

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Biociências

Departamento de Ecologia

Trabalho de Conclusão de Curso

**Relações florísticas da vegetação lenhosa nas Florestas com
Araucária no Sul do Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do título de Bacharela em Ciências
Biológicas, apresentado conforme as normas
técnicas da Revista Brasileira de Biociências.

Autor: Helena Streit

Orientador: Prof. Dr. Leandro da Silva Duarte

Co-orientador: MSc. Marcos Bergmann Carlucci

Porto Alegre, dezembro de 2013

Relações florísticas da vegetação lenhosa nas florestas com araucária no Sul do Brasil

Helena Streit^{1*}, Marcos B. Carlucci¹ & Leandro D. S. Duarte¹

¹ Laboratório de Ecologia Filogenética e Funcional (LEFF), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av Bento Gonçalves 9500, CP 15007, Porto Alegre, RS 91501-970, Brasil.

* Autor para correspondência: lennastreit@gmail.com

RESUMO: (Relações florísticas da vegetação lenhosa nas Florestas com Araucária no Sul do Brasil). A floresta com araucária é encontrada formando áreas contínuas em contato com campo nativo nos estados do Sul e Sudeste do Brasil. Apesar do Planalto Sul-Brasileiro ser amplamente reconhecido como o limite sul da floresta com araucária, há registros da ocorrência de *Araucaria angustifolia* juntamente com *Podocarpus lambertii*, formando dosséis contínuos em áreas da Serra do Sudeste, bem como em manchas florestais em avanço sobre campo nativo. Apesar da presença da araucária, as florestas da Serra do Sudeste são classificadas de maneira geral como estacionais. Nosso objetivo foi analisar as relações florísticas e similaridades ambientais entre as florestas com araucária na Serra do Sudeste com a floresta com araucária no seu limite amplamente aceito e com outras formações florestais do entorno, como as florestas estacionais e atlânticas. Verificamos uma separação entre as florestas com araucária e as florestas da Serra do Sudeste através de fatores ambientais como altitude, precipitação e temperatura. O padrão de agrupamento de sítios foi influenciado também pelas diferentes composições florísticas das diferentes regiões. Mesmo com a ocorrência de *A. angustifolia* e *P. lambertii* em sítios da Serra do Sudeste, essas florestas possuem composição florística diferente daquelas do restante da distribuição da floresta com araucária no sul do Brasil.

Palavras-chave: composição florística, expansão florestal, Floresta com Araucária, Serra do Sudeste, similaridades ambientais.

ABSTRACT: (Floristic relations of woody vegetation in *Araucaria* forests in southern Brazil). *Araucaria* forest occurs in continuous areas in contact with *Campos* grassland in the South and Southeast of Brazil. Although South Brazilian Plateau is widely recognized as the southern limit of *Araucaria* forest, the occurrence of *araucaria* has already been registered along with *Podocarpus lambertii*, forming continuous canopies in areas of *Serra do Sudeste* and also in forest patches in expansion over *Campos* grassland. Despite the presence of *Araucaria angustifolia*, the forests of *Serra do Sudeste* are generally classified as seasonal forests. We aim to analyze the floristic relationships and environmental similarities among the *Araucaria* forests in *Serra do Sudeste* with *Araucaria* forest at its limit widely accepted and with other forest formations around as seasonal and Atlantic forests. We verified a divergence between *Araucaria* forests and the forests of *Serra do Sudeste* by environmental factors such as altitude, rainfall and temperature. The grouping pattern of sites was also influenced by different floristic composition of different regions. Even with the occurrence of *A. angustifolia* and *P. lambertii* at *Serra do Sudeste*, these forests have different floristic composition from those of the rest of the distribution of *Araucaria* forest in southern Brazil.

Key-words: *Araucaria* Forest, environmental similarities, floristic composition, forest expansion, *Serra do Sudeste*.

INTRODUÇÃO

A floresta com araucária é encontrada formando áreas contínuas em contato com campo nativo nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e em manchas menores e isoladas em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Hueck 1972; Reitz *et al.* 1983). Análises paleopolínicas indicam que entre 14.000 e 10.000 anos atrás, o clima nas regiões sudeste e sul era seco e frio, e a vegetação campestre prevalecia em grandes altitudes. Nesse período, as Florestas com Araucária estava refugiada em vales de rios e em encostas de morros no sudeste do Brasil, enquanto no sul era quase ausente (Behling 2002). No entanto, a partir de 3.000 anos atrás, quando o clima começou a se tornar mais quente e mais úmido, a Floresta com Araucária se expandiu principalmente sobre as áreas campestres da região serrana do sudeste do Brasil formando uma distribuição contínua, enquanto no sul sua ocorrência ainda era rara. A grande expansão da araucária sobre formações campestres no Planalto Sul-Brasileiro é mais recente, tendo ocorrido entre 1.500 e 850 anos atrás (Behling & Pillar 2007). Atualmente, podemos observar essa expansão da floresta com araucária sobre campos nativos, principalmente na região dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Duarte *et al.* 2006, 2007; Behling & Pillar 2007), apesar de distúrbios como o pastejo por gado doméstico e queima retardarem o processo (Oliveira & Pillar 2004).

Apesar do Planalto Sul-Brasileiro ser amplamente reconhecido como o limite sul da floresta com araucária (Rambo 1994; Hueck 1972), a cerca de 29° S de latitude, alguns autores discordam e apontam a ocorrência de núcleos de araucária na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, até cerca de 31.5° S, considerando essa região como o seu verdadeiro limite sul (Hueck 1953; Reitz *et al.* 1983; Carlucci *et al.* 2011). Trabalhos recentes (Carlucci *et al.* 2011; Streit *et al.* *subm.*) registraram a presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl. formando dosséis contínuos em áreas da Serra do Sudeste, e também em manchas florestais em avanço sobre campo nativo. Apesar disso, as

florestas da Serra do Sudeste são classificadas de maneira geral como estacionais, e são influenciadas por dois contingentes florísticos diferentes: um coincidente com as florestas atlânticas do leste e outro com as florestas estacionais do oeste (Rambo 1994).

Nesse estudo, tivemos o objetivo de analisar as relações florísticas entre as florestas com araucária na Serra do Sudeste com a floresta com araucária no seu limite amplamente aceito e com outras formações florestais do entorno, como as florestas estacionais. A hipótese testada foi que há maior similaridade florística das florestas com araucária da Serra do Sudeste com as florestas com araucária do Planalto Sul-Brasileiro, em relação às florestas estacionais sem araucária da Serra do Sudeste. Posteriormente, investigamos do quanto dessa similaridade é explicada por similaridades ambientais. Com isso, pretendemos inferir quais as implicações das relações florísticas observadas para a conservação da floresta com araucária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Serra do Sudeste está inserida no bioma Pampa. A paisagem é dominada por grandes extensões de campo, intercaladas com vegetação savanóide (arbóreo-arbustiva; Boldrini 2009). A vegetação florestal é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (Cordeiro & Hasenack 2009). Entretanto, observa-se a presença de araucária, juntamente com espécies associadas como *P. lambertii* e muitas espécies de Myrtaceae e Salicaceae (Boldrini 2009; Dadalt 2010; Carlucci *et al.* 2012). A região tem relevo de ondulado a fortemente ondulado, com altitudes que variam de 150 a 500 m (Girardi-Deiro *et al.* 2002). Geologicamente é a região mais antiga do Estado, também conhecida por Escudo Rio-Grandense, com embasamento rochoso composto principalmente por granito e outras rochas intrusivas como o gnaisse (Rambo 1994; Dutra & Stranz 2003). O clima da região, segundo a

classificação de Köppen, é Cfa, isto é, subtropical úmido sem estiagem (Moreno 1961). Entretanto, nas partes mais elevadas da Serra do Sudeste o clima é do tipo Cfb, temperado úmido, com invernos frios e verões amenos. A precipitação média anual é de 1.350 mm e a temperatura média anual é de 17 °C (Girardi-Deiro *et al.* 2002).

Compilação dos dados

Selecionamos da literatura um total de 34 levantamentos florísticos distribuídos em áreas de floresta com araucária no sul do Brasil (Duarte *et al.* 2012), incluindo dois sítios na Serra do Sudeste, e também quatro levantamentos em áreas de floresta estacional sem araucária na Serra do Sudeste (Tabela 1). Além disso, realizamos um levantamento fitossociológico em uma mancha de floresta com araucária na Serra do Sudeste, no município de Santana da Boa Vista, totalizando três sítios com araucária na Serra do Sudeste. A amostragem dessa área seguiu um delineamento de 15 parcelas circulares de 100 m² dispostas em área de borda e interior florestal. Foram registrados todos os indivíduos lenhosos florestais com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 5cm. A distribuição geográfica de todos os sítios utilizadas está ilustrada na Figura 1. A matriz **Y** de composição de espécies por sítio foi construída com a informação de presença e ausência das espécies, já que diferentes autores utilizaram diferentes metodologias de amostragem.

Todos os sítios foram descritos pelas suas coordenadas geográficas (latitude, longitude), de acordo com as informações providas pelos respectivos autores. Variáveis ambientais para a descrição das unidades amostrais (matriz **X**) foram compiladas da base de dados WorldClim 1.4 (Hijmans *et al.* 2005) com resolução espacial de 1 km. Para cada sítio, foram compiladas seis variáveis ambientais: altitude, temperatura média anual, temperatura

mínima do mês mais frio, sazonalidade da temperatura, precipitação média anual e sazonalidade da precipitação.

Análise de dados

A distribuição dos sítios em relação a sua similaridade florística foi avaliada através de análise de correspondência. Para isso, foi feita uma análise de correspondência canônica (CCA; ter Braak 1987), que possibilita extrair relações estreitas entre a matriz de ocorrência de espécies e da matriz de variáveis ambientais (Oliveira-Filho *et al.* 1997). Duas matrizes são analisadas simultaneamente: a matriz **X** de variáveis preditoras, e uma matriz **Y** com as variáveis-resposta. Para remover variáveis não informativas, foi feita uma análise de seleção de modelos *stepwise*, onde a CCA é executada separadamente para cada variável. Assim, obtém-se o ajuste de cada variável aos dados, e constrói-se um modelo com as variáveis significativas. Ao final, executou-se uma CCA conjunta para todas as variáveis que tiveram ajuste significativo. As análises foram feitas utilizando o pacote “vegan”, disponível no ambiente R (R Core Team 2013).

RESULTADOS

Nos 39 sítios, foram registradas um total de 364 espécies arbóreas e arbustivas, distribuídas em 163 gêneros e 64 famílias. As famílias mais ricas foram Myrtaceae (64 espécies), Fabaceae (41 espécies) e Lauraceae (26 espécies). *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., *Casearia decandra* Jacq., *Cupania vernalis* Cambess., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Ocotea pulchella* (Nees) Mez, *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. foram as espécies mais frequentes. Essas espécies possuem

ampla distribuição e ocorrem em todas as formações florestais do Rio Grande do Sul (Sobral *et al.* 2006).

A CCA *stepwise* não descartou nenhuma variável, ou seja, as correlações com os eixos da ordenação foram significativos para todas as variáveis. O primeiro eixo canônico de ordenação foi significativo (autovalor = 0.379; $F = 3.0039$; $P < 0.005$), assim como a totalidade de eixos canônicos (soma dos autovalores = 1.4893; $F = 1.9658$; $P < 0.005$). A soma dos autovalores canônicos corresponde a 26.9% do total da variação da matriz Y explicada pelas variáveis ambientais mantidas na análise.

As relações entre as variáveis climáticas e a composição de espécies dos 39 sítios estão ilustradas pelo diagrama de ordenação da CCA, na Figura 2. Esse gráfico possibilita a visualização não apenas de um padrão de variação da comunidade, mas também das principais características responsáveis pela distribuição das espécies ao longo dos gradientes ambientais (ter Braak 1987). A ordenação nos mostra dois agrupamentos distintos de sítios: um grupo com os sítios de floresta com e sem araucária da Serra do Sudeste, e outro com os sítios de floresta com araucária do sul do Brasil. As dissimilaridades ambientais que determinaram essa separação foram sazonalidade de temperatura, temperatura mínima do mês mais frio e temperatura média anual mais elevadas na Serra do Sudeste, enquanto altitude, precipitação e sazonalidade de precipitação apresentaram maiores valores correlacionados com os outros sítios. Algumas espécies também determinaram esses agrupamentos, como *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs e *Cordia ecalyculata* Vell., por serem muito frequentes nos sítios da Serra do Sudeste, e *Xylosma schroederii* Sleumer ex Herter, que é uma espécie endêmica das florestas da Serra do Sudeste e Uruguai (Santander & González 2007). Por outro lado, espécies geralmente citadas em associação com araucária, como *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. e *Drimys brasiliensis* Miers foram correlacionadas aos sítios de floresta com araucária.

DISCUSSÃO

Relações entre composição florística e conjuntos de variáveis ambientais já foram avaliadas por diversos autores (Torres *et al.* 1997, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Pyke *et al.* 2001). Dentre eles, Oliveira-Filho & Fontes (2000) encontraram uma grande influência da altitude e da temperatura na diferenciação florística de florestas semi-decíduais, atlânticas e floresta com araucária no estado de São Paulo. No presente trabalho, foi observado que estes mesmos fatores determinaram a diferenciação dos sítios. Os sítios correlacionados com a altitude também são influenciados pela alta precipitação, e apresentam temperaturas mais baixas. Essa observação não surpreende, uma vez que precipitação e temperatura são fatores determinantes na distribuição das formações vegetacionais em todo o mundo, e são protagonistas da história de mudanças no clima e distribuição da floresta com araucária durante o período Quaternário (Behling 2002). Os padrões florísticos relacionados à altitude encontrados seguem o que foi observado em outros trabalhos (Gentry 1995; Webster 1995). Espécies dos gêneros *Drimys*, *Ilex* e *Myrsine*, por exemplo, possuem ocorrência reconhecida para áreas de floresta úmida e de altitude (Oliveira-Filho & Fontes 2000), características presentes nos sítios de floresta com araucária aos quais espécies como *D. brasiliensis*, *Ilex microdonta* Reissek, *I. paraguariensis* e *Myrsine lorentziana* (Mez) Arechav. foram relacionadas.

O padrão de agrupamento de sítios foi influenciado também pelas diferentes composições florísticas das diferentes regiões. As florestas estacionais da Serra do Sudeste são influenciadas por contingentes migratórios diferentes dos que atingem a floresta com araucária. Trabalhos anteriores (Rambo 1994; Jarenkow & Waechter 2001; Lindenmaier & Budke 2006) ressaltam a importância das espécies oriundas das bacias Paraná/Uruguai na composição e fisionomia da região central do Rio Grande do Sul, enquanto espécies provenientes do corredor atlântico tem baixa proporção. As espécies relacionadas aos sítios

da Serra do Sudeste, como *Annona neosalicifolia* H.Rainer, *C. ecalyculata* e *S. commersoniana* são de ampla ocorrência no Rio Grande do Sul, ou ocorrem principalmente nas florestas da Depressão Central, Serra do Sudeste ou até mesmo no Alto Uruguai (Sobral *et al.* 2006). A região também compartilha elementos florísticos com as florestas do Uruguai (*e.g.* *X. schroederii*), resultando em uma paisagem peculiar (Santander & González 2007). Já a floresta com araucária do Planalto possui influências florísticas com elementos não-tropicais provenientes dos Andes, da região austral-antártica e das montanhas do Brasil central, além de espécies tropicais (Rambo 1958, 1994). Embora também possua baixa proporção de espécies do contingente atlântico, são espécies que predominam no sub-bosque da floresta como arvoretas tolerantes à sombra, dando um peso maior à influência dos corredores do leste (Jarenkow & Waechter 2001; Bergamin *et al.* 2012).

Ao longo do seu gradiente latitudinal de ocorrência, a floresta com araucária apresenta composições florísticas muito diferentes, deixando uma impressão de que a única característica que une essas florestas é a presença das coníferas *A. angustifolia* e *P. lambertii* (Duarte *et al.* 2009; Carlucci *et al.* 2011). Na Serra do Sudeste, os sítios estudados possuem características ambientais muito semelhantes, independente da presença da araucária, com exceção de dois sítios mais quentes e secos onde a espécie não ocorre. Assim, podemos observar a heterogeneidade das florestas da região, onde se entremeiam sítios com e sem a presença da araucária. Isso pode ser devido a fatores que determinam a distribuição local da araucária, já que sua expansão é muito recente na região e a espécie pode não ter colonizado todos os sítios propícios ao seu desenvolvimento.

Verificamos uma separação entre as florestas com araucária do Planalto e as florestas estacionais da Serra do Sudeste através de fatores ambientais como altitude, precipitação e temperatura. Mesmo com a ocorrência de *A. angustifolia* e *P. lambertii* em sítios da Serra do Sudeste, essas florestas possuem composição florística diferente daquelas do restante da

distribuição da floresta com araucária no sul do Brasil. Assim, essas florestas necessitam de atenção especial, pois possuem características únicas e são pouco conhecidas. As divergências de opiniões sobre a origem da araucária na Serra do Sudeste talvez só sejam resolvidas com estudos genéticos e paleopolínicos (Carlucci *et al.* 2011). Enquanto isso, acreditamos que planos de conservação da araucária devem incluir essas áreas do extremo sul. Além disso, deve haver incentivos a planos de pesquisa nessas áreas, em busca de um melhor entendimento das diferentes faces da biodiversidade da região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Rodrigo S. Bergamin e ao projeto SISBIOTA pela disponibilidade dos dados florísticos da região estudada; ao MSc. Rodrigo S. Bergamin e ao Professor Andreas Kindel pelas valiosas sugestões dadas a este trabalho. Somos gratos pelo apoio do Instituto de Biociências da UFRGS, e pela ajuda de André Luza e Daniel Castro em campo.

REFERÊNCIAS

- BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 177: 19–27.
- BEHLING, H. & PILLAR, V. D. 2007. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern *Araucaria* forest and grassland ecosystems. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 362: 243–251.

- BERGAMIN, R.S.; MÜLLER, S. & MELLO, R.S.P. 2012. Indicator species and floristic patterns in different forest formations in southern Atlantic rainforests of Brazil. *Community Ecology* 13:162-170.
- BOLDRINI, I. I. 2009. A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V. (Ed.). *Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília, DF: MMA, 2009, v. 1, p. 63-77.
- CARLUCCI, M.B., JARENKOW, J.A., DUARTE, L.D.S. & PILLAR, V.D. 2011. Conservação da Floresta com Araucária no extremo sul do Brasil. *Natureza & Conservação* 9: 111–114.
- CARLUCCI, M.B., STREIT, H., DUARTE, L.D.S. & PILLAR, V.D. 2012. Individual-based trait analyses reveal assembly patterns in tree sapling communities. *Journal of Vegetation Science* 23: 176-186.
- CARVALHO, J., MARQUES, M.C.M., RODERJAN, C.V., BARDDAL, M., & SOUSA, S.G.A. 2009. Species distribution relationships of different strata and soil characteristics in an alluvial forest in Paraná State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1-9.
- CARVALHO, P.E.R. 1980. *Levantamento florístico da região de Irati – PR* (1ª aproximação). EMBRAPA, Curitiba.
- CORDEIRO, J.L.P. & HASENACK, H. 2009. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V. (Ed.). *Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília, DF: MMA, 2009, v. 1, p. 285-299.
- CORDEIRO, J. & RODRIGUES, W.A. 2007. Caracterização fitossociológica de um remanescente de floresta ombrófila mista em Guarapuava, PR. *Árvore* 31: 545-554.
- CURCIO, G.R., GALVÃO, F., BONNET, A., BARDDAL, M.L. & DEDECEK, R.A. 2007. A floresta fluvial em dois compartimentos do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. *Floresta* 37: 125-147.

- DADALT, L.P. 2010. *Padrões de diversidade da vegetação lenhosa da região do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul, Brasil*. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- 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. *Revista Brasileira de Botânica* 21: 183-195.
- DUARTE, L.D.S., DOS SANTOS, M.M.G., HARTZ, S.M. & PILLAR, V.D. 2006. Role of nurse plants in *Araucaria* Forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520–528.
- DUARTE, L.D.S., CARLUCCI, M.B., HARTZ, S.M. & PILLAR, V.D. 2007. Plant dispersal strategies and the colonization of *Araucaria* forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science* 18: 847–858.
- DUARTE, L.D.S.; CARLUCCI, M.B. & PILLAR, V.D. 2009. Macroecological analyses reveal historical factors influencing seed dispersal strategies in Brazilian *Araucaria* forests. *Global Ecology and Biogeography* 18: 314-326.
- DUARTE, L.D.S., PRIETO, P.V. & PILLAR, V.D. 2012. Assessing spatial and environmental drivers of phylogenetic structure in Brazilian *Araucaria* forests. *Ecography* 35: 952–960.
- DUTRA, T. & STRANZ, A. 2003. História das Araucariaceae: a contribuição dos fósseis para o entendimento das adaptações modernas da família no Hemisfério Sul, com vistas a seu manejo e conservação. In: RONCHI, L. & COELHO, O. (eds). *Tecnologia, diagnóstico e planejamento ambiental*. UNISINOS, pp. 293–351.
- ESKUCHE, U. 2007. El bosque de *Araucaria* com *Podocarpus* y los campos de Bom Jardim da Serra, Santa Catarina (Brasil Meridional). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42:295-308.
- FONTOURA, S.B., GANADE, G. & LAROCCA, J. 2006. Changes in plant community diversity and composition across an edge between *Araucaria* forest and pasture in South Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 79-91.

- FORMENTO, S., SCHORN, L.A. & RAMOS, R.A.B. 2004. Dinâmica estrutural arbórea de uma floresta ombrófila mista em Campo Belo do Sul, SC. *Cerne* 10: 196–212.
- GALVÃO, F., KUNIYOSHI, Y.S. & RODERJAN, C.V. 1989. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati – PR. *Floresta* 1/2: 30–49.
- GENTRY, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H.; FORERO, E. & LUTEYN, J. L. (Eds.). *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. New York: The New York Botanical Garden, p. 103-126.
- GIONGO, C. & WAECHTER, J.L. 2007. Composição florística e espectro de dispersão das espécies arbóreas de uma floresta mista com *Podocarpus*, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 333-335.
- GIRARDI-DEIRO, A.M., OLIVEIRA, A. S. & GOMES, K. E. 2002. Contribuição ao estudo das gramíneas e leguminosas da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Científica Rural* 7:34-41.
- GRINGS, M. & BRACK, P. 2009. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. *Iheringia, Botânica* 64:5-22.
- HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L., JONES, P.G. & JARVIS, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978 (dados disponíveis em <http://www.worldclim.org/>).
- HUECK, K. 1953. Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica*, 10: 5-24.
- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica*. São Paulo: Polígono.

- 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.
- 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: 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, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 475-487.
- LEYSER, G., VINISKI, M., DONIDA, A.L., ZANIN, E.M. & BUDKE, J.C. 2009. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre floresta ombrófila mista e floresta estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 60: 355-366.
- 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.
- 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: 113–125.
- MAUHS, J. & BACKES, A. 2002. Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de floresta ombrófila mista exposto a perturbações antrópicas. *Pesquisas, Botânica* 52: 89-109.
- MELLO, R.S.P. 2006. *Deteção de padrões de coexistência arbórea e processos ecológicos em zona de contato de florestas ombrófilas montanas no sul do Brasil*. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.
- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p.
- MORO, R.S., SILVA, M.A., DALAZOANA, K. & ALMEIDA, C.G. 2007. Perfil arbóreo e herbáceo-arbustivo de capões no Parque Nacional dos Campos Gerais, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 126-128.

- NASCIMENTO, A.R.T., LONGHI, S.J. & BRENA, D.A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal* 11: 105-119.
- NEGRELLE, R.A.B. & LEUCHTENBERGER, R. 2001. Composição e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de floresta ombrófila mista. *Floresta* 31: 42-51.
- NEGRELLE, R.A.B. & SILVA, F.C. 1992. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no Município de Caçador – SC. *Boletim de Pesquisa Florestal* 24/25: 37-54.
- OLIVEIRA, J.M. & PILLAR, V.D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and *Araucaria* forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *Community Ecology* 5: 197–202.
- 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.; CURI, N.; VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. 1997. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora* 192: 47-64.
- 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.
- PYKE, C.R.; CONDIT, R.; AGUILAR, S. & LAO, S. 2001. Floristic composition across a climatic gradient in a neotropical lowland forest. *Journal of Vegetation Science* 12: 553–566.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. In: *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna. Available at <http://R-project.org/>
- RAMBO, B. 1958. A floresta riograndense. *Agronomia Sulriograndense*, 3: 1-15.
- RAMBO, B. 1994. *A fisionomia do rio grande do sul*, 3rd edn. Ed Unisinos, São Leopoldo.

- REITZ, R., KLEIN, R.M. & REIS, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, 34-35: 1-525.
- RONDON-NETO, R.M., 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: 29-37.
- ROSÁRIO, D. 2001. *Padrões florísticos e tipos funcionais em floresta com Araucária e suas relações com o solo*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.
- SANQUETTA, C.R., PIZZATTO, W., PÉLLICO NETTO, S. & FIGUEIREDO-FILHO, A. 2000. Dinâmica da composição florística de um fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. *Revista de Ciências Exatas e Naturais* 1: 78-88.
- SANTANDER, C.A.B. & GONZÁLEZ, I.A.G. 2007. Flora Arbórea del Uruguay: Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, Uruguay: COFUSA.
- SCHAAF, L.B., FIGUEIREDO-FILHO, A., SANQUETTA, C.R. & GALVÃO, F. 2005. Incremento diamétrico e em área basal no período 1979–2000 de espécies arbóreas de uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná. *Floresta* 35: 271–290.
- SILVA, F.C. & MARCONI, L.P. 1990. Fitossociologia de uma floresta com Araucária em Colombo, PR. *Boletim de Pesquisa Florestal* 20: 23-38.
- SILVA, J.A., SALOMÃO, A.N., GRIPP, A. & LEITE, E.J. 1997. Phytosociological survey in Brazilian forest genetic reserve of Caçador. *Plant Ecology* 133:1-11.
- SOARES, L.R. & FERRER, R.S. 2009. Estrutura do componente arbóreo em uma área de floresta ribeirinha na bacia do rio Piratini, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* 22: 47-55.

- SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A.; BRACK, P.; IRGANG, B.; LAROCCA, J. & RODRIGUES, R.S. 2006. *Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil*. São Carlos, RiMA/Novo Ambiente, 362 p.
- SONEGO, R.C., BACKES, A. & SOUZA, A.F. 2007. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasilica* 21: 943-955.
- STREIT, H., CARLUCCI, M.B., BERGAMIN, R.S., PILLAR, V.D. & DUARTE, L.D.S. Patterns of diaspore functional diversity along *Araucaria* forest succession in the extreme south of Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* (submetido).
- TER BRAAK, C. J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69–77.
- TORRES, R.B.; MARTINS, F.R. & KINOSHITA L.S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 41-49.
- WEBSTER, G.L. 1995. The panorama of Neotropical cloud forests. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H.; FORERO, E. & LUTEYN, J. L. (Eds.). *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. New York: The New York Botanical Garden, p. 53-77.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Localização geográfica dos sítios de vegetação utilizados no trabalho e suas diferentes fisionomias.

Figura 2: Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para 39 sítios descritos pelas suas correlações com variáveis climáticas e espécies associadas. Somente as espécies mais frequentes são mostradas no gráfico. Legenda: ALT: altitude; TMA: temperatura média anual; PRE: precipitação; SZP: sazonalidade de precipitação; TMF: temperatura mínima do mês mais frio; SZT: sazonalidade de temperatura; +: Floresta Estacional na Serra do Sudeste; *: Floresta com araucária na Serra do Sudeste; #: Floresta com araucária do Planalto Sul-Brasileiro. Espécies estão representadas por códigos, discriminados no Apêndice 1.

Tabela 1. Características dos pontos de levantamentos florísticos compilados da literatura. Legenda: CAP: Circunferência a altura do peito; DAP: Diâmetro a altura do peito; QCP: Quadrante centrado em um ponto; * dados coletados pelos autores; ** dados cedidos por Rodrigo S. Bergamin; *** dados cedidos pelo projeto SISBIOTA. Adaptado de Duarte *et al.* 2012.

Apêndice 1. Legenda dos códigos das espécies mostradas na Figura 2.

Figura 1:

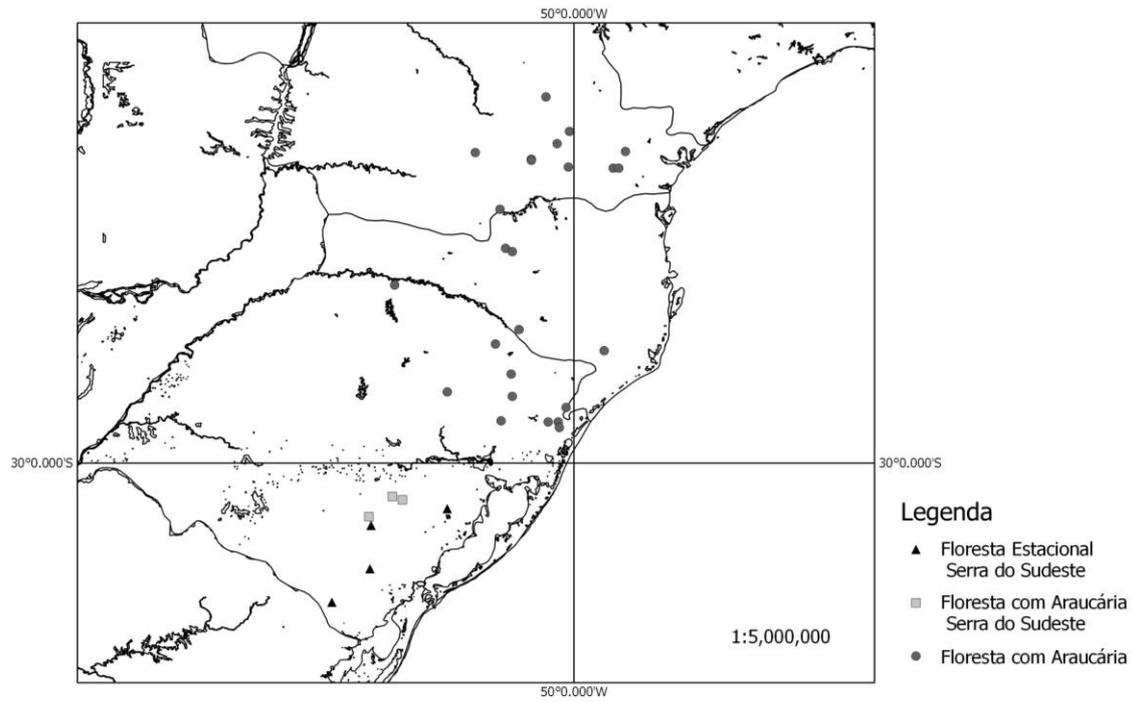


Figura 2:

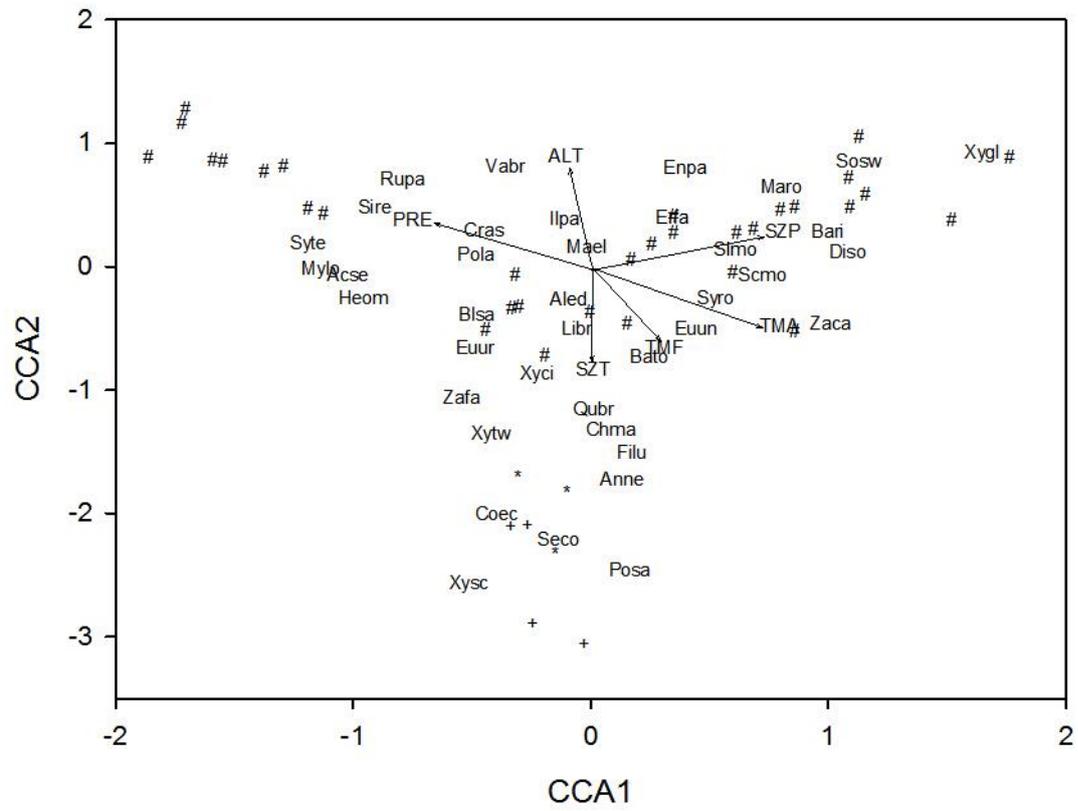


Tabela 1:

Sítio	Coordenadas		Critério de Inclusão	Esforço m ²	Riqueza de espécies	Presença de araucária	Referência
	Latitude	Longitude					
Herval	32° 5' S	53° 36' W	DAP ≥ 5 cm	3000	33	N	***
Piratini	31° 35' S	53° 02' W	DAP ≥ 5 cm	4950	39	N	Soares & Ferrer (2009)
Santana da Boa Vista	30° 48' S	53° 03' W	DAP ≥ 5 cm	1500	27	S	*
Santana da Boa Vista	30° 56' S	53° 01' W	DAP ≥ 5 cm	3000	28	N	***
Camaquã	30° 41' S	51° 53' W	DAP ≥ 5 cm	10000	68	N	Jurinitz & Jarenkow (2003)
Encruzilhada do Sul	30° 33' S	52° 33' W	DAP ≥ 5 cm	3000	41	S	***
Encruzilhada do Sul	30° 30' S	52° 42' W	DAP ≥ 5 cm	3000	40	S	Giongo & Waechter (2007)
São Francisco de Paula	29° 28' S	50° 13' W	DAP ≥ 10 cm	6300	57	S	Mello (2006)
São Francisco de Paula	29° 28' S	50° 13' W	Todas spp. arbustos/árvores	1200	68	S	**
São Francisco de Paula	29° 23' S	50° 23' W	> 2 m altura	972	69	S	Rosário (2001)
São Francisco de Paula	29° 23' S	50° 23' W	CAP ≥ 30 cm	9990	66	S	Longui <i>et al.</i> (2006)
São Francisco de Paula	29° 23' S	50° 23' W	> 50 cm tall	1050	41	S	Fontoura <i>et al.</i> (2006)
São Francisco de Paula	29° 23' S	50° 23' W	DAP ≥ 5 cm	2900	40	S	Sonego <i>et al.</i> (2007)
Aratinga	29° 23' S	50° 14' W	Todas spp. arbustos/árvores	1200	49	S	**
Nova Petrópolis	29° 22' S	51° 05' W	Todas spp. arbustos/árvores com DAP ≥ 5 cm e > 4 m altura	?	96	S	Grings & Brack (2009)
Cambará do Sul	29° 10' S	50° 07' W	Todas spp. arbustos/árvores	1200	58	S	**
Caxias do Sul	29° 00' S	50° 55' W	DAP ≥ 5 cm	8000	34	S	Rondon Neto <i>et al.</i> (2002)
Nova Prata	28° 56' S	51° 53' W	CAP ≥ 30 cm	10000	50	S	Nascimento <i>et al.</i> (2001)
Vacaria	28° 40' S	50° 56' W	>2 m altura	2500	43	S	Mauhs & Backes (2002)
Bom Jardim da Serra	28° 19' S	49° 33' W	Todas spp. arbustos/árvores	?	32	S	Eskuche (2007)
Muitos Capões	28° 13' S	51° 10' W	DAP ≥ 5 cm	4800	42	S	Jarenkow &

							Baptista (1987)
Campo Belo do Sul	28° 00' S	50° 49' W	DAP ≥ 10 cm	9600	62	S	Formento <i>et al.</i> (2004)
Faxinalzinho	27° 20' S	52° 40' W	CAP ≥ 15 cm	10000	72	S	Leyser <i>et al.</i> (2009)
Caçador	26° 50' S	50° 55' W	> 60 cm altura	100000	45	S	Silva <i>et al.</i> (1997)
Caçador	26° 47' S	51° 01' W	DAP ≥ 5 cm	QCP	49	S	Negrelle & Silva (1992)
Rio do Rastro	26° 12' S	51° 06' W	CAP ≥ 15 cm	1200	29	S	Curcio <i>et al.</i> (2007)
Araucária	25° 35' S	49° 20' W	CAP ≥ 15 cm	2000	45	S	Carvalho <i>et al.</i> (2009)
Rio do Rastro	25° 35' S	49° 25' W	CAP ≥ 15 cm	1200	24	S	Curcio <i>et al.</i> (2007)
São João do Triunfo	25° 34' S	50° 05' W	DAP ≥ 10 cm	35000	43	S	Sanquetta <i>et al.</i> (2000)
São João do Triunfo	25° 34' S	50° 05' W	DAP ≥ 20 cm	9000	39	S	Schaaf <i>et al.</i> (2005)
Irati	25° 28' S	50° 38' W	Todas spp. arbustos/árvores	?	81	S	Carvalho (1980)
Fernandes Pinheiro	25° 27' S	50° 38' W	DAP ≥ 10 cm	18000	96	S	Galvão <i>et al.</i> (1989)
Fernandes Pinheiro	25° 27' S	50° 38' W	Todas spp. arbustos/árvores	?	108	S	Carvalho (1980)
Guarapuava	25° 21' S	51° 28' W	DAP ≥ 4.8 cm	3200	41	S	Cordeiro & Rodrigues (2007)
Colombo	25° 20' S	49° 14' W	DAP ≥ 15 cm	QCP	42	S	Silva & Marconi (1990)
Colombo	25° 20' S	49° 14' W	DAP ≥ 5 cm	7200	53	S	Oliveira & Rotta (1982)
Ponta Grossa	25° 13' S	50° 15' W	DAP ≥ 15 cm	QCP	35	S	Negrelle & Leuchtenberger (2001)
Campos Gerais	25° 02' S	50° 04' W	Todas spp. arbustos/árvores ao longo de 15 transecções (31-76 m extensão)	?	39	S	Moro <i>et al.</i> (2007)
Tibagi	24° 31' S	50° 25' W	DAP ≥ 5 cm	10000	109	S	Dias <i>et al.</i> (1998)

Apêndice 1.

Código	Espécie
Acse	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret
Aled	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.
Anne	<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer
Bari	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.
Bato	<i>Banara tomentosa</i> Clos
Blsa	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg
Chma	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.
Coec	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.
Cras	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez
Diso	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.
Enpa	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.
Erfa	<i>Erythrina falcata</i> Benth.
Euun	<i>Eugenia uniflora</i> L.
Euur	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.
Filu	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.
Heom	<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.
Ilpa	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.
Libr	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand
Mael	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
Maro	<i>Maytenus robusta</i> Reissek
Mylo	<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.
Pola	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.
Posa	<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.
Qubr	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.
Rupa	<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll.Arg.
Seco	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs
Sire	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand
Slmo	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.
Scmo	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin
Sosw	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.
Syro	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman
Syte	<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.
Vabr	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.
Xyci	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler
Xygl	<i>Xylosma glaberrima</i> Sleumer
Xyxc	<i>Xylosma schroederi</i> Sleumer ex Herter
Xytw	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler
Zaca	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.
Zafa	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.