer (1991) e Colwell & Coddington (1994) para o Jackknife2 como um dos

estimadores menos influenciados pelo tamanho amostral, de Colwell & Coddington (1994) para Chao2 como um estimador pouco influenciado pelo grau de agregação espacial das espécies nas amostras, e de Chazdon *et al.* (1998) para ICE, como o estimador com desempenho superior aos propostos até aquela data.

Resultados

As árvores na área estudada apresentaram altura variável entre 5,0 m e 33,0 m de altura (média \pm d.p. = 12,5 m \pm 5,9 m). A distribuição de alturas, entretanto, apresentou duas modas distintas (Fig. 1A), correspondendo a concentrações de indivíduos a cerca de 10 m e 25 m. Este padrão é resultado do fato de a população de *Araucaria angustifolia* (22,0 m \pm 5,7 m, Fig. 1B), ser formada por indivíduos significativamente mais altos (Mann-Whitney U = 1492,0, P < 0,0001) do que as demais espécies (10,6 m \pm 3,8 m, Fig. 1C). Na área estudada, mais de 80% dos indivíduos apresentava diâmetros entre 5 cm e 30 cm, havendo menos de 5% dos indivíduos com diâmetros maiores de 70 cm (Fig. 1D).

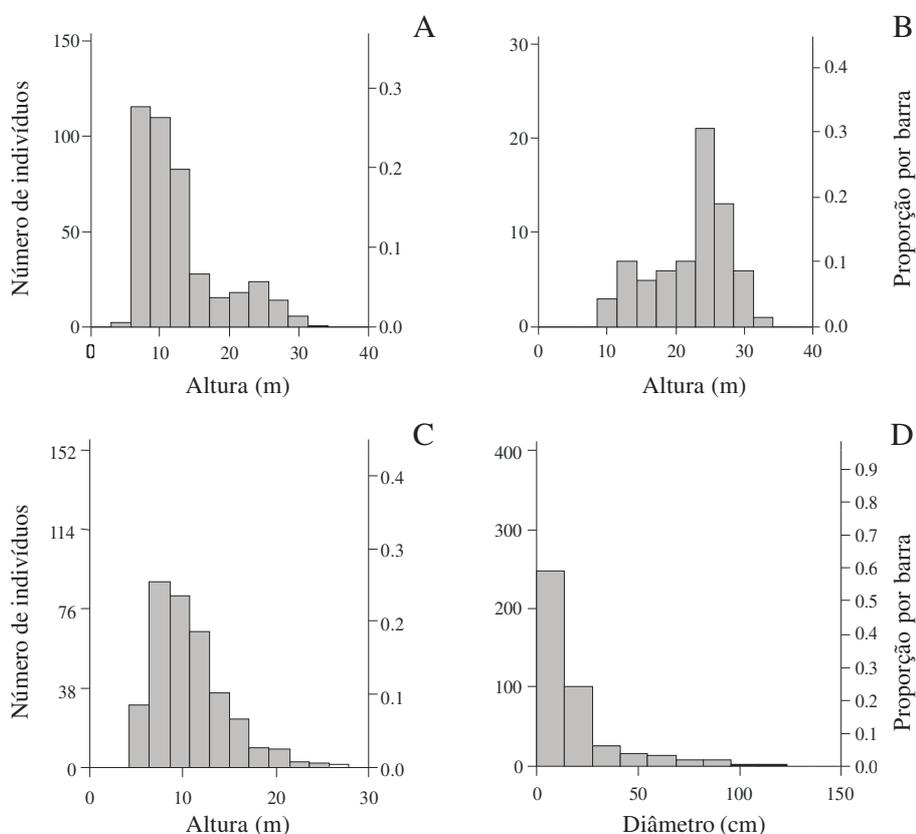


Figura 1. Distribuição das variáveis dendrométricas dos indivíduos arbóreos amostrados em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. A. Distribuição de alturas de todos os indivíduos amostrados. B. Distribuição de alturas de *Araucaria angustifolia*. C. Distribuição de alturas das demais espécies amostradas. D. Distribuição de diâmetros de todos os indivíduos amostrados.

Considerando-se o critério de inclusão de DAP ≥ 5 cm, foram amostrados 446 indivíduos, dos quais 419 estavam vivos e 27 mortos, ainda em pé. Os 419 indivíduos compreenderam 41 espécies distribuídas em 32 gêneros, pertencentes a 18 famílias (Tab. 1). Myrtaceae e Lauraceae foram as famílias com maior riqueza de espécies (Tab. 1), enquanto que Myrtaceae e Flacourtiaceae apresentaram os maiores números de indivíduos. Considerando-se o

critério de inclusão de DAP ≥ 10 cm, 260 indivíduos foram incluídos na análise, compreendendo 35 espécies distribuídas em 26 gêneros, pertencentes a 17 famílias (Tab. 1). Da mesma forma que no critério de inclusão de DAP ≥ 5 cm, as duas famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae e Lauraceae, respectivamente, enquanto que Myrtaceae e Araucariaceae foram as famílias com maior número de indivíduos.

Tabela 1. Famílias e espécies amostradas no remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. Os valores entre parênteses que acompanham os nomes das famílias referem-se ao número de espécies pertencentes a cada família segundo os critérios de inclusão de DAP $\geq 5,0$ cm e DAP $\geq 10,0$ cm, respectivamente.

Tabela 1. Famílias e respectivas espécies amostradas.

Família/Espécie	Nome popular
ANNONACEAE (2; 2)	
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	Araticum
<i>R. silvatica</i> Mart.	Araticum
AQUIFOLIACEAE (3; 3)	
<i>Ilex brevicuspis</i> Reiss.	Caúna-da-serra
<i>I. dumosa</i> Reiss.	Caúna
<i>I. paraguariensis</i> St.-Hil.	Erva-mate
ARAUCARIACEAE (1; 1)	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária, Pinheiro do Paraná
ASTERACEAE (2; 2)	
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Sucará
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	Cambará
CELASTRACEAE (1; 1)	
<i>Maytenus evonymoides</i> Reiss.	
CUNONIACEAE (2; 1)	
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaperê
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser. ¹	Gramimunha
EUPHORBIACEAE (2; 2)	
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Tajuvinha
<i>S. commersoniana</i> (Baill.) L.B. Smith & R.J. Downs	Branquilho
FABACEAE (2; 1)	
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo-de-bugio
<i>Machaerium glabrum</i> Vog. ¹	
FLACOURTIACEAE (3; 3)	
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	Espinho-de-judeu
<i>X. pseudosalzmannii</i> Sleum.	Espinho-de-judeu
LAURACEAE (4; 4)	
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-amarela
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta
<i>Ocotea puberula</i> (Reich.) Nees	Canela-guaicá
<i>O. pulchella</i> Mart.	Canela-lageana
MIMOSACEAE (1; 1)	
<i>Inga virescens</i> Benth. ¹	Ingá
MYRSINACEAE (1; 1)	
<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	Capororoca
MYRTACEAE (10; 9)	
<i>Acca sellowiana</i> (Berg) Burret	Goaibeira-serrana
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B. & K.) Berg	Murta
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg	Guabiroleira

continua

Tabela 1 (continuação)

Família/Espécie	Nome popular
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira
<i>E. uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha
<i>Myrceugenia mesomischa</i> (Burret) D. Legrand & Kausel	Guamirim
<i>M. miersiana</i> C.D. Legrand & Kausel	Guamirim
<i>M. myrcioides</i> (Cambess.) Berg	Camboim
<i>Myrcia oligantha</i> Kiaersk.	Guamirim
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott ¹	Pau-ferro
PODOCARPACEAE (1; 1)	
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo
RHAMNACEAE (1; 1)	
<i>Scutia buxifolia</i> Reiss.	Coronilha
SAPINDACEAE (3; 1)	
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk. ex Warm. ¹	Chal-chal
<i>Cupania vernalis</i> Camb. ¹	Camboatá-vermelho
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco
SOLANACEAE (1; 1)	
<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Fumo-brabo
TILIACEAE (1; 1)	
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo

¹Espécies não incluídas na amostra com o critério de inclusão DAP \geq 10,0 cm.

As espécies amostradas no componente arbóreo com seus respectivos parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de valor de importância, através dos critérios de inclusão de DAP \geq 5 cm e DAP \geq 10,0 cm estão relacionadas nas Tab. 2 e 3, respectivamente. A densidade total de indivíduos vivos por hectare foi estimada em 1445 (DAP \geq 5 cm) e 897 indivíduos (DAP \geq 10 cm). A subamostragem representada pela adoção do critério de inclusão de DAP \geq 10 cm implicou na exclusão de apenas seis espécies da comunidade estudada (Tab. 1).

Araucaria angustifolia, espécie que domina fisionomicamente a floresta, apresentou a maior frequência entre todas as espécies amostradas, com ambos os critérios de inclusão. As demais espécies que também apresentaram valores elevados de frequência absoluta podem ser vistas na Tab. 2. A identidade das espécies mais frequentes não foi alterada pela adoção do critério de inclusão DAP \geq 10 cm, mas sua sequência sim (Tab. 3). As espécies com maior densidade relativa (DR) foram *Araucaria angustifolia*, *Casearia decandra*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Sebastiania brasiliensis*, *Ilex paraguariensis* e *Myrceugenia mesomischa*. Das 41 espécies amostradas, 51,22% apresentaram valores de DR inferiores a 1%. Com a adoção do critério de inclusão DAP \geq 10 cm, as espécies com os maiores valores de densidade relativa foram *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Casearia*

decandra, *Myrceugenia mesomischa*, *Ocotea pulchella*, *Ilex paraguariensis*. Os indivíduos de *Araucaria angustifolia*, com troncos de elevados diâmetros, conferiram à mesma a maior dominância relativa. As outras espécies com valores relativos de dominância progressivamente menores tiveram valores menores do que 10,0% (Tab. 2). Embora a ordem de algumas espécies tenha mudado utilizando o critério de inclusão DAP \geq 10 cm, o padrão geral se manteve, com *Araucaria angustifolia* sendo a espécie dominante e as demais com valores menores do que 10,0% (Tab. 3).

O elevado número de indivíduos amostrados, alta frequência e grande dominância conferiram a *Araucaria angustifolia* o maior valor de importância (VI), seguida por *Casearia decandra*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Ocotea pulchella*, *Ilex paraguariensis*, e *Myrceugenia mesomischa*. A composição das espécies mais frequentes não foi alterada pela adoção do critério de inclusão DAP \geq 10 cm, mas sua sequência sim: *Araucaria angustifolia*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Ocotea pulchella*, *Casearia decandra*, e *Myrceugenia mesomischa* e *Ilex paraguariensis*. Apesar de não apresentarem dominâncias expressivas relativamente a outras espécies, *Casearia decandra*, *Ilex paraguariensis*, e *Myrceugenia mesomischa* destacaram-se em termos de VI devido ao grande número de indivíduos amostrados.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies com DAP mínimo de 5 cm, na Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância. As espécies estão em ordem decrescente de valor de importância.

Espécie	FA (%)	FR (%)	DA (ind. ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	82,76	10,34	237,93	16,47	49,06	62,05	29,62
<i>Casearia decandra</i>	79,31	9,91	217,24	15,04	2,87	3,62	9,52
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	75,86	9,48	141,38	9,79	3,62	4,58	7,95
<i>Ocotea pulchella</i>	44,83	5,60	58,62	4,06	5,96	7,54	5,73
<i>Ilex paraguariensis</i>	51,72	6,47	100,00	6,92	1,60	2,03	5,14
<i>Myrceugenia mesomischa</i>	41,38	5,17	86,21	5,97	2,19	2,77	4,64
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	27,59	3,45	113,79	7,88	1,06	1,34	4,22
<i>Luehea divaricata</i>	20,69	2,59	31,03	2,15	4,15	5,25	3,33
<i>Myrsine parvula</i>	31,03	3,88	72,41	5,01	0,37	0,47	3,12
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,79	1,72	17,24	1,19	2,39	3,03	1,98
<i>Myrceugenia miersiana</i>	20,69	2,59	31,03	2,15	0,78	0,99	1,91
<i>Allophylus edulis</i>	20,69	2,59	31,03	2,15	0,12	0,16	1,63
<i>Ilex dumosa</i>	20,69	2,59	20,69	1,43	0,23	0,29	1,43
<i>Eugenia uruguayensis</i>	17,24	2,16	20,69	1,43	0,25	0,32	1,30
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	17,24	2,16	17,24	1,19	0,36	0,45	1,27
<i>Ocotea puberula</i>	17,24	2,16	17,24	1,19	0,31	0,39	1,25
<i>Eugenia involucrata</i>	17,24	2,16	17,24	1,19	0,26	0,33	1,23
<i>Dalbergia frutescens</i>	13,79	1,72	17,24	1,19	0,56	0,71	1,21
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	17,24	2,16	17,24	1,19	0,21	0,27	1,20
<i>Nectandra megapotamica</i>	13,79	1,72	17,24	1,19	0,16	0,20	1,04
<i>Scutia buxifolia</i>	13,79	1,72	13,79	0,95	0,31	0,39	1,02
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	13,79	1,72	13,79	0,95	0,30	0,38	1,02
<i>Ilex brevicuspis</i>	10,34	1,29	13,79	0,95	0,50	0,64	0,96
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	13,79	1,72	13,79	0,95	0,14	0,17	0,95
<i>Myrcia oligantha</i>	10,34	1,29	13,79	0,95	0,14	0,18	0,81
<i>Maytenus evonymoides</i>	10,34	1,29	10,34	0,72	0,07	0,09	0,70
<i>Cupania vernalis</i>	10,34	1,29	10,34	0,72	0,04	0,05	0,68
<i>Acca sellowiana</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,22	0,28	0,54
<i>Lamanonia ternata</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,10	0,12	0,49
<i>Xylosma prockia</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,08	0,10	0,48
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,08	0,10	0,48
<i>Sebastiania commersoniana</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,07	0,09	0,48
<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,05	0,06	0,47
<i>Inga virescens</i>	6,90	0,86	6,90	0,48	0,03	0,04	0,46
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,15	0,20	0,29
<i>Matayba elaeagnoides</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,11	0,14	0,27
<i>Rollinia silvatica</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,07	0,09	0,25
<i>Solanum erianthum</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,03	0,04	0,24
<i>Rollinia rugulosa</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,03	0,04	0,24
<i>Weinmannia paullinifolia</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,01	0,02	0,23
<i>Machaerium glabrum</i>	3,45	0,43	3,45	0,24	0,01	0,01	0,23
Soma			1.444,83		79,05		100,00

A adoção do critério de inclusão de DAP ≥ 10 cm implicou em uma pequena redução do índice de diversidade de Shannon-Wiener (Tab. 4), mas não na equidade de Pielou. Este resultado advém do fato de que a relação de abundância não foi alterada entre as espécies da comunidade amostrada com cada um dos critérios de inclusão, mas no critério de DAP ≥ 10 cm

houve uma pequena diminuição do número de espécies amostradas (Tab. 1). Os estimadores não-paramétricos utilizados não diferiram muito entre si nas estimativas de riqueza da comunidade total (Tab. 4), estimando uma riqueza da comunidade total variando entre 41,1 e 48,7 espécies para o critério de inclusão DAP ≥ 5 cm e 35,4 e 47,4 para DAP ≥ 10 cm (Tab. 4). Os resultados

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies com DAP mínimo de 10 cm em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = índice de valor de importância. As espécies estão em ordem decrescente de valor de importância.

Espécie	FA (%)	FR (%)	DA (ind. ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	79,31	13,22	227,59	25,38	49,04	63,76	34,12
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	68,97	11,49	117,24	13,08	3,51	4,57	9,71
<i>Ocotea pulchella</i>	41,38	6,90	51,72	5,77	5,93	7,71	6,79
<i>Casearia decandra</i>	48,28	8,05	75,86	8,46	2,38	3,10	6,54
<i>Myrceugenia mesomischia</i>	37,93	6,32	58,62	6,54	2,05	2,66	5,17
<i>Ilex paraguayensis</i>	34,48	5,75	41,38	4,62	1,38	1,80	4,05
<i>Luehea divaricata</i>	17,24	2,87	20,69	2,31	4,13	5,37	3,52
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	17,24	2,87	34,48	3,85	0,71	0,92	2,55
<i>Podocarpus lambertii</i>	13,79	2,30	17,24	1,92	2,39	3,11	2,45
<i>Myrceugenia miersiana</i>	17,24	2,87	17,24	1,92	0,69	0,90	1,90
<i>Ocotea puberula</i>	17,24	2,87	17,24	1,92	0,31	0,40	1,73
<i>Eugenia involucrata</i>	17,24	2,87	17,24	1,92	0,26	0,34	1,71
<i>Myrsine parvula</i>	17,24	2,87	17,24	1,92	0,19	0,25	1,68
<i>Dalbergia frutescens</i>	13,79	2,30	17,24	1,92	0,56	0,73	1,65
<i>Eugenia uruguayensis</i>	13,79	2,30	17,24	1,92	0,23	0,30	1,51
<i>Scutia buxifolia</i>	13,79	2,30	13,79	1,54	0,31	0,40	1,41
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	13,79	2,30	13,79	1,54	0,30	0,39	1,41
<i>Ilex brevicuspis</i>	10,34	1,72	13,79	1,54	0,50	0,66	1,31
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	10,34	1,72	10,34	1,15	0,33	0,43	1,10
<i>Ilex dumosa</i>	10,34	1,72	10,34	1,15	0,19	0,24	1,04
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	10,34	1,72	10,34	1,15	0,17	0,22	1,03
<i>Acca sellowiana</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,22	0,29	0,74
<i>Nectandra megapotamica</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,12	0,15	0,69
<i>Myrcia oligantha</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,10	0,14	0,68
<i>Lamanonia ternata</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,10	0,13	0,68
<i>Xylosma prockia</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,08	0,10	0,67
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,08	0,10	0,67
<i>Sebastiania commersoniana</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,07	0,09	0,67
<i>Maytenus evonymoides</i>	6,90	1,15	6,90	0,77	0,06	0,08	0,67
<i>Gochnatia polymorpha</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,15	0,20	0,39
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,12	0,15	0,37
<i>Matayba elaeagnoides</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,11	0,14	0,37
<i>Rollinia silvatica</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,07	0,09	0,35
<i>Solanum erianthum</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,03	0,04	0,33
<i>Rollinia rugulosa</i>	3,45	0,57	3,45	0,38	0,03	0,04	0,33
Soma			896,55		76,91		100,00

de acumulação de espécies pelas curvas de rarefação baseadas em amostras (Fig. 2) distinguem as estimativas de riqueza do ponto de vista da densidade de espécies (número de espécies que se espera encontrar por parcela ou unidade de área) e da riqueza de espécies propriamente dita (número de espécies que se espera encontrar em função do número de indivíduos amostrados) para os dois critérios de inclusão considerados.

Discussão

Os resultados sugerem que a floresta estudada apresenta dois estratos distintos. O estrato superior é dominado por *Araucaria angustifolia*, e o segundo estrato é composto pelas demais espécies. Até mesmo quando numericamente inferiores às angiospermas, as coníferas contribuem muito para a estrutura e funcionamento da floresta (Ogden & Stewart 1995).

Tabela 4. Parâmetros de densidade de espécies, riqueza, equabilidade e diversidade da comunidade arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. J' = equabilidade de Pielou, H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener.

	Critério de inclusão	
	DAP \geq 5 cm	DAP \geq 10 cm
Densidade de espécies observada	41	35
<i>IC rarefação</i>	38,8-43,2	31,8-38,2
Riqueza estimada		
<i>ICE</i>	43,2	39,7
<i>Chao2</i>	41,1-48,7	35,4-47,4
<i>Jakknife2</i>	42,4	41,1
Índice de Shannon-Wiener (H')	2,95	2,83
Equabilidade de Pielou (J')	0,80	0,80

Na Nova Zelândia, *Agathis australis* (D. Don) Loudon e *Dacrydium cupressinum* Solander ex G. Forst. formam camadas emergentes acima de um dossel de angiospermas, onde *Agathis australis* pode compreender 70% da área basal de florestas que alcançam 100 m² ha⁻¹ (Ahmed & Ogden 1987). A distribuição de diâmetros seguiu o formato de uma função exponencial negativa, conforme tem sido encontrado em praticamente todos os trabalhos referentes à estrutura de florestas Ombrófilas Mistas (J.S. Longhi, dados não publicados; Oliveira & Rotta 1982; D.S. Roseira, dados não publicados; Backes 2001).

Segundo Nascimento *et al.* (2001) a Floresta Ombrófila Mista representa um importante centro de

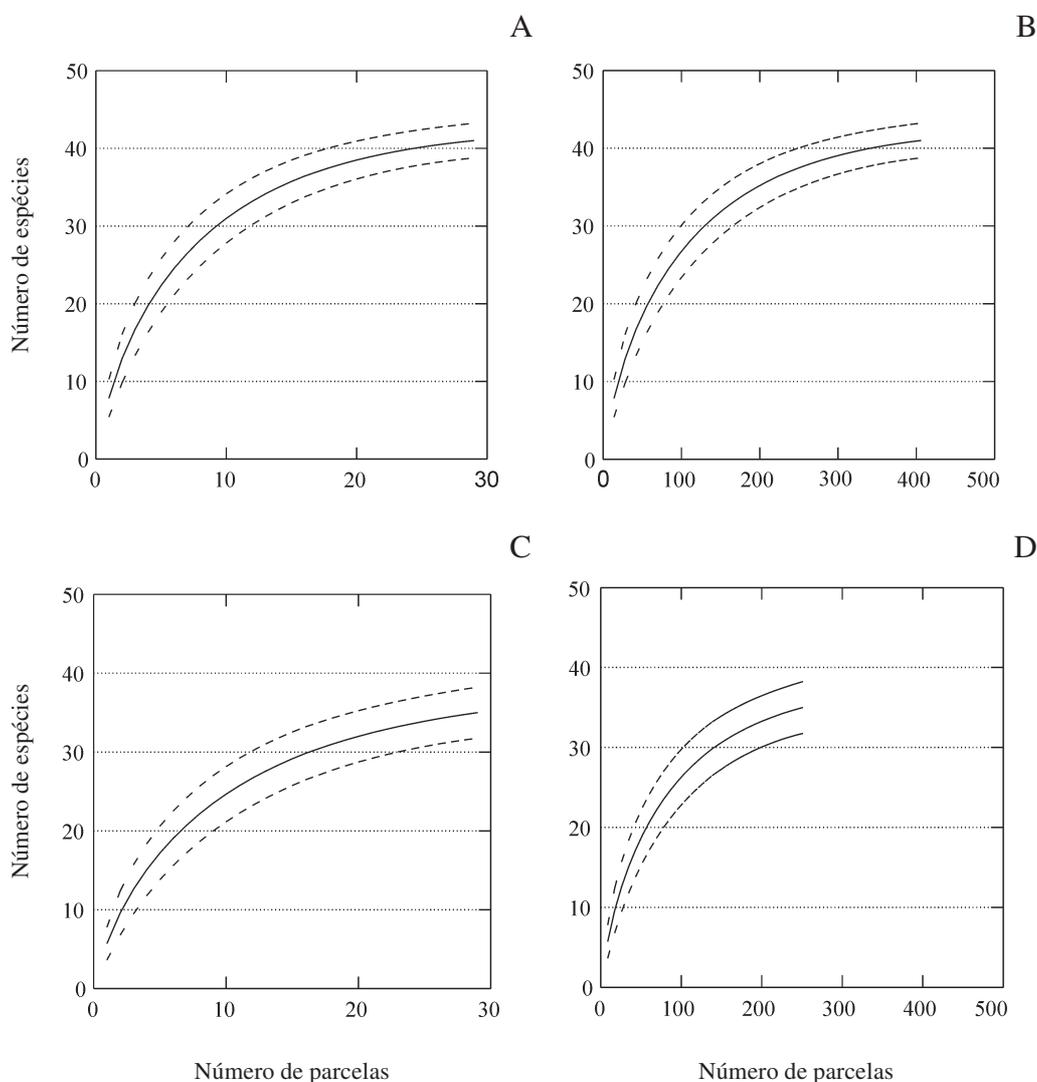


Figura 2. Curvas de rarefação baseadas em amostras, expressas como o número esperado de espécies encontradas em função do número de parcelas (A, C) e do número de indivíduos amostrados (B, D), para critérios de inclusão de DAP \geq 5,0 cm (A, B) e DAP \geq 10,0 cm (C, D), em uma Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul.

dispersão da família Myrtaceae. Rambo (1949; 1951) e Klein (1984b) já faziam referência à importância da família Myrtaceae na Floresta Ombrófila Mista pelo número de indivíduos encontrados entre as espécies de menor porte. Esta importância vem sendo comprovada através de trabalhos de descrição da estrutura de comunidades florestais (Jarenkow 1985; Jarenkow & Baptista 1987; D.S. Roseira, dados não publicados; Negrelle & Silva 1992; Mauhs & Backes 2002). Os parâmetros descritores da estrutura das comunidades arbóreas florestais têm sido interpretados ecologicamente por diversos autores. A baixa frequência de ocorrência de muitas espécies, por exemplo, pode ser indicadora do padrão espacial agregado da maioria das espécies, comum em comunidades florestais (Condit *et al.* 2000).

O uso de diferentes critérios de inclusão conduziu à descrição de diferentes estruturas da comunidade arbórea. Por exemplo, quando as espécies foram dispostas em ordem decrescente de densidade, adoção do critério de inclusão $DAP \geq 10$ cm ao invés do critério de $DAP \geq 5$ cm levou à substituição de *Sebastiania brasiliensis*, árvore de menor porte, por *Ocotea pulchella*, que caracteristicamente atinge maiores dimensões (Backes & Irgang 2004). De maneira análoga ao registrado para densidade, quando ordenamos as espécies pela variável dominância relativa, a adoção do critério de inclusão $DAP \geq 10$ cm levou à substituição de uma espécie de menor porte (*Casearia decandra*) por outra que caracteristicamente atinge maiores dimensões (*Ilex paraguariensis*) (Backes & Irgang 2004).

As estimativas geradas pelos estimadores de riqueza representam apenas valores mínimos esperados, e não previsões precisas do número real de espécies em uma comunidade (Colwell *et al.* 2004). Os resultados de acumulação de espécies apresentados neste trabalho pelas curvas de rarefação baseadas em amostras (Fig. 2) constituem uma forma não-tendenciosa de comparação com outros trabalhos, por não sofrer influência das variações na densidade de indivíduos por área, e por simularem tamanhos amostrais menores (Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001). Esta comparação, entretanto, não pode ser feita quantitativamente em função de os trabalhos de descrição de comunidades florestais brasileiras não adotarem uma padronização na apresentação de seus resultados no que se refere a estimativas de riqueza de espécies.

Na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Jarenkow & Baptista (1987) obtiveram

um índice de diversidade de Shannon-Wiener de $2,93 \text{ nat ind}^{-1}$. O levantamento de Jarenkow & Baptista (1987) é importante como base de comparação, uma vez que a Estação Ecológica de Aracuri constitui uma Unidade de Conservação da Floresta Ombrófila Mista. A semelhança marcante, entre o presente trabalho e o citado anteriormente, tem relação com *Araucaria angustifolia* que em Aracuri apresentou a maior dominância relativa e o segundo maior valor de importância. Jarenkow & Baptista (1987) amostraram indivíduos com $DAP > 5$ cm em 0,48 ha identificando 38 espécies, distribuídas em 34 gêneros e 22 famílias. Nos resultados obtiveram *Sebastiania klotzschiana* Muell. Arg. com o maior valor de importância, sendo Euphorbiaceae a família que apresentou o maior número de indivíduos, embora *Araucaria angustifolia* dominasse fisionomicamente o estrato superior da comunidade.

Longhi & Faehser (1980) amostraram 9 ha no estudo da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista no Paraná. Consideraram árvores com $DAP > 20$ cm obtendo como resultado *Araucaria angustifolia* como espécie mais abundante, dominante e com maior frequência, sendo portanto a espécie com o maior índice de valor de importância. Oliveira & Rotta (1982) estudaram ($DAP \geq 5,0$ cm) a estrutura horizontal de 0,72 ha de outra Floresta Ombrófila Mista paranaense, que fora intensamente explorada há algumas décadas. Encontraram 145 espécies distribuídas em 53 gêneros, pertencentes a 34 famílias. De acordo com o índice de valor de importância, a espécie dominante foi *Ilex paraguariensis*. Em uma Floresta com *Araucaria angustifolia* em Curitiba, também no Paraná, D.S. Roseira (dados não publicados) encontrou ($DAP \geq 6,37$ cm) em 0,75 ha 67 espécies, sendo *Ligustrum lucidum* Hort a espécie com o maior índice de valor de importância e, em quarto lugar, *Araucaria angustifolia*.

Negrelle & Silva (1992) estudaram uma Floresta com *Araucaria angustifolia* em Santa Catarina através de 70 pontos quadrantes ($DAP > 5,0$ cm). Encontraram 43 espécies, sendo *Araucaria angustifolia* a espécie com maior valor de importância. Estes autores obtiveram o índice de diversidade de Shannon-Wiener mais elevado de que os autores do presente trabalho têm conhecimento: $8,1 \text{ nat ind}^{-1}$.

No Rio Grande do Sul, Nascimento *et al.* (2001) estudaram 1 ha de uma amostra de Floresta Ombrófila Mista ($DAP > 9,6$ cm), onde encontraram 54 espécies, sendo a família Myrtaceae a mais especiosa, e com

índice de diversidade de 3,0 nat ind⁻¹. Em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas, no mesmo estado, Mauhs & Backes (2002) realizaram estudo da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas com DAP > 10 cm. Lauraceae teve o maior índice de valor de importância, em grande parte devido aos altos valores relativos apresentados por *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. *Araucaria angustifolia* foi apenas observada, não tendo sido registrada em nenhuma parcela. Neste levantamento, o índice de diversidade calculado foi 2,4 nat/ind⁻¹. Neto *et al.* (2002) analisaram a composição florística e descreveram a estrutura do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Rio Grande do Sul (0,8 ha, DAP > 5 cm). Encontraram 37 espécies e um índice de diversidade de 2,8 nat/ind⁻¹. O dossel foi dominado por *Araucaria angustifolia* e o subdossel por espécies das famílias Lauraceae e Myrtaceae.

Os resultados destes estudos sugerem a existência de grandes variações na estrutura física e na estrutura de espécies entre as florestas Ombrófilas Mistas do sul do Brasil. Estas diferenças são causadas por uma ampla gama de fatores ecológicos e biogeográficos (Veloso *et al.* 1991; Oliveira Filho e Fontes 2000) que estão longe de ser adequadamente compreendidos. Para que esta compreensão seja ampliada, é necessário que os diversos estudos sejam comparados de forma compreensível e objetiva. A comparação tanto da riqueza de espécies quanto da estrutura entre comunidades arbóreas florestais diferentes ou entre amostragens diferentes tem sido muito dificultada no Brasil pela adoção de um grande número de critérios de inclusão diferentes, conforme se pode depreender pela breve compilação de exemplos acima. Esta heterogeneidade dificulta comparações quantitativas, com exceção daquelas baseadas na presença e ausência de táxons (Oliveira Filho & Fontes 2000; Rodrigues & Nave 2000). Isto ocorre porque os resultados dos estudos de descrição de comunidades florestais nativas, conhecidos no Brasil como fitossociologia, são dependentes do esforço amostral e das diferenças na densidade de indivíduos entre áreas. Comparações diretas entre os resultados numéricos destes estudos levam quase sempre a conclusões espúrias (Gotelli & Colwell 2001; Buddle *et al.* 2005). Neste trabalho procuramos descrever a estrutura da comunidade arbórea que estudamos de acordo com recomendações clássicas (Simberloff 1972) e recentes (Gotelli & Colwell 2001; Colwell *et al.* 2004; Buddle *et al.* 2005) de análise

de dados de riqueza e estrutura de comunidades, tornando esta descrição diretamente comparável com os resultados encontrados em outras comunidades no futuro, que sejam apresentados dentro da mesma abordagem analítica.

Agradecimentos

À coordenação e aos professores do Curso de Pós-Graduação em Biologia - Diversidade e Manejo de Vida Silvestre da Universidade do Vale do Rio dos Sinos que apoiaram todas as etapas de execução deste trabalho. A identificação do material botânico contou com a ajuda de Julian Mauhs, e o trabalho de campo foi possível graças a colaboração de Andréia Dullius, Norton Bilo, Manuela Gianastasio e dos funcionários da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Por fim, agradecemos a Anamaria Stranz por permitir a utilização do mapa da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, de sua autoria.

Referências bibliográficas

- Ahmed, M. & Ogden, J. 1987. Population dynamics of the emergent conifer *Agathis australis* (D. Don) Lindl. (kauari) in New Zealand. 1. Population structures and tree growth rates in mature stands. **New Zealand Journal of Botany** **25**: 217-29.
- Aubreville, A. 1949. A floresta de pinho do Brasil. **Anais Brasileiros de Economia Florestal** **2**(2): 21-36.
- Backes, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil - II. **Pesquisas, Série Botânica** **49**: 31-51.
- Backes, A. 2001. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** **56**: 115-130.
- Backes, A. & Nardino, M. 2003. **Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, Editora Unisinos.
- Backes, P. & Irgang, B. 2004. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Instituto Souza Cruz.
- Buddle, C.M.; Béguin, J.; Bolduc, E.; Mercado, A.; Sackett, T.E.; Selby R.D.; Varady-Szabo, H. & Zeran, R.M. 2005. The importance and use of taxon sampling curves for comparative biodiversity research with forest arthropod assemblages. **Canadian Entomologist** **137**: 120-127.
- Cestaro, L.A.; Waechter, J.L. & Baptista, L.R.M. 1986. Fitossociologia do estrato herbáceo da mata de araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Hoehnea** **13**: 59-72.

- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. **Biometrics** **43**: 783-791.
- Chazdon, R.L.; Colwell, R.K.; Denslow, J.S. & Guariguata, M. R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. Pp. 285-309. In: F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.). **Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and Old World case studies**. Paris, Parthenon Publishing.
- Colwell, R.K.; Mao, C.X. & Chang, J. 2004. Interpolatin, extrapolatin, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology** **85**: 2717-27.
- Colwell, R.K. 2005. **Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)** **345**: 101-118.
- Condit, R.; Ashton, P.S.; Baker, P.; Bunyavejchewin, S.; Gunatilleke, N.; Hubbell, S.P.; Foster, R.B.; Ithoh, A.; LaFrankie, J.V.; Lee, H.S.; Losos, E.; Manokaran, N.; Sukumar, R. & Yamakura, T. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science** **288**: 1414-1418.
- Curtis, J.T. & McIntosh, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairieforest border region of Wisconsin. **Ecology** **32**(3): 476-496.
- Fernandes, A.V. & Backes, A. 1998. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Botânica** **51**(1): 63-78.
- Ferreira, A.G. & Irgang, B.I. 1979. Regeneração natural de *Araucaria angustifolia* nos Aparados da Serra, RS. Pp. 225-230. In: **Anais do XXX Congresso Nacional de Botânica**. Campo Grande 1979.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** **4**: 379-391.
- Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hathewat, W.H.; Liang, T. & Tosi Junior, J.A. 1971. **Forest environment in tropical life zones: a pilot study**. Oxford, Pergamon.
- Hueck, K. 1972. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. São Paulo, Polígono.
- EMBRAPA. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
- Jarenkow, J.A. & Baptista, L.R.M. 1987. Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. **Napaea** **3**: 9-18.
- Klein, R.M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia** **12**: 17-44.
- Klein, R.M. 1984a. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia** **36**: 5-54.
- Klein, R.M. 1984b. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas riograndenses. Pp. 367-375. In: **Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica**. Porto Alegre, 1984.
- Krebs, C.J. 1978. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 2ª ed. New York, Harper & Row.
- Krebs, C.J. 1999. **Ecological methodology**. 2ª ed. Menlo Park, Benjamin Cummings.
- Labouriau, L.F.G. & Mattos Filho, A. 1948. Notas preliminares sobre a "região de araucária". **Anais Brasileiros de Economia Florestal** **1**: 215-228.
- Lindman, C.A.M. 1906. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Universal.
- Longhi, S.J. & Faehser, L.E.H. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil. **Problemas Florestais do gênero Araucaria** **1**: 167-172.
- Mauhs, J. & Backes, A. 2002. Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas. **Pesquisas, Série Botânica** **52**: 89-109.
- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley & Sons.
- Nascimto, A.R.T.; Longhi, S.J. & Brena, D.A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal** **11**(1): 105-119.
- Negrelle, R.R.B. & Silva, F.C. 1992. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no município de Caçador, SC. **Boletim de Pesquisas Florestais** **24/25**: 37-54.
- Neto, R.M.R.; Watzlawick, L.F.; Caldeira, M.V.W. & Schoeninger, E.R. 2002. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS-Brasil. **Ciência Florestal** **12**(1): 29-37.
- Nimer, E. 1990. Clima. Pp. 151-187. In: **Geografia do Brasil: região Sul**. Rio de Janeiro, IBGE.
- Ogden, J. & Stewart, G.H. 1995. Community dynamics of the New Zealand conifers. Pp. 81-119. In: N. Enright & R.S. Hill (eds.). **Ecology of the southern conifers**. Washington, Smithsonian Institution Press.
- Oliveira, Y.M.M. & Rotta, E. 1982. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária do Primeiro Planalto Paranaense. **Boletim de Pesquisa Florestal** **4**: 1-46.
- Oliveira Filho, A.T. & Fontes M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica** **32**: 793-810.
- Palmer, M.W. 1991. Estimating species richness: the second-order jackknife reconsidered. **Ecology** **72**: 1512-1513.
- Pillar, V.D. & Quadros, F.L.F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses** **12**: 119-126.
- Rambo, B. 1949. A flora de Cambará. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues** **1**: 111-135.

- Rambo, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 3**: 7-39.
- Rambo, B. 1953. História da flora do planalto riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 5**: 185-232.
- Rizzini, C.T. 1976. **Tratado de fitogeografia do Brasil, aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo, Editora Universidade de São Paulo.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. Pp. 45-71. In: **Matas ciliares: conservação e recuperação**. R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho (eds.). São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- Simberloff, D. 1972. Properties of rarefaction diversity measurement. **American Naturalist 106**: 414-418.
- Smith, E.P. & van Belle, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. **Biometrics 40**: 119-129.
- Teixeira, M.B.; Coura Neto, A.B.; Pastore, U. & Rangel Filho, A.L.R. 1986. Vegetação. Pp. 541-632. In: **Levantamento de recursos naturais**. v.33. Rio de Janeiro, IBGE.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, L.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE.