



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Departamento de Botânica

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



UFMG

VANESSA LEITE REZENDE

PADRÕES FITOGEOGRÁFICOS DA FLORA ARBÓREA E ARBUSTIVA DE SANTA CATARINA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

**Área de concentração: Morfologia, Sistemática e
Diversidade Vegetal**

BELO HORIZONTE

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Departamento de Botânica

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal



VANESSA LEITE REZENDE

**PADRÕES FITOGEOGRÁFICOS DA FLORA ARBÓREA E
ARBUSTIVA DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Área de concentração: Morfologia, Sistemática e Diversidade Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho

Universidade Federal de Minas Gerais

Coorientador: Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr

Universidade Federal de Minas Gerais

BELO HORIZONTE

2013

Rezende, Vanessa Leite.

Padrões fitogeográficos da flora arbórea e arbustiva de Santa Catarina.
[manuscrito] / Vanessa Leite Rezende. – 2013.

106 f. : il. ; 29,5 cm.


Orientador: Ary Teixeira de Oliveira Filho. Coorientador: Pedro Vasconcellos Eisenlohr.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Departamento de Botânica.

1. Fitogeografia – Teses. 2. Povoamento florestal – Santa Catarina – Teses. 3. Mata Atlântica – Teses. 4. Botânica – Teses. I. Oliveira Filho, Ary Teixeira de. II. Eisenlohr, Pedro Vasconcellos. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Botânica. IV. Título.

CDU:581.9(816.4)

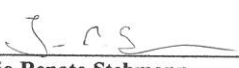
Dissertação defendida e aprovada, em 26 de fevereiro de 2013, pela banca
examinadora constituída pelos professores:



Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho - Orientador



Dr. Alexander Christian Vibrans



Dr. João Renato Stehmann

Dedico esse trabalho à minha família, principalmente a meus pais e minha irmã, pela paciência e a meus amigos que sempre me apoiaram.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal, pela oportunidade da realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho, pela orientação e ensinamentos, pela paciência e amizade, pelas inúmeras oportunidades e desafios propostos.

Ao Dr. Pedro Vasconcellos Eisenlohr, pela coorientação, dedicação, opiniões e correções que foram tão importantes para a realização desse trabalho.

Ao Professor Dr. Alexander Christian Vibrans, pela confiança depositada ao disponibilizar os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC).

À Dra. Luciana Hiromi Yoshino Kamino e ao Professor Ms. André Luis de Gasper, pela colaboração, paciência e apoio.

Aos professores do Departamento de Botânica (Biologia Vegetal) da Universidade Federal de Minas Gerais, pela disponibilidade e ensinamentos adquiridos.

Aos companheiros de orientação do laboratório de Ecologia Vegetal, Cris Sarmiento, Felipe Saiter, Marcelo Bueno, Mari Piacesi, Pedro Miranda e Suzana Neves, pela amizade e todos os momentos que passamos juntos, e ao Danilo Neves, pela ajuda nas análises.

À Nara Mota e Leandro Giacomini, pela companhia no campo.

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia Vegetal da UFMG, Juliana Souza, Liliane Paixão, Aline Ramalho, Aline Vale, Ana Claudia Fernandes, Eric Hattori, Francine Assis, Leandro Giacomini, MariBünger, Maria José Rocha, Nara Mota, Raquel Viveros, Rozijane Fernandes e Thais Almeida, e a todos os amigos da botânica, pelo convívio diário e por tornar esse trabalho de alguma forma mais fácil.

A todos os amigos da PUC e da UFMG que incentivaram e apoiaram essa conquista e por todos os momentos inesquecíveis com vocês.

Aos membros da banca de avaliação: Prof. Dr. João Renato Stehmann, Prof. Dr. Alexander Christian Vibrans, e aos suplentes, Prof. Dr. Fernando Augusto de Oliveira e Silveira e Prof. Dr. Paulo Oswaldo Garcia.

Por fim, à minha família por todo apoio e incentivo, e por todos os ensinamentos transmitidos.

Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

Resumo Geral	1
Introdução Geral	2
Referências.....	3
CAPÍTULO 1. Variáveis climáticas e espaciais predizem a distribuição de espécies arbóreas em um gradiente fisionômico na Floresta Atlântica sul, Brasil?	4
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	25
Resultados	30
Discussão	40
Referências.....	43
CAPÍTULO 2. Distribuição geográfica de espécies arbóreas em trecho da Mata Atlântica Sul, Brasil: restrição por fatores abióticos e consequências para a conservação da biodiversidade.	50
Resumo	51
Abstract	52
Introdução	53
Material e Métodos	55
Resultados	58
Discussão	64
Referências.....	68
APÊNDICE 1.....	72
APÊNDICE 2.....	93
CAPÍTULO 3. Esforço amostral e riqueza de espécies das angiospermas e gimnospermas arbóreas de Santa Catarina, Brasil.	4
Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados	10
Discussão	15
Referências.....	17

Resumo Geral

Nesta dissertação realizamos uma análise quantitativa da distribuição geográfica das espécies arbóreas do estado de Santa Catarina de forma a investigar suas ocorrências e pontos de riqueza no estado, examinando os fatores bióticos e geográficos que podem influenciar nessa distribuição, bem como as áreas mais importantes para conservação. No primeiro capítulo, “Esforço amostral e riqueza de espécies das angiospermas e gimnospermas arbóreas de Santa Catarina, Brasil”, avaliamos as áreas de maior riqueza no estado de Santa Catarina, e a suficiência amostral desse estado. Utilizamos o estimador Chao 2. No segundo capítulo, “Variáveis climáticas e espaciais predizem a distribuição de espécies arbóreas em um gradiente fisionômico na Floresta Atlântica sul, Brasil?”, o principal objetivo foi investigar a variação na composição da flora arbórea correlacionada com 28 variáveis ambientais e geográficas na Floresta Atlântica Subtropical catarinense. Efetuamos análises de agrupamento, ordenação, regressão e partição de variância. O terceiro capítulo, “Distribuição geográfica de espécies arbóreas em trecho da Mata Atlântica Sul, Brasil: restrição por fatores abióticos e consequências para a conservação da biodiversidade”, investigamos a distribuição real e potencial das espécies arbóreas do estado de Santa Catarina e sua possível área de distribuição na América do Sul. Realizamos análises de espécies indicadoras e modelos de distribuição potencial usando o algoritmo Maxent. Nossos resultados evidenciaram a elevada heterogeneidade ambiental encontrada no estado de Santa Catarina e a importância das variáveis de temperatura e altitude nos padrões florísticos das espécies arbóreas do estado. A maioria das espécies apresenta distribuição restrita e reduzida adequabilidade climática para maior parte da América do Sul. Muitas das espécies estudadas são adaptadas a condições ambientais específicas, ressaltando a necessidade de se preservar essa região. A Floresta Pluvial Perenifólia foi a mais rica em espécies. Porém, as ecunidades menos amostradas, como, por exemplo, as Nanoflorestas Costeira e Nebular necessitam de novos esforços amostrais. Assim, a presente Dissertação gerou informações essenciais para o conhecimento sobre a distribuição de espécies ao longo de um gradiente fitofisionômico da Floresta Atlântica Subtropical, as quais podem ser utilizadas no direcionamento de futuras pesquisas e de esforços voltados à conservação da biodiversidade nessa região.

Introdução Geral

A Floresta Atlântica é considerada um dos 34 “*hotspots*” de biodiversidade do mundo, definidos como biomas com alta representatividade da diversidade biológica global e com alto grau de degradação, portanto, prioritário para conservação (Mittermeier *et al.* 2004). A grande variedade de ambientes encontrados na Floresta Atlântica reflete-se na ocorrência de um mosaico fitofisionômico, o qual é composto por formações tão variáveis quanto a Floresta Pluvial Perenifólia, a Nanofloresta Costeira, a Floresta Mista Latiaciculifoliada, a Nanofloresta Nebular e a Floresta Estacional Semidecidualifólia, dentre outras (Leitão-Filho 1994, Ivanauskas *et al.* 2000, Oliveira-Filho e Fontes 2000, Scudeller *et al.* 2001).

O estado de Santa Catarina, além de possuir todos esses tipos de vegetação (IBGE 2004), apresenta 24% de seu território coberto por floresta nativa (SOS Mata Atlântica 2010). O estado inteiro está inserido dentro do complexo vegetacional do Domínio da Floresta Atlântica (SOS Mata Atlantica 2010) e cerca de 81% do território do estado era originalmente ocupado por florestas (Santa Catarina 1986).

Santa Catarina também é um dos poucos estados brasileiros a ter um conhecimento detalhado de sua flora. Além da Flora Ilustrada Catarinense, o estado também conta com seu Inventário Florístico Florestal (IFFSC) completo. O IFFSC foi iniciado em 2007, e até 2010 foram coletados mais de 48.427 indivíduos arbóreos e arbustivos, utilizando um método sistematizado (Vibrans *et al.* 2010).

Como a falta de informação é um dos principais obstáculos às iniciativas de conservação, uma das principais linhas de ação tem sido investigar e caracterizar os padrões de distribuição geográfica e ecológica das espécies (Carneiro e Valeriano 2003; Silva e Casteleti 2003). Historicamente, os primeiros estudos do gênero foram feitos para a Floresta Atlântica de São Paulo (Salis *et al.* 1995; Torres *et al.* 1997; Scudeller *et al.* 2001), Minas Gerais (Oliveira-Filho *et al.* 1994) e Rio de Janeiro (Peixoto *et al.* 2004) e regiões inteiras, como a Sudeste (Oliveira-Filho & Fontes 2000) e Nordeste (Ferraz *et al.* 2004).

Deste modo, o presente trabalho visa abordar as seguintes questões: Quais os padrões geográficos das espécies arbóreas do estado de Santa Catarina? Quais espécies são mais constantes? Como essas espécies se distribuem nas diferentes fitofisionomias? Esse padrão de distribuição está correlacionado a variáveis ambientais e proximidade

espacial? Quais fatores bióticos e geográficos podem influenciar na distribuição da flora arbórea? Quais são as áreas de maior e menor riqueza de espécies arbóreas? Quais são as áreas de maior interesse para conservação das espécies arbóreas no estado?

Referências

- Carneiro, J. S., Valeriano, D. M., 2003. Padrão espacial da diversidade beta da Mata Atlântica– Uma análise da distribuição da biodiversidade em banco de dados geográficos. 11º Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto, *Anais...* Belo Horizonte, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pp. 629-636.
- Ferraz, E. M. N., Araújo, E. L., Silva, S. I., 2004. Floristic similarities between lowland and montane areas of Atlantic Coastal Forest in Northeastern Brazil. *Plant Ecology* 174 (1): 59-70.
- IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- Ivanauskas, N.M., Monteiro, R., Rodrigues, R.R., 2000. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Ecology* 1-2: 71-81.
- Leitão Filho, H.F., 1994. Diversity of arboreal species in atlantic rain forest. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 66 (supl. 1): 91-96.
- Mittermeier, R. A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J., Fonseca, G.A.B., 2004. *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Washington: Cemex., 390p
- Oliveira-Filho, A. T., Fontes, M. A. L., 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A. T., Vilela, E. A., Gavilanes, M. L., Carvalho, D. A., 1994. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semi-deciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 51(3): 355- 389.
- Peixoto, G. L., Martins, S. V., Silva, A. F., Silva, E., 2004. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(1): 151-160.
- Salis, S. M., Shepherd, G. J., Joly, C. A. 1995. Floristic comparison of mesophytic semi-deciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeast Brazil. *Vegetatio* 119(2): 155-164.
- Scudeller, V.V., Martins, F.R., Shepherd, G.J., 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152:185-199.
- Silva, J. M. C., Casteleti, C. H. M., 2003. *Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil*. Galindo-Leal, C., Câmara, I. G. (eds.). The Atlantic Forest of South América. Washington, Center for Applied Biodiversity Science, p. 43-59.
- SOS Mata Atlântica, 2010. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da mata Atlântica, período 2008-2010. Disponível em: <www.sosmatatlantica.org.br>. Acessado em: 10 de jul 2012.
- Torres, R. B., Martins, F. R., Gouvêa, L. S. K. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20(1): 41-49.
- Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Lingner, D. V., Gasper, A. L., Sabbagh, S., 2010. The Floristic and Forest Inventory of Santa Catarina State (IFFSC): methodological and operational aspects. *Brazilian Journal of Forest Research* 30: 291-302.

CAPÍTULO 1

Esforço amostral e riqueza de espécies das angiospermas e gimnospermas arbóreas de Santa Catarina, Brasil

Vanessa Leite Rezende ^{1,2}, Pedro V. Eisenlohr¹, André Luís de Gasper^{1,3}, Ary Teixeira de Oliveira-Filho¹ e Alexander Christian Vibrans^{3,1}

³ Fundação Universidade Regional de Blumenau, Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Rua São Paulo, 3250, Itoupava Seca, Blumenau, SC, 89030-000.

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, 30161-970 Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Autora para correspondência (vanessa.leite.rezende@gmail.com).

Resumo

Um conhecimento adequado da composição florística é fundamental para o direcionamento e planejamento em diversas áreas de pesquisas e políticas públicas. Santa Catarina é um dos primeiros estados a concluir o seu Inventário Florístico Florestal (IFFSC). Nosso objetivo foi avaliar as áreas de maior riqueza de espécies arbóreas e a suficiência amostral nesse estado. Além dos dados do IFFSC, acrescentamos os da base TreeAtlas 2.0. Obtivemos 23.559 registros de 913 espécies, 312 gêneros e 99 famílias. Estimamos a riqueza de espécies pelo índice Chao2 para cada ecounidade (Floresta Pluvial Perenifólia, Nanofloresta Costeira, Floresta Mista Latiaciculifoliada, Nanofloresta Nebular e Floresta Estacional Semidecíduifólia) e para todo o estado. Nossos resultados mostram uma suficiência amostral satisfatória (valor predito em relação ao observado de no mínimo 78% nas ecounidades e de 93% no estado todo), sendo a melhor estimativa encontrada na Floresta Pluvial (95%). A maior riqueza de espécies também foi encontrada na Floresta Pluvial (773) e a menor, na Nanofloresta Nebular (257); esses resultados mantiveram-se mesmo quando o efeito de tamanho amostral (número de indivíduos) foi retirado mediante rarefação. Do total de espécies, 16.6% apresentaram distribuição restrita no estado (*uniques* e *duplicates*) e apenas 4% foram encontradas em todas as ecounidades. Acreditamos que nossos resultados possam auxiliar no direcionamento de esforços para o estabelecimento de novas Unidades de Conservação. Apesar de grande parte da riqueza estar localizada na Floresta Pluvial, torna-se clara a necessidade de planejamento de novas coletas, principalmente para as ecounidades menos amostradas, como, por exemplo, as Nanoflorestas Costeira e Nebular.

Palavras-chave: conservação biológica, estimativa de riqueza, Floresta Atlântica, Floresta Pluvial Perenifólia

Abstract

An appropriate knowledge of the floristic composition is crucial for designing and planning in several areas of research and public policy. Santa Catarina is one of the first states to complete its Floristic Forest Inventory (IFFSC). Our objective was to assess the areas of highest tree species richness and the sampling sufficiency in this state. In addition to the IFFSC dataset we added data from TreeAtlas 2.0 database. We obtained 23.559 records of 913 species, 312 genera and 99 families. We estimated the species richness for each of five ecoregions; Rain Evergreen Forest, Coastal Dwarf-forest, Mixed Needle-Broadleaved Forest, Semideciduous Seasonal Forest and Cloud Dwarf-forest; and for the entire state using the Chao2 index. Our results show an adequate sample sufficiency (predicted value compared to real > 78% in ecoregions and 93% in the entire state), and the best estimate was found in the Rain Forest (95%). The highest species richness was also found for Rain Forests (773) and the lowest for Cloud Dwarf-forests (257); these patterns persisted even when the effect of sample size (number of individuals) was removed by rarefaction. Among all species, 16.6% had restricted distribution in the state (*uniqueandduplicates*) and only 4% were found in all ecoregions. We believe that our results may assist in directing efforts aiming at creating new protected areas. Although much of the species richness is concentrated in the Rainforest, it is clear that collecting efforts should targetless sampled ecoregions, especially the Coastal and Cloud Dwarf-Forests.

Keywords: Atlantic forest, biological conservation, estimated richness, Rain Evergreen Forest

Introdução

A grande variedade de ambientes encontrados na Floresta Atlântica reflete-se na ocorrência de um mosaico fitofisionômico, o qual é composto por variadas formações (Leitão-Filho 1994, Ivanauskas *et al.* 2000, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al.* 2001, Oliveira-Filho 2009). No estado de Santa Catarina, sul do Brasil, são encontradas as principais formações florestais desse domínio: a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta de Restinga, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Nebular e a Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 2004).

Devido à necessidade de diagnosticar e inventariar as condições e o *status* de conservação das florestas nativas, o estado de Santa Catarina realiza desde 2007 o Inventário Florístico Florestal (IFFSC), apresentando dados detalhados e confiáveis sobre a estrutura e composição florística das florestas desse estado (Vibrans *et al.* 2010). O IFFSC possui um método sistemático com coletas a cada 10 km, totalizando até 2010 48.427 coletas de plantas arbóreas e arbustivas (Vibrans *et al.* 2010). Com esses dados é possível inferir sobre espécies ameaçadas, diversidade *alfa*, *beta* e *gama*, bem como detectar padrões de distribuição e riqueza de espécies. Detectar tais padrões mediante coletas padronizadas reduz o viés associado à suficiência amostral, principalmente em áreas tropicais, onde os dados sobre a biodiversidade são muitas vezes escassos, enviesados (coletas não padronizadas) e de baixa qualidade (Hortal *et al.* 2007).

Um projeto recentemente desenvolvido, a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2012), demonstra o quão insuficiente é a amostragem no Brasil e como estão distribuídos os dados. De 2010 para 2012 mais de 696 novos registros de angiospermas foram adicionados a lista, desses 237 foram para Santa Catarina, enquanto para o Amazonas, por exemplo, o aumento foi de apenas 188 registros, mesmo sendo um estado mais extenso e com maior cobertura florestal. Isso demonstra, mais uma vez, um viés de coleta, este associado, provavelmente, à concentração de centros de pesquisa e universidades (Schatz 2002; Sobral e Stehmann 2009). Este fenômeno é conhecido como “efeito-museu” (Hopkins 2007).

Com base nos dados amostrados pelo IFFSC, acrescido da base de dados do TreeAtlas 2.0 (Oliveira-Filho e Eisenlohr 2012), este trabalho teve como objetivo verificar as áreas mais bem amostradas para as angiospermas e gimnospermas arbóreas

em Santa Catarina, apontando os valores esperados de riqueza, a suficiência amostral e os locais importantes para a conservação.

Material e Métodos

O estado de Santa Catarina está localizado na região Sul do Brasil, entre as coordenadas geográficas 25°57'41'' – 29°23'55''S e 48°19'37'' – 53°50'00''W. Destaca-se um clima mesotérmico bastante úmido no Planalto Meridional e subtropical superúmido na faixa litorânea e na encosta atlântica, com temperaturas elevadas (Klein 1984). Nimer (1989) considera a região privilegiada pela altitude e regime anual de precipitação, esta variando de 1.250 a 2.000 mm, o que faz com que não haja excesso nem carência de água.

Obtivemos os dados de ocorrência de espécies por meio do TreeAtlas 2.0 (Oliveira-Filho 2012), um banco de dados compilados da literatura e espécimes de herbário que contém registros de espécies arbóreas e arbustivas, ocorrência, localização geográfica, tipo de vegetação e dados ambientais (ver descrição, história e protocolo do TreeAtlas 2.0 em <http://www.icb.ufmg.br/treetatlan>). A base de dados para este trabalho totalizou 175 sítios em cinco ecounidades, cada um com raio de 5 km, distribuídas ao longo de todo o estado (Figura 1). Deve ser salientado que os sítios do TreeAtlas incluíram as unidades amostrais do Inventário Florístico e Florestal – IFFSC (Vibrans *et al.*, 2010), aglutinadas por proximidade geográfica e fitofisionomia, seguindo o protocolo do TreeAtlas. Definimos as ecounidades a partir da proposta nomenclatural de Oliveira-Filho (2009), com as seguintes correspondências em relação ao IBGE (2012): Nanofloresta Costeira – Floresta de Restinga; Floresta Pluvial Perenifólia – Floresta Ombrófila Densa; Nanofloresta Nebular – “Mata Nuvígena”; Floresta Mista Latiaciculifoliada – Floresta Ombrófila Mista; e Floresta Estacional Semidecidualifólia – Floresta Estacional Semidecidual.

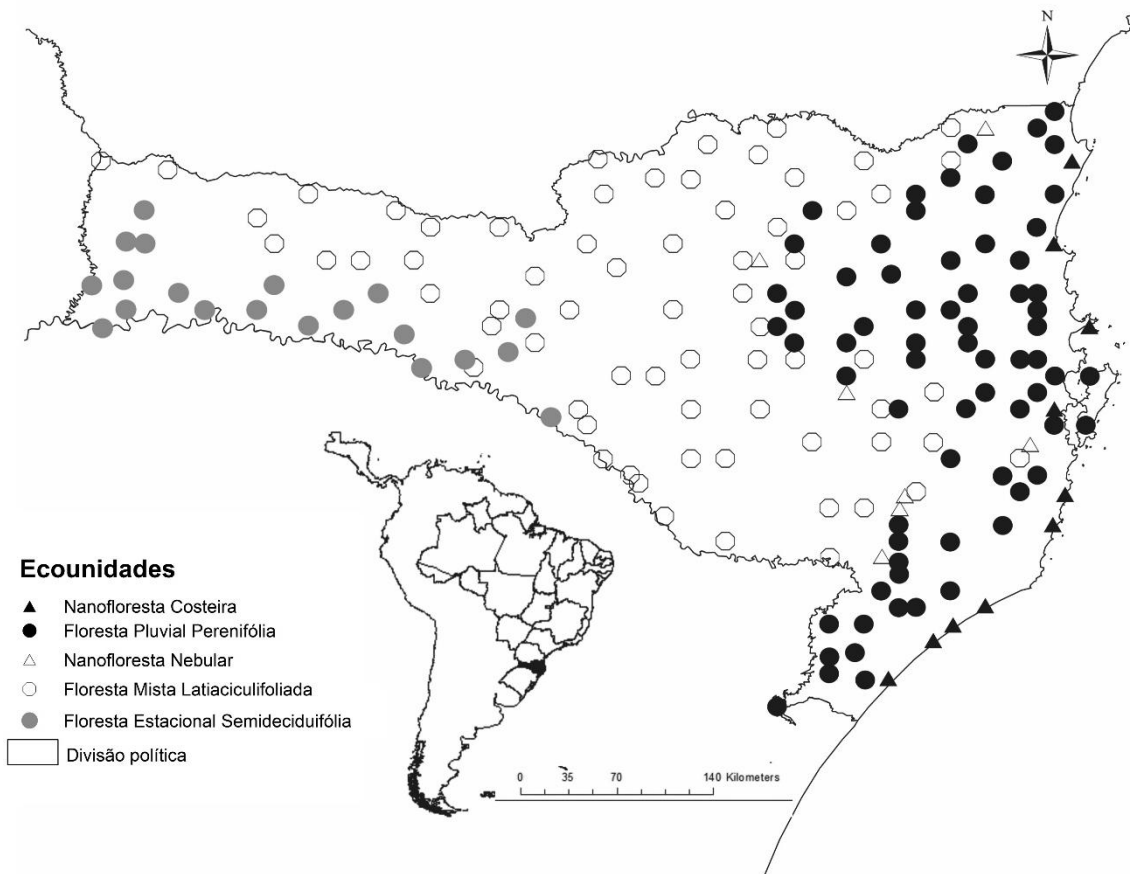


Figura 1. Distribuição do sítios nas ecounidades de Santa Catarina, Brasil.

Inicialmente preparamos um mapa da riqueza observada das espécies, utilizando os programas ArcGis 10 (ESRI 2010) e DivaGis 7 (Hijmans *et al.* 2011). Realizamos as estimativas de riqueza de espécies a partir do estimador não-paramétrico Chao2, o qual se baseia no conceito estatístico de cobertura de amostragem, utilizando o número de espécies com baixa frequência para estimar o número de espécies não incluídas na amostragem e, assim, o número total de espécies da área (Colwell & Coddington 1994; Chazdon *et al.* 1998). Este índice gera uma estimativa confiável do número mínimo de espécies (Longino *et al.* 2002). Comparamos a riqueza de espécies entre as ecounidades por meio da média de riqueza estimada e intervalos de confiança de 95%, os quais foram calculados para cada uma das cinco ecounidades de Santa Catarina. Efetuamos essa análise no EstimateS 8.2.0 (Colwell 2006).

Para verificar uma possível influência do número de sítios sobre a riqueza estimada de espécies, efetuamos uma regressão linear simples (OLS). Testamos a normalidade dos resíduos dessa regressão por meio do teste de Shapiro-

Wilk confirmamos a linearidade mediante análise gráfica dos resíduos vs. valores estimados e dos valores observados vs. preditos pelo modelo (Quinn & Keough 2002).

Para compararmos a riqueza de espécies entre as ecounidades com esforço amostral padronizado, efetuamos uma rarefação “sample-based” (Gotelli & Colwell 2001) e geramos os intervalos de confiança de 95%, no ECOSIM 7.0 (Gotelli & Entsminger 2004). Para melhor visualização dos resultados, construímos um gráfico no programa R, utilizando o pacote *ggplot2* (The R Foundation for Statistical Computing 2012).

Por fim, para inferirmos sobre a abrangência da distribuição geográfica das espécies em cada ecounidade e no estado, analisamos o número de espécies restritas com base nos valores de *uniques* e *duplicates*, que são o número de espécies encontradas em somente uma ou dois sítios, respectivamente (Colwell 2006).

Resultados

Obtivemos 23.559 registros de 913 espécies arbóreas, 312 gêneros e 99 famílias nas 175 sítios de Santa Catarina (a riqueza por sítio pode ser visualizada na Figura 2). Desse total de espécies, apenas 38 (4%) ocorreram em todas as ecounidades. A família de maior riqueza específica foi Myrtaceae, com 19.7% das espécies, seguida por Fabaceae (9.8%) e Lauraceae (6%). Os maiores valores de riqueza de espécies – observada, estimada, média e mediana – foram encontrados na Floresta Pluvial Perenifólia (Figura 2, Tabela 1). Apesar disso, alguns sítios ricos também são encontrados em outras partes do estado, como, por exemplo, na região oeste (Figura 2), onde predomina a Floresta Estacional Semidecíduifólia.



Figura 2. Número de espécies amostradas por sítios em Santa Catarina. O mapa menor serve como referência para as ecounidades (▲: Nanofloresta Costeira; ●: Floresta Pluvial Perenifolia; △: Nanofloresta Nebular; ○: Floresta Mista Latiaculifoliada; ●: Floresta Estacional Semidecidualifolia).

Tabela 1. Parâmetros de riqueza de espécies para as ecounidades de Santa Catarina, Brasil. S: número de espécies observadas. A precisão indica a porcentagem de espécies observadas em relação ao número estimado pelo Chao2. *Uniques*: espécies que ocorrem em apenas um sítio; *Duplicates*: espécies que ocorrem em dois sítios.

Ecounidade	S	Chao2	Precisão	Sítios	<i>Uniques</i>	<i>Duplicates</i>	Riqueza média/mediana
Nanofloresta Costeira	272	337.16	80.67	10	83	46	87 / 86
Floresta Pluvial Perenifolia	773	810.98	95.32	69	76	71	220 / 224
Floresta Mista Latiaculifoliada	477	605.88	78.73	68	109	44	68 / 74
Nanofloresta Nebular	257	294.92	87.14	7	69	37	110 / 116
Floresta Estacional Semidecidualifolia	316	389.13	81.21	20	95	57	87 / 76
Total	913	976.21	93.51	175	90	62	134/108

Os valores de riqueza estimada para cada uma das ecounidades sofreram influência do número de sítios (OLS; $F_{1,3} = 25.25$; R^2 ajustado = 0.894; $p = 0.02$). Assim, as ecounidades com maior número de sítios (Florestas Pluvial e Mista) apresentaram maior número estimado de espécies (810.98 e 605.88), respectivamente, em relação às áreas com menor número de sítios, Nanofloresta Costeira (337.16) e Nanofloresta Nebular (294.92). Porém, mesmo quando esse efeito de tamanho amostral foi retirado mediante rarefação, a maior riqueza da Floresta Pluvial Perenifólia se manteve em todos os níveis de comparação (Figura 3).

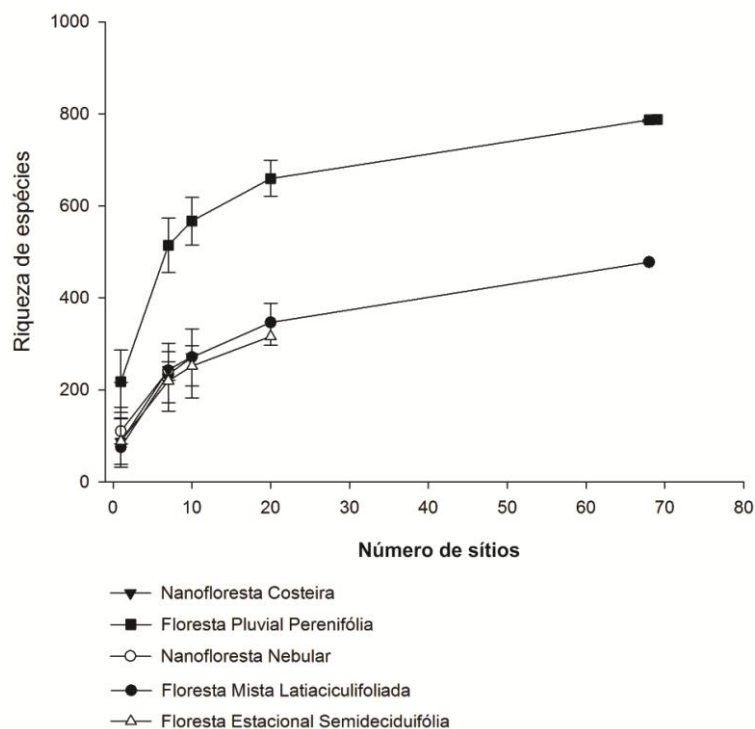


Figura 3. Rarefação “sample-based” para a riqueza de espécies de cada ecounidades de Santa Catarina, Brasil. As barras indicam os intervalos de confiança de 95%.

Quando analisado o incremento das espécies (riqueza observada) e da estimativa de riqueza (Chao2), a curva parece se estabilizar (Figura 4), mas isto não significa que a suficiência amostral tenha sido necessariamente atingida (Schilling & Batista 2008). O que nos ajuda a ter mais segurança sobre essa suficiência amostral é o fato de termos encontrado 93% de precisão para a estimativa Chao2 (913 espécies observadas *versus* 976.21 espécies estimadas; Tabela 1), ou seja, houve grande ajuste entre o valor predito e o valor observado de espécies.

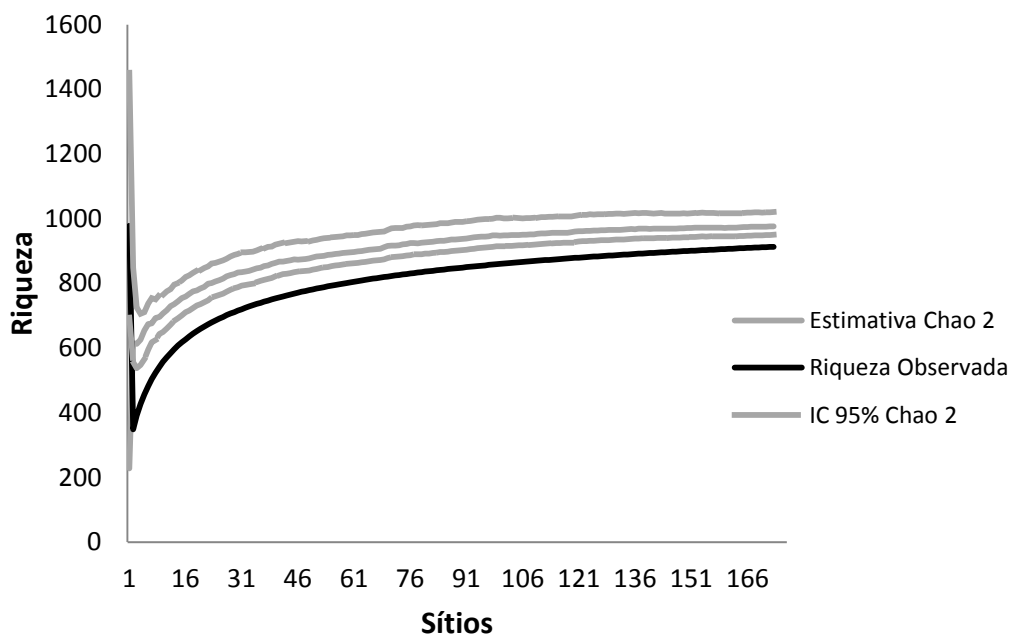


Figura 4. Curvas de acumulação de espécies (riqueza observada) e de estimativa de riqueza segundo o índice Chao 2 para o estado de Santa Catarina, Brasil.

Em todas as ecounidades a percentagem dos valores preditos em relação aos valores observados foi alta (Tabela 1), indicando elevada suficiência amostral das florestas em Santa Catarina. A maior precisão foi encontrada na Floresta Pluvial (95% de ajuste entre a riqueza observada e a riqueza estimada pelo Chao2) e a menor, na Floresta Mista (78%). Apesar disso, a Floresta Mista ainda se manteve como a segunda mais rica no estado (Tabela 1; Figura 5).

Pode-se observar um comportamento diferente (alto valor para os primeiros sítios) no início das curvas acumulativas de espécies para as Nanoflorestas, que possuem número pequeno de sítios (sete para Nanofloresta Nebular e 10 para a Nanofloresta Costeira; Figura 5). Isso ocorre porque o estimador Chao2 baseia-se no número de *uniques* e tende a superestimar a riqueza de espécies de uma área quando há pequeno número de sítios e elevado número de *uniques* (Colwell & Coddington 1994; Santos 2006).

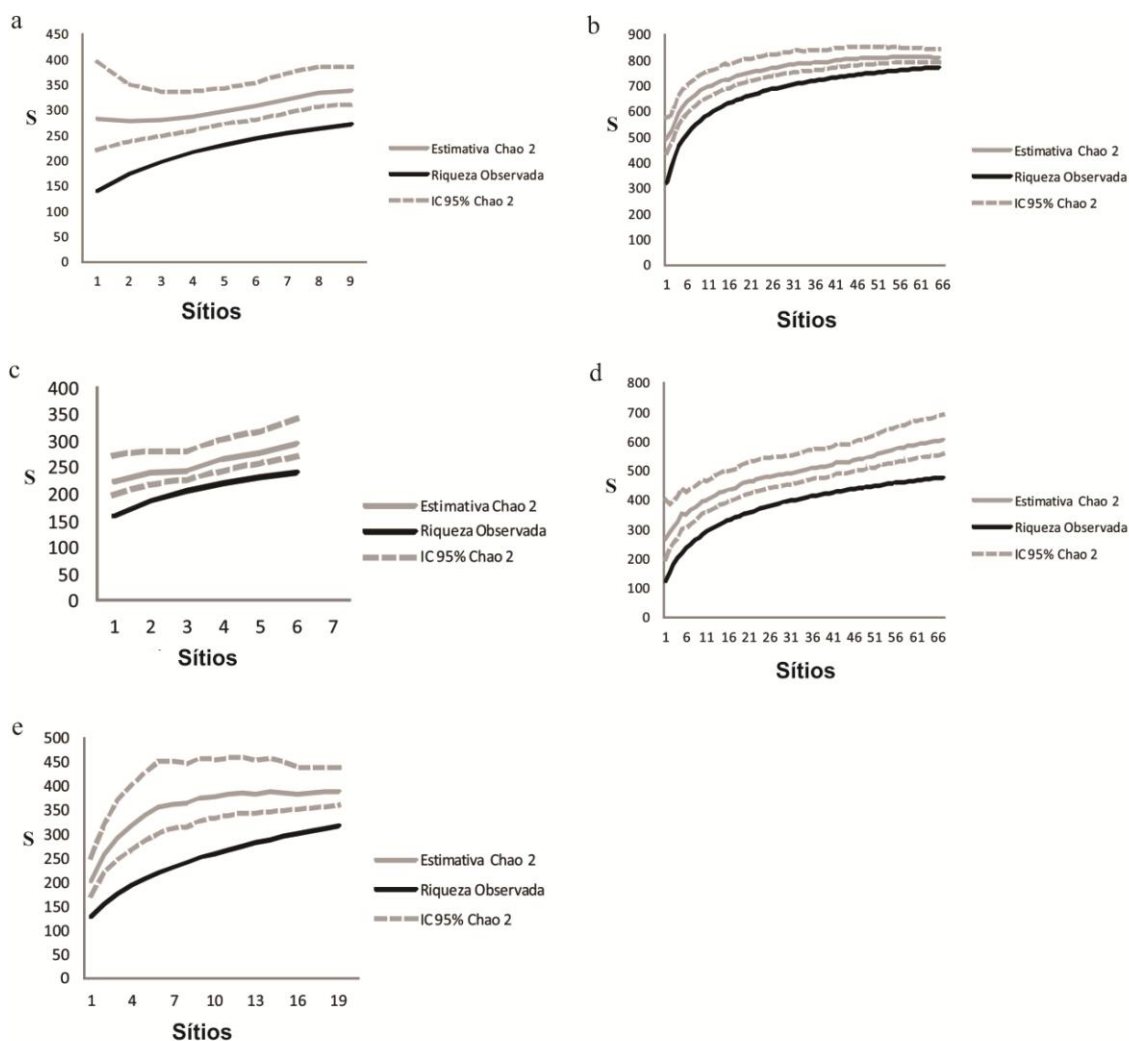


Figura 5. Curvas de acumulação de espécies (riqueza observada) e de estimativa de riqueza segundo o índice Chao2 para as cinco ecounidades de Santa Catarina, Brasil. (a) Nanofloresta Costeira; (b) Floresta Pluvial Perenifolia; (c) Nanofloresta Nebular; (d) Floresta Mista Latiaciculifoliada; (e) Floresta Estacional Semidecidualifolia. S: riqueza de espécies.

Para o estado de Santa Catarina, encontramos 90 espécies *uniques* (9.8%) e 62 (6.7%) *duplicates* que, somadas, perfizeram 16.6% de espécies com distribuição restrita. Quando analisadas separadamente, a Floresta Mista foi a ecounidade que obteve o maior número de *uniques* (109) e a Nanofloresta Nebular, o menor número (69) (Tabela 1). Nota-se, ainda, que o número de *uniques* também é elevado em áreas periféricas, como nas Nanoflorestas Costeiras, mais próximas ao oceano, e na Floresta Semidecidualifolia, limite oeste da Floresta Atlântica. Os maiores valores de *duplicates* foram encontrados nas ecounidades da Floresta Pluvial (71) e Floresta Semidecidualifolia (57; Tabela 1).

Discussão

Encontramos maior riqueza de espécies na Floresta Pluvial Perenifólia, dentre as cinco ecounidades avaliadas no estado de Santa Catarina. Considerando os critérios de adequada intensidade amostral e ampla cobertura geográfica utilizados pelo IFFSC (Vibrans *et al.* 2010), a maior riqueza de espécies nessa ecounidade pode ser decorrente da maior cobertura florestal encontrada nessas áreas e do maior estado de conservação de seus remanescentes. Além disso, diversos estudos apontam que o número de espécies arbóreas por sítio aumenta com o total de chuva e diminuição da duração do período seco durante o ano (Gentry 1988, Clinebell *et al.* 1995, Pitman *et al.* 2002), que caracterizam a Floresta Pluvial Perenifólia (Nimer 1990, EPAGRI 2008). Além do menor período de escassez de chuva, as regiões montanhosas (Serra Geral e Serra do Mar) ajudam a explicar a elevada riqueza dessa ecounidade, proporcionando grande heterogeneidade ambiental e elevada riqueza de espécies, pois cada altitude abriga espécies exclusivas (Rocha e Amorim, 2012). A rarefação, utilizada para minimizar o efeito do tamanho amostral (número de indivíduos) sobre a riqueza de espécies, confirmou a maior riqueza na Floresta Pluvial Perenifólia. Também detectamos elevada riqueza de espécies em algumas localidades da Floresta Estacional Semidecidualifólia do oeste de Santa Catarina. Botrel *et al.* (2002) atribuem a elevada riqueza dessas florestas à heterogeneidade ambiental de gradientes topográficos e fertilidade do solo. Por apresentar solo fértil, essa região sofre diversas pressões antropogênicas (Vibrans *et al.* 2008), sendo considerada hoje a região florestal mais ameaçada do Sul do Brasil (Ruschel *et al.* 2007).

Em relação à suficiência amostral e precisão das estimativas de riqueza, Gasper (2012), estudando as pteridófitas de Santa Catarina, observou que as áreas com baixa amostragem não proporcionavam incremento à lista geral de espécies. Contudo, mesmo nas áreas muito estudadas como o Parque Nacional da Serra do Itajaí, novos registros são feitos continuamente (Gasper 2012), o que indica que essas áreas com baixa amostragem estão subestimadas e requerem maior esforço amostral.

A maior porcentagem do valor predito em relação ao observado (95%) encontrado na Floresta Pluvial Perenifólia pode se justificar por essa ecounidade apresentar a maior parte da cobertura florestal ainda conservada no estado (Gasper *et al.* 2012). A menor porcentagem foi encontrada para a Floresta Mista Latiaciculifoliada

que, apesar de cobrir a maior parte do estado (Klein 1978), se encontra impactada e empobrecida, sofrendo intensa degradação em função de atividades antrópicas (Vibrans *et al.* 2011). Como consequência, mesmo se for aumentado o esforço amostral, a precisão da estimativa para a Floresta Mista Latiaciculifoliada pode não aumentar, uma vez que muitas espécies não existem mais nessa floresta.

Na Floresta Mista encontramos o mais elevado número de *uniques*. Isso pode ser devido ao caráter ecotonal dessa formação, que se originou da mistura de duas floras distintas, a tropical afro-brasileira e a temperada austro-brasileira, cada qual com elementos característicos que ampliam a riqueza de espécies (Waechter 2002). O também elevado número de *uniques* nas regiões periféricas pode ser explicado por fatores como adaptações a fatores climáticos associados ao domínio, e pela distância do oceano. Já o baixo valor de *uniques* na Nanofloresta Nebular pode ser devido à especificidade desse ambiente, onde apenas algumas espécies conseguem sobreviver com sucesso (Falkenberg 2003). Essas espécies que são restritas a uma ecounidade ou a uma região geográfica podem representar adaptações ecofisiológicas que permitem a sua sobrevivência em uma determinada região, mas também podem representar espécies que já foram abundantes e que atualmente se encontram como raras devido a perturbações em sua área de distribuição (Harrison *et al.* 2008).

A Floresta Pluvial Perenifólia, onde encontramos o maior número de *duplicates*, é bastante heterogênea e composta por diversos tipos de habitats (Leitão-Filho 1994), apresentando elevadas diversidades *alfa* e *beta*. Assim, as espécies ocorrentes nessa ecounidade não ocorrem em larga extensão, tendendo a ser *uniques* ou *duplicates*. O mesmo ocorre para as Florestas Estacionais Atlânticas que, segundo Pennington *et al.* (2009), são compostas por espécies globalmente raras, abrigando elevada diversidade *beta*.

A utilização de dados oriundos de um Inventário sistematizado, como o IFFSC, e de base atualizada, como o TreeAtlas 2.0, evita que se aponte áreas sem nenhum conhecimento como área prioritária para conservação (Giulietti *et al.* 2005). Os resultados obtidos mostraram uma suficiência amostral satisfatória para a riqueza de espécies arbóreas em Santa Catarina, porém outras variáveis importantes, como densidade e área basal, também devem ser avaliadas para melhor caracterização florestal. A pequena proporção de espécies de ampla distribuição evidencia a heterogeneidade ambiental que ocorre em cada ecounidade do estado, pois algumas delas possuem sítios com elevada riqueza de espécies e outras, pouca.

Resultados como o deste estudo podem auxiliar no direcionamento de esforços para o estabelecimento de novas Unidades de Conservação. Hoje são encontradas 14 unidades de conservação federais e oito estaduais em Santa Catarina, sendo a grande maioria dessas localizadas nas regiões da Floresta Pluvial e da Floresta Mista. A região da Floresta Estacional Semidecidual é a que mais carece de unidades de conservação, não havendo nenhuma em nível federal. Porém, mesmo na Floresta Mista há carência de espaços legalmente protegidos, sob a forma de unidades de conservação (Medeiros *et al.* 2005). Apesar de grande parte da riqueza estar localizada na Floresta Pluvial torna-se clara a necessidade de planejamento de novas coletas, principalmente para as ecounidades menos amostradas, como, por exemplo, as Nanoflorestas Costeira e Nebular, bem como da criação de novas Unidades de Conservação, sobretudo nas ecounidades menos preservadas.

Referências

- Botrel, R. T.; Oliveira-Filho, A. T.; Rodrigues, L. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 25 (2): 195-213.
- 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. In: *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*. (eds Dallmeier, F., Comiskey, J.). *Parthenon Publishing*, Paris, France, pp. 285-309.
- Clinebell II, R.R., Phillips, O.L., Gentry, A.H., Stark, N., Zuuring, H., 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biological Conservation* 4: 56-90.
- Colwell, R.K., J.A. Coddington., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society (Series B)* 345: 101-118.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. *User's Guide and application*. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em: 20 de dezembro de 2012.
- EPAGRI 2008. *Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina*. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2012.
- ESRI., 2010. ArcGis Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Falkenberg, D.B. 2003. Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- Gaspar, A.L., Salino, A., Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Verdi, M., Korte, A., Santos, A.S., Dreveck, S., Cadorin, T.J., Schmitt, J.L., Caglioni, E., 2012. Pteridófitas de Santa Catarina: um olhar sobre os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26 (2): 421-434.
- 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.

- Giulietti, A. M., Harley, R.M., Queiroz, L. P., Wanderley, M. G., Van den Berg, C., 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade* 1: 52-61.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4(4): 379-391.
- Gotelli, N.J., Entsminger, G.L., 2004. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Jericho, Acquired Intelligence Inc. & Kesy-Bear.
- Harrison, S., Viers, J.H., Thorne, J. H., Grace, J. B., 2008. Favorable environments and the persistence of naturally rare species. *Conservation Letters* 1(2): 65-74.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrentes, I., Rojas, E. 2011. DIVA-GIS.v7.4. A geographic information system for the analysis of species distribution data. Disponível em: /www.diva-gis.org. Acesso em 10 de jan. 2013.
- Hopkins, M.J.G., 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34: 1400-1411.
- Hortal, J., Lobo, J. M., & Jiménez-Valverde, A., 2007. Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife, Canary Islands. *Conservation Biology*, 21(3), 853–63.
- IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Vegetação do Brasil*. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- Ivanauskas, N.M., Monteiro, R., Rodrigues, R.R., 2000. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Ecology* 1-2: 71-81.
- Klein, R.M., 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do Sul do Brasil. *Sellowia* 36: 5-54.
- Leitão Filho, H.F., 1994. Diversity of arboreal species in atlantic rain forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 66 (supl. 1): 91-96.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil., 2012. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>.
- Longino, J.T., Coddington, J., Colwell, R.K., 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology* 83: 689-702.
- Medeiros, J., Savi, M., Brito, B., 2005. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. *Biotemas* 18 (2): 33-50.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*, 2 ed. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 421 pp.
- Nimer, E. Clima. 1990. In: *IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro. pp. 151-187.
- Oliveira-Filho, A. T., 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina Tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60 (2): 237-258.
- Oliveira-Filho, A.T., 2012. TreeAtlas 2.0, flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: um banco de dados envolvendo biogeografia diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.treetlan.icb.ufmg.br/>>. Acesso em 12 de jan. 2012.
- Oliveira-Filho, A.T., Eisenlohr, P.V., 2012. O banco de dados Treetlan e a classificação da vegetação da América do Sul tropical e subtropical. In 63º Congresso Brasileiro de Botânica, Botânica Frente às Mudanças Globais, Joinville, SC, p. 35-38.
- Oliveira-Filho, A. T., Fontes, M. A. L., 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b): 793-810.

- Pennington, R. T., Lavin, M.; Oliveira Filho, A. 2009. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Ecology Evolution and Systematics* 40 (1): 437-457.
- Pitman, N.C.A., Terborgh, J.W., Silman, M.R., Nuñez, P.V., Neill, D.A., Ceroín, C.E., Palacios, W.A., Aulestia, M., 2002. A comparison of tree species diversity in two upper Amazonian forests. *Ecology* 83: 3210-3224.
- R Development Core Team., 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rocha, D. S. B., Amorim, A.M.A., 2012. Heterogeneidade altitudinal na Floresta Atlântica setentrional: um estudo de caso no sul da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(2): 309-327.
- Santos, A.J., 2006. Estimativas de riqueza em espécies. In *Métodos de estudo em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre* (Cullen, L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. eds). Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, pp.19-43.
- Schatz, G.E., 2002. Taxonomy and Herbaria in Service of Plant Conservation: Lessons from Madagascar's Endemic Families. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 145-152.
- Schilling, A.C., Batista, J.L.F., 2008. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 179-187.
- Scudeller, V.V., Martins, F.R., Shepherd, G.J., 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology*. 152:185-199.
- Sobral, M., Stehmann, J.R., 2009. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). *Taxon* 58: 227-232.
- Vibrans, A.C., L. Sevegnani, D.V. Lingner, A.L. Gasper, S. Sabbagh., 2010. The Floristic and Forest Inventory of Santa Catarina State (IFFSC): methodological and operational aspects. *Brazilian Journal of Forest Research* 30: 291-302.
- Vibrans, A. C., Sevegnani, L., Uhlmann, A., Schorn, L. A., Sobral, M., Gasper, A.L., Lingner, D.V., Brogni, E., Klemz, G., Godoy, M.B., Verdi, M., 2011. Structure of mixed ombrophylous forest with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 59: 1371-1387.
- Vibrans, A. C., Uhlmann, A., Sevegnani, L., Marcolin, M., Nakajima, N., Grippa, C. R., Brogni, E., Godoy, M. B., 2008. Ordenação dos dados de estrutura da floresta Ombrófila Mista partindo de informações do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Resultados de estudo piloto. *Ciência Florestal* 18(4): 511-523.
- Waechter, J. L., 2002. Padrões geográficos da flora atual do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente* 24: 93-108.

CAPÍTULO 2

Variáveis climáticas e espaciais predizem a distribuição de espécies arbóreas em um gradiente fisionômico na Floresta Atlântica sul, Brasil?

Vanessa Leite Rezende^{2,3}, Ary T. deOliveira-Filho¹, Pedro V. Eisenlohr¹ e Alexander Christian Vibrans⁴

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, 31270-901. (+55) (31) 3498-2688.

³ Autora para correspondência (vanessa.leite.rezende@gmail.com).

⁴ Fundação Universidade Regional de Blumenau, Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Rua São Paulo, 3250, Itoupava Seca, Blumenau, SC, 89030-000.

Resumo

A variação na composição da flora arbórea foi investigada e correlacionada a 28 variáveis ambientais e geográficas em um gradiente fitofisionômico de Floresta Atlântica subtropical no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. A análise incluiu 175 sítios, distribuídas em 11 diferentes tipos florestais, compreendendo pontos de presença e ausência de 913 espécies. Foram realizadas análises multivariadas (WPGMA, TWINSpan, ordenação por NMS, regressões – OLS, global, e GWR, local – e partição da variância). A maior diferenciação florística encontrada foi em relação ao nível de regime climático. A heterogeneidade florística da área estudada foi evidenciada pelo padrão de dissociação florística encontrada entre os diferentes tipos vegetacionais e pelo incremento significativo dos modelos locais (GWR) em relação aos modelos globais (OLS). As variáveis ambientais tiveram associações significativas com a vegetação, apesar de terem sido pouco explicativas na partição de variância. Devido à elevada heterogeneidade ambiental, Santa Catarina mostrou-se um bom exemplo de diferenciação espacial da distribuição da flora arbórea da Floresta Atlântica. Nosso estudo mostrou que as variáveis de temperatura e altitude foram mais importantes na determinação dos padrões de variação florística do que as variáveis de precipitação.

Palavras-chave: análise multivariada, fitogeografia, gradientes climáticos, modelos locais, variáveis geoclimáticas

Abstract

The variation in tree species composition was investigated and correlated to 28 environmental and geographic variables across a phytophysiognomic gradient in subtropical Atlantic Forests in the state of Santa Catarina, southern Brazil. The analyses included 175 sampling units distributed into 11 different forest types and containing binary occurrence records of 913 species. Multivariate analyses were performed (WPGMA, TWINSpan, NMS ordination, regressions – OLS, global, and GWR, local - and variance partitioning). There was a main floristic differentiation chiefly related to different climate regimes. The floristic heterogeneity of the studied area was evidenced by clear patterns of floristic differentiation among vegetation types and the significant improvement of the local models (GWR) compared to global models (OLS). Environmental variables showed significant correlations with floristic variations, despite their reduced explanatory power in the variance partitioning analysis. Due to the high environmental heterogeneity, Santa Catarina was shown to be a good example of spatial differentiation of the tree floristic distribution in the Atlantic Forest. Our study showed that temperature and altitude are leading variables driving the patterns of floristic variation and that rainfall plays a much lesser role.

Keywords: climatic gradients, geoclimatic and edaphic variables, local models, multivariate analysis, phytogeography

Introdução

A Floresta Atlântica *sensu lato* compreende um dos maiores Domínios Fitogeográficos da América do Sul, incluindo todas as florestas ao leste da Diagonal de Formações Secas, que inclui, no sentido nordeste-sudoeste, os Domínios da Caatinga, Cerrado, Chaco e Pampa (Oliveira-Filho *et al.*, 2006). O Domínio da Floresta Atlântica cobria originalmente uma área de aproximadamente 1.300.000 km² (Ribeiro *et al.*, 2009) e atualmente está entre os mais ameaçados do planeta, sendo considerado um dos *hottest hotspots* para propósitos conservacionistas (Myers *et al.*, 2000, Mittermeier *et al.*, 2004). Restam apenas 7,9% de seus remanescentes florestais em fragmentos acima de 100 hectares (SOS Mata Atlântica, 2012) e aproximadamente 11%, considerando todos os remanescentes (Ribeiro *et al.*, 2009). Apesar do elevado grau de devastação, o Domínio ainda mantém um alto nível de biodiversidade, especialmente nos seus maiores remanescentes, os quais estão confinados nas áreas de alta elevação ao longo das regiões costeiras do Sul e Sudeste do Brasil (Bertoncelo *et al.*, 2011). Frente a essa elevada biodiversidade, contrastada com a crescente preocupação conservacionista em vários de seus ecossistemas, e ainda considerando a sua longa história evolutiva, um conhecimento detalhado da fitogeografia deste bioma é necessário para maximizar o seu potencial de conservação.

A vegetação florestal do Sul do Brasil encontra-se amplamente inserida na delimitação de Floresta Atlântica *sensu lato* proposta por Oliveira-Filho e Fontes (2000). Nessas florestas heterogêneas e altamente diversas, os inventários da biodiversidade são complexos, caros e consomem muito tempo (Gardner *et al.*, 2008). Nessa região do país, a despeito dessas dificuldades, o estado de Santa Catarina vem aumentando o seu conhecimento sobre a composição florística, diversidade e fatores ambientais que regeriam as variações da composição de espécies vegetais no espaço, principalmente por meio do seu Inventário Florístico Florestal – IFFSC (Vibrans *et al.*, 2010). Esse Inventário, iniciado em 2007, totalizou, até 2010, 48.427 coletas de plantas arbóreas e arbustivas (Vibrans *et al.*, 2010). Santa Catarina possuía 100% do território originalmente ocupado pelo complexo vegetacional do Domínio da Floresta Atlântica (SOS Mata Atlântica, 2012). Houve uma drástica redução da cobertura florestal durante a segunda metade do século XX e, hoje, há uma constante pressão exercida pelas atividades econômicas, como agricultura e pecuária extensiva (Vibrans *et al.*, 2010). Além disso, estimativas recentes revelam que há 500.000 hectares de plantios florestais,

principalmente de *Pinus* spp., o que equivale a 5% do território do estado (Vibrans *et al.*, 2010). Ainda assim, Santa Catarina mantém atualmente uma cobertura de floresta nativa relativamente elevada (cerca de 26.33%; Vibrans *et al.* 2013).

Os três principais tipos florestais do Domínio da Floresta Atlântica no Sul e Sudeste do Brasil (Floresta Latifoliada Pluvial Perenifólia, Floresta Latifoliada Estacional Semidecíduifólia e Floresta Lati-aciculifoliada; Oliveira-Filho, 2009) são encontrados no estado de Santa Catarina. Na região que se estende entre o litoral e o alto das Serras do Mar e Geral, o clima é chuvoso o ano inteiro, mas com precipitação mais elevada no verão, e as temperaturas oscilam menos devido ao efeito moderador do oceano, o que permite a ocorrência da Floresta Pluvial até latitudes subtropicais (Negrelle 2002). Na vertente interior da serra Geral, as chuvas também são perianuais e menos concentradas no verão, mas a amplitude térmica anual é bem mais pronunciada que no litoral Oliveira-Filho *et al.* (2006). No extremo oeste do estado, há expressivas variações no clima, que são consequência dos diversos sistemas atmosféricos, associados às diferenças de altitude existentes entre o planalto e os fundos de vale (Monteiro, 2001). Em geral, a Floresta Estacional Semidecíduifólia concentra-se nos vales mais baixos e a Floresta Lati-aciculifoliada (floresta mista de araucária) no alto do planalto. Além disso, como já demonstrado por Behling (1997), Behling e Negrelle (2001) e Behling *et al.* (2005), as flutuações climáticas pretéritas ocorridas principalmente durante o Pleistoceno e o Holoceno condicionaram processos de expansão e retração dos seus tipos vegetacionais, contribuindo para o estabelecimento de conexões florísticas, gerando zonas de contato entre diferentes tipos florestais.

Em Santa Catarina, a dissecação do relevo provocada pelo rio Uruguai, somado aos processos morfogenéticos que deram origem aos sistemas de patamares elevados, soerguidos por processos epirogenéticos, foram responsáveis pela conformação altimétrica e pela configuração das geformas atuais do estado (Petri e Fúlfaro, 1983; Mizusaki e Thomáz-Filho, 2004). Também em Santa Catarina, o acidente geográfico mais notável é a grande escarpa terminal do planalto do interior, que é a Serra Geral, além da Serra do Mar, no norte do estado, ambas desempenhando papel especial como elemento de formação da paisagem (Maack, 1947). Considerando toda esta heterogeneidade geomorfológica e climática, Santa Catarina pode ser considerada uma área de bastante interesse para investigações sobre gradientes de distribuição de espécies, com implicações potencialmente importantes para a previsão de gradientes ambientais e vegetacionais em situações similares.

No presente estudo realizamos análises biogeográficas da flora arbórea de todos os tipos florestais representados no estado de Santa Catarina, a fim de responder às seguintes perguntas: (i) Qual é o nível de similaridade da flora arbórea entre as diferentes fitofisionomias do estado? (ii) Os padrões florísticos de distribuição de espécies arbóreas ao longo dos principais gradientes fitofisionômicos estão significativamente correlacionados às variáveis ambientais e à proximidade espacial? (iii) Quais são os fatores bioclimáticos (temperatura anual, precipitação anual, evapotranspiração potencial *etc.*) e espaciais (latitude e longitude) que podem influenciar mais decisivamente a distribuição da flora arbórea?

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

O estado de Santa Catarina possui uma área total de 95.985 km² e se situa entre as latitudes 25°57'33''S e 29°21'48''S e longitudes 48°62'33''W e 53°50'00''W. Segundo a classificação de Köppen (1948), o território catarinense apresenta dois tipos de clima: subtropical úmido com verões quentes (Cfa), no litoral e nas áreas mais baixas do planalto, e mesotérmico úmido com verões frescos (Cfb), nas partes mais altas do planalto (Baldo *et al.*, 2000). O inverno catarinense é em geral rigoroso, ocasionando uma média de geadas de 25 dias por ano em algumas regiões (Nery *et al.*, 1996). Nimer (1989) considera a região privilegiada pela altitude e regime anual de precipitação, esta variando de 1.250 a 2.000 mm, o que faz com que não haja excesso nem carência de água.

O relevo compõe-se de uma Planície Costeira Quaternária, de um conjunto de serras cristalinas – as Serras do Leste Catarinense – o Planalto Gonduânico e o planalto arenito-basáltico (Atlas de Santa Catarina, 1986). Cerca de 70% do território catarinense está acima dos 300 m de altitude; o relevo é, em sua maioria, composto por um planalto basáltico que forma canais de basalto fazendo limite com a Serra Geral (Andrade *et al.*, 1999). Todo o estado de Santa Catarina está situado dentro da Floresta Atlântica *sensu lato* (Oliveira-Filho e Fontes, 2000), sendo reconhecidas 11 fitofisionomias pelo sistema de Oliveira-Filho (2009).

Compilação de dados e preparo das matrizes

Obtivemos os dados de ocorrência de espécies por meio do TreeAtlas 2.0 (Oliveira-Filho e Eisenlohr, 2012), um banco de dados compilados da literatura e espécimes de herbário que consiste em aproximadamente 1500 localidades em áreas pré selecionadas da América do Sul oriental, contendo registros de espécies arbóreas e arbustivas (plantas lenhosas >3m de altura), ocorrência, localização geográfica, tipo de vegetação e dados ambientais (ver descrição, história e protocolo do TreeAtlas 2.0 em <http://www.icb.ufmg.br/treatlan>). A base de dados para este trabalho totalizou 175 sítios (Figura 2). Cada sítio possui um raio de 5km. Deve ser salientado que os sítios do TreeAtlas incluíram a Unidade amostrais do Inventário Florístico Florestal – IFFSC (Vibrans *et al.* 2010), aglutinadas por proximidade geográfica e fitofisionomia, seguindo o protocolo do TreeAtlas. Obtivemos 23.559 registros de 913 espécies.

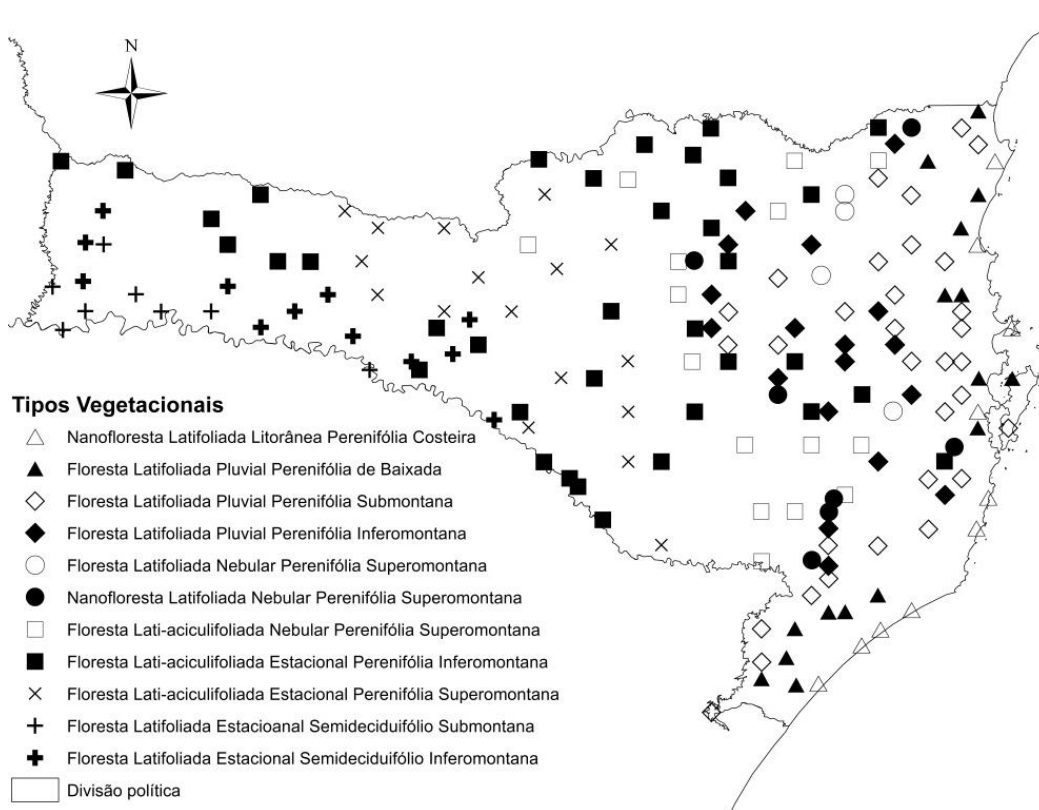


Figura 2. Sítios no estado de Santa Catarina com os tipos de vegetação classificados segundo Oliveira-Filho (2009).

Organizamos os dados em três tipos de matrizes: (i) de presença e ausência das espécies; (ii) de coordenadas geográficas (latitude e longitude); e (iii) de variáveis ambientais, contendo altitude e variáveis bioclimáticas (dias de geada, evapotranspiração potencial, fertilidade do solo, inclinação, vertente, cobertura de nuvens, aridez, quantidade de água no solo, porcentagem de afloramentos rochosos e de

areia e 19 variáveis bioclimáticas de temperatura e pluviosidade). Obtivemos as variáveis bioclimáticas a partir do WorldClim versão 1.4 (<http://www.worldclim.org>; Hijmans *et al.*, 2005), do CSI - CGIAR (<http://www.cgiar-csi.org/>), do Atlas Climatológico de Santa Catarina (Epagri, 2008) e por meio da extensão *Hawth's tools* do ArcGIS 9.3 (ESRI, 2010). Transformamos as variáveis obtidas em porcentagem (média de fertilidade do solo, porcentagem de afloramentos rochosos e porcentagem de areia) pelo arco-seno da raiz quadrada (Zar, 2010). Para evitar que variáveis com grande amplitude de variação resultassem em um efeito diferencial sobre os padrões florísticos (Quinn e Keough, 2002), relativizamos as demais variáveis por ajuste ao desvio-padrão, $\frac{(x_i - X)}{\sigma}$, em que x_i é o valor da variável em cada sítio, X é a média da variável entre todos os sítios e σ é o desvio-padrão da variável (McCune e Mefford, 2011). Conduzimos todas as transformações no PC-ORD 6.0 (McCune e Mefford, 2011).

Análise dos dados

Aplicamos análises de agrupamento aglomerativa e divisiva (*e.g.*, Legendre e Legendre, 2012 e Wildi, 2010) às matrizes de presença e ausência. Como análise aglomerativa, adotamos o método WPGMA usando o coeficiente de similaridade de Sørensen e calculamos o coeficiente de correlação cofenética, que fornece uma medida de confiabilidade para interpretação do dendrograma (quanto mais próximo de 1, menor é a distorção entre a similaridade original entre cada par de sítios e a similaridade reproduzida pelo dendrograma). Como análise de agrupamento divisiva adotamos o método TWINSpan. Utilizamos o pacote FITOPAC 2.1 (Shepherd, 2010) para WPGMA e o PC-ORD 6.0 (McCune e Mefford, 2011) para TWINSpan. O WPGMA foi aplicado a uma matriz de ocorrência das espécies nos 11 tipos de vegetação e o TWINSpan a uma matriz de ocorrência nos 175 sítios.

Para analisar a distribuição dos sítios ao longo do gradiente litoral-continente utilizamos a análise de ordenação NMS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico), amplamente recomendada na medida em que não pressupõe uma relação linear entre as variáveis e é flexível na escolha de medidas de distância (McCune e Grace, 2002). No processamento do NMS, utilizamos o PC-ORD 6.0 (McCune e Mefford, 2011) e coeficiente de Sørensen como medida de similaridade. A solução obtida foi de duas dimensões, ambas significativas pelo teste de Monte Carlo, e o *stress* (medida de afastamento da monotonicidade entre a dissimilaridade no espaço

multidimensional original e a dissimilaridade reproduzida no espaço de ordenação) manteve-se estável no segmento final das iterações (>30 iterações) (McCune e Grace, 2002). Calculamos o coeficiente de determinação (R^2) das correlações entre as distâncias florísticas da ordenação e as distâncias no espaço n-dimensional original.

Testamos a variação nos escores de cada eixo significativo do NMS entre os tipos de vegetação por meio de ANOVA (Zar, 2010) assim como os resíduos da ANOVA quanto à autocorrelação espacial – ACE (Legendre e Fortin, 1989; Diniz-Filho *et al.*, 2003) gerando valores- p por permutações de Monte Carlo para cada classe de distância do correlograma de Moran (Legendre e Fortin, 1989). A significância global do correlograma foi decidida após ser feita a correção sequencial de Bonferroni (Fortin e Dale, 2005).

Esses mesmos procedimentos foram usados nas demais etapas (mais adiante) em que analisamos a ACE. Quando os resíduos apresentaram ACE, adicionamos autovetores espaciais (filtros) como preditores adicionais (covariáveis), convertendo o modelo em uma ANCOVA (Zar, 2010). Os filtros foram obtidos com base em uma matriz de distâncias truncadas (Borcard e Legendre, 2002) e de conectividade (Griffith, 2003) – em cada modelo, a escolha de um tipo ou outro de filtro baseou-se na habilidade de remoção da ACE residual. Incluímos inicialmente os filtros significativamente correlacionados com a variável resposta (Bellier *et al.*, 2007); quando isso não foi suficiente, continuamos a incluí-los até que não houvesse mais ACE. O pressuposto de normalidade foi confirmado pelos testes de D'Agostino e D'Agostino-Pearson (admitimos normalidade quando pelo menos um desses dois testes não foi significativo) e a homogeneidade de variâncias, pelo teste de Hartley (Zar, 2010). Quando a homogeneidade de variância não foi atendida, efetuamos o teste F de Welch (Welch 1951). Quando necessário para atingir esses pressupostos, removemos sítios *outliers* (resíduos padronizados >2 desvios-padrão). Em seguida, realizamos o teste *post hoc* de Tukey HSD adaptado para amostras com tamanhos desiguais (Smith, 1971) ou comparações múltiplas de ranks médios (Zar, 2010) quando a homocedasticidade não foi atendida mesmo após a remoção de *outliers*. Em seguida, analisamos a ACE dos escores de cada um dos dois eixos de ordenação, que se mostra importante no ponto de vista ecológico para a análise de gradientes (Legendre e Fortin, 1989). Na investigação da ACE, utilizamos o SAM 4.0 (Rangel *et al.*, 2010)

Preparamos modelos de regressão linear múltipla (Zar, 2010) para investigar a relação entre os padrões de composição florística resumidos nos principais eixos do

NMS e as variáveis preditoras (variáveis bioclimáticas e espaciais). Em cada modelo, pré-selecionamos variáveis com correlação de Spearman de, no mínimo, 30% com o eixo do NMS. Com base nessas variáveis, processamos todos os modelos possíveis e escolhemos aquele com o menor valor de Akaike corrigido - AICc (Burnham e Anderson, 2002). Como a seleção automática de variáveis pode se tornar tendenciosa quando ocorre ACE (Diniz Filho *et al.*, 2008), testamos a significância de ACE dos resíduos do modelo completo e, quando necessário, adicionamos filtros, da mesma forma como descrito anteriormente.

Os filtros foram variáveis fixas na seleção dos modelos (Diniz Filho *et al.*, 2008). Processamos o modelo selecionado pelo AICc e verificamos os pressupostos de normalidade dos resíduos (teste de D'Agostino/D'Agostino-Pearson; Zar, 2010); homogeneidade de variâncias e linearidade (ausência de padrões cônicos ou curvos, respectivamente, no gráfico de valores estimados x resíduos; Quinn e Keough, 2002); e ausência de colinearidade (Fator de Inflação da Variância - VIF < 10; Quinn e Keough, 2002). Altos valores de VIF associados aos descritores indicam multicolinearidade, que gera estimativas instáveis nas equações de regressão devido à redundância de informação. Para atender ao pressuposto de normalidade, houve necessidade de remoção de *outliers* em todos os modelos (exceto para o eixo 2 de espécies). Quando houve variáveis com VIF acima de 10, detectamos quais variáveis eram colineares entre si com base em uma PCA. Em cada conjunto de variáveis colineares, mantivemos apenas aquela com maior correlação com o eixo do NMS analisado. Somente mantivemos os filtros espaciais no modelo final quando houve necessidade de eliminação de ACE nos resíduos. Essa etapa também foi feita no SAM 4.0 (Rangel *et al.*, 2010).

A partição da variância foi efetuada a fim de verificar a proporção das variações entre os componentes ambiental e espacial isoladamente, ambiental estruturado espacialmente e a fração não explicada (Legendre *et al.*, 2012). A partição da variância foi realizada a partir da matriz de presença e ausência (matriz resposta) e as matrizes de coordenadas e variáveis ambientais (matrizes explanatórias) utilizando a função *varpart* na linguagem R (The R Foundation for Statistical Computing, 2012), de acordo com Legendre *et al.*, (2012). Foi calculada também a porcentagem de explicação em macro e microescala espacial segundo Dray *et al.*, (2012), usando o mesmo *software*.

A qualidade do ajuste dos modelos foi avaliada por meio do coeficiente de determinação ajustado (R^2 adj.) e teste de significância (valor-*p*). Para cada variável preditora obtivemos o coeficiente de regressão padronizado, bem como sua

significância e seus erros-padrão, e a percentagem de explicação para a variação na variável resposta (R^2).

Para cada modelo, comparamos o desempenho do OLS (modelo global) com o GWR (*Geographically Weighted Regression*, modelos locais; Fotheringham *et al.*, 2002) correspondente, considerando o R^2 adj., a significância (p) e o incremento do GWR em relação ao OLS na ANOVA (Rangel *et al.*, 2010). Essa ANOVA testou se o GWR era superior ao OLS na redução da soma de quadrados dos resíduos. Quando encontramos modelos GWR com performance melhor e/ou incremento significativo em relação ao OLS correspondente, apresentamos e discutimos ambos. Como a ACE nos resíduos do GWR pode afetar as estimativas locais (Leung *et al.*, 2000), testamos a ACE local de Moran (“L.I.S.A.”; Anselin, 1995) para cada um dos 175 sítios investigados, usando novamente a correção sequencial de Bonferroni, e não encontramos resultados significativos. Quando houve colinearidades locais, mantivemos apenas a variável com mais alta correlação com a variável resposta analisada. O GWR foi processado com função gaussiana e largura de banda fixa (Fotheringham *et al.*, 2002).

Em todos os testes adotamos o nível de significância de 5%. Os testes de Monte Carlo foram todos processados com 999 permutações.

Resultados

A análise de classificação aglomerativa (WPGMA) da flora arbórea dos 11 tipos vegetacionais indicou forte diferenciação florística, no nível mais alto, entre as florestas semidecíduifólias e perenifólias (Figura 3). Os grupos subsequentes diferenciaram as florestas perenifólias quanto regime climático: Pluvial, Estacional, Nebular e Litorânea. O coeficiente cofenético foi de 0.72 para espécies.

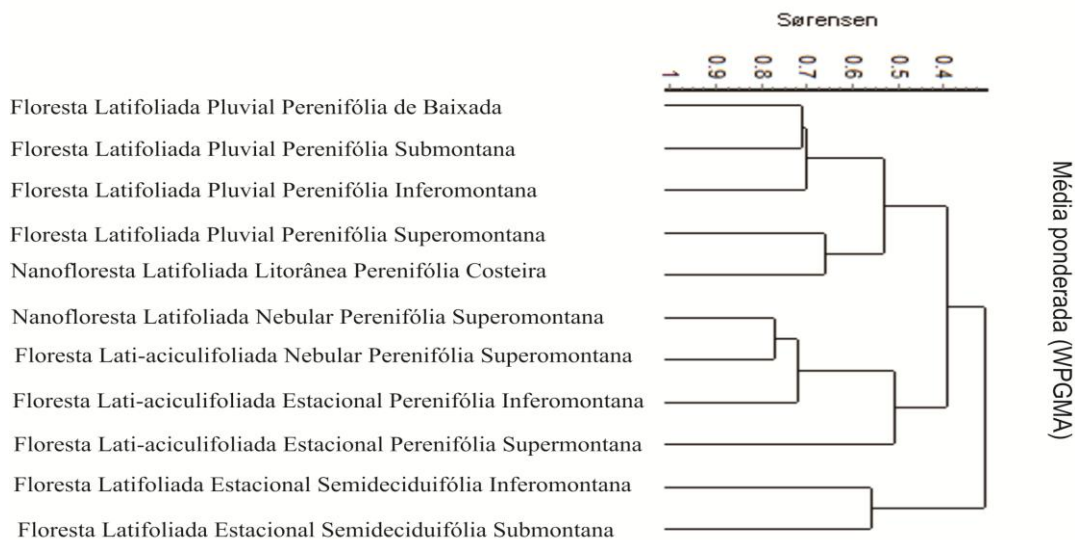


Figura 3. Dendrograma produzido pela análise de agrupamento aglomerativa segundo o algoritmo WPGMA e o coeficiente de Sørensen, através da matriz de presença e ausência das espécies para expressar a dissimilaridade florística entre os 11 tipos vegetacionais ocorrentes no estado de Santa Catarina.

A análise TWINSpan (Figura 4) indicou a diferenciação florística entre dois grandes grupos. O primeiro grupo foi composto pela Nanofloresta Litorânea Costeira, pelas formações florestais de clima Pluvial (Latifoliada Pluvial Perenifólia Submontana, Latifoliada Pluvial Perenifólia Inferomontana e Latifoliada Pluvial Perenifólia de baixada) e pela Floresta Latifoliada Nebular Perenifólia Superomontana. O segundo grupo foi composto pela Nanofloresta Nebular Superomontana, pelas formações florestais da Floresta Mista Lati-aciculifoliada (Estacional Lati-aciculifoliada Inferomontana, Estacional Lati-aciculifoliada Superomontana e Nebular Lati-aciculifoliada Superomontana) e pelas formações de Floresta Semideciduifólia (Estacional Semideciduifólia Submontana e Estacional Semideciduifólia Inferomontana). Em resumo, a TWINSpan separou as fitofisionomias situadas a leste (sotavento) das situadas a oeste (barlavento) da crista das Serras do Mar e Geral.

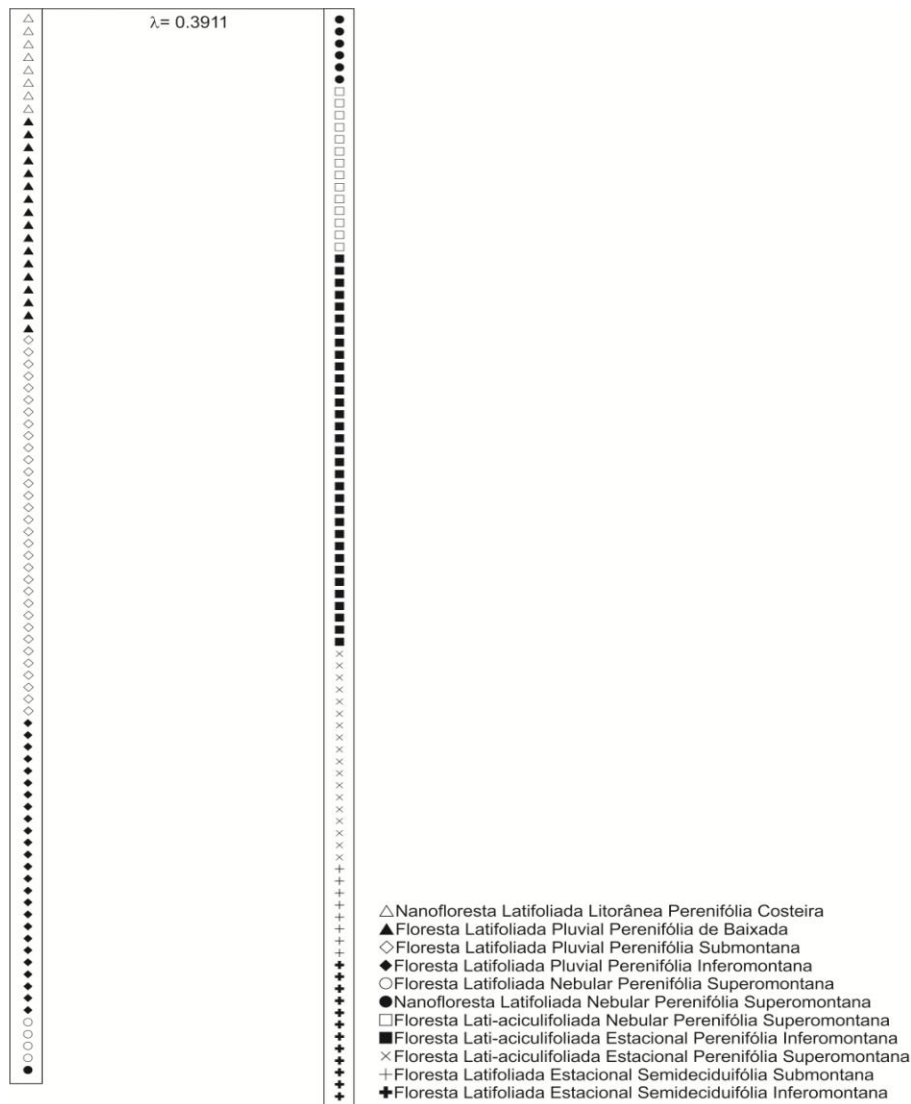


Figura 4. Análise TWINSpan: grupos formados na primeira divisão. λ = autovalor. As divisões subsequentes não apresentaram autovalores expressivos ($\lambda < 0.3$).

A ordenação por NMS (Figura 5) revelou uma distribuição dos sítios coerente com os tipos de vegetação ou com a proximidade geográfica entre elas. Os eixos tenderam a representar gradientes que podem ser associados à longitude (direção litoral-continente), de forma que se pode notar um *continuum* que vai de Nanofloresta Latifoliada Litorânea Costeira à Floresta Estacional Lati-aciculifoliada (da direita para esquerda do gráfico da Figura 5). Os sítios situados na Floresta Mista Lati-aciculifoliada se agruparam independentemente da altitude (supero e inferomontana) e regime climático (Figura 5). O segundo eixo de ordenação apresenta nos extremos do gráfico as Nanoflorestas Nebular Superomontana e a Floresta Estacional Semidecíduifólia junto a duas áreas da Nanofloresta Litorânea Costeira (Figura 5).

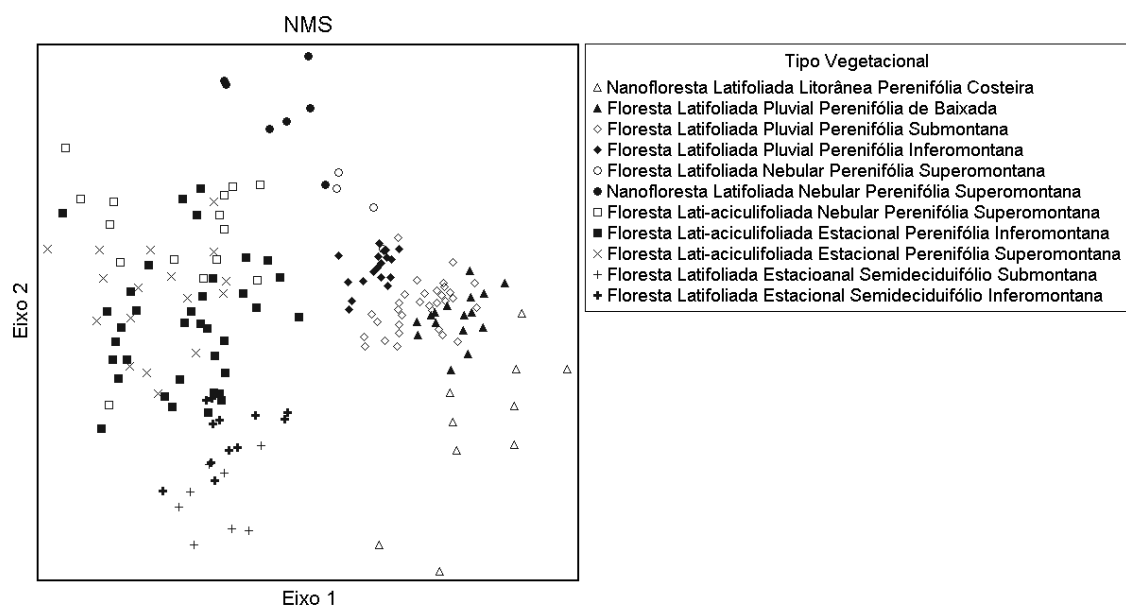


Figura 5. Resultados do NMS processado a partir das matrizes de presença e ausência das espécies nos 175 sítios.

As correlações entre as distâncias florísticas da ordenação reproduziram 87.5% das distâncias originais para os dois eixos somados (Tabela 3). Considerando apenas o primeiro eixo, a explicação foi de 58%.

Tabela 3. Resultados numéricos das análises de ordenação NMS. *p*: proporção de simulações com *stress* menor ou igual ao *stress* dos dados reais; *R*²: coeficiente de determinação das correlações entre as distâncias florísticas da ordenação e as distâncias no espaço n-dimensional original.

Ordenação/ Eixos	<i>Stress</i> médio nos dados reais	<i>Stress</i> médio nos dados aleatorizados	<i>p</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² acumulado
NMS espécies/					
1	51.082	57.404	0.0196	58.0%	58.0%
2	16.576	41.597	0.0196	29.4%	87.4%

Os correlogramas para os escores dos eixos 1 e 2 do NMS (Figura 6) sugeriram a existência de um gradiente florístico linear no espaço. As classes de distância curtas apresentaram estrutura espacial positiva e as classes de distância longas apresentaram estrutura espacial negativa em todos os níveis taxonômicos (Figura 6).

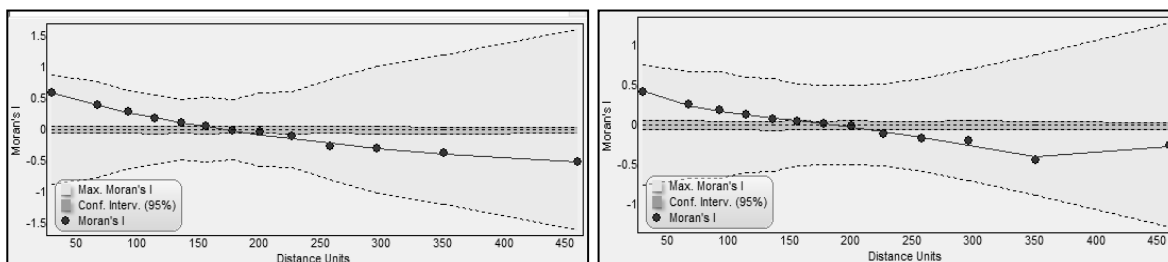


Figura 6. Correlogramas indicando a estrutura espacial dos escores do primeiro e segundo eixos das ordenações NMS a partir da matriz florística para espécies.

As variáveis ambientais mais correlacionadas com os eixos 1 e 2 do NMS foram temperatura no trimestre mais úmido, temperatura mínima no mês mais frio e altitude (eixo 1; Tabela 1) e interceptação de neblina, temperatura no trimestremais seco e temperatura máxima no mês mais quente (eixo 2; Tabela 1). O melhor modelo selecionado para o eixo 1 de espécies (OLS, $F_{26,140} = 58.763$, $p < 0.001$; Tabela 2) explicou 87.5% (R^2 aj.) da variação dos escores desse eixo. Altitude, temperatura máxima no mês mais quente, precipitação no trimestremais seco, média da temperatura no trimestremais úmido e média de água no solo foram significativas (Tabela 2). Para o segundo eixo de ordenação o melhor modelo (OLS, $F_{16,158} = 27.844$, $p < 0.001$; Tabela 2) explicou 71.3% (R^2 aj.) da variação. Os preditores significativos foram precipitação no trimestre mais quente, dias de geada e cobertura de nuvens (Tabela 2).

A variação explicada pelo ambiente mais o espaço foi de 22.87% (Figura 7). Quando considerados separadamente, o ambiente (4.65%) explicou mais da variação em relação ao espaço para macroescala (3.55%) e para microescala (0.58%; Figura 7). A fração de variância não explicada foi de 68.83% (Figura 7). Tanto a micro quanto a macroescala mostraram sobreposição com a fração do ambiente (Figura 7).

Tabela 1. Correlações de Spearman (r_s) entre todas as variáveis ambientais e os eixos 1 e 2 das ordenações NMS. Em negrito, valores correspondentes a variáveis pré-selecionadas ($R_{\text{Spearman}} > 0.3$) para a escolha do melhor modelo de regressão múltipla.

	eixo 1	eixo 2
Altitude	-0.74968	0.49759
Porcentagem de afloramentos rochosos	0.24748	0.53026
Porcentagem de areia	0.30945	0.002969
Temperatura média anual	0.66356	-0.52179
Amplitude térmica diária média	-0.6734	-0.26859
Isotermalidade	-0.72791	-0.20643
Estacionalidade da temperatura	-0.467	-0.34905
Temperatura máxima no mês mais quente	0.3782	-0.61523
Temperatura mínima no mês mais frio	0.78011	-0.29825
Amplitude térmica anual média	-0.62157	-0.29833
Temperatura no trimestre mais úmido	0.78284	-0.22366
Temperatura no trimestre mais seco	0.16217	-0.62808
Temperatura no trimestre mais quente	0.64625	-0.53177
Temperatura no trimestre mais frio	0.71623	-0.48221
Precipitação média anual	-0.35476	-0.16914
Precipitação média do mês mais seco	-0.6617	-0.16026
Precipitação média do mês mais úmido	0.22987	-0.0467
Estacionalidade da precipitação	0.67657	0.25769
Precipitação no trimestre mais úmido	0.24854	-0.05324
Precipitação no trimestre mais seco	-0.73379	-0.15029
Precipitação no trimestre mais quente	0.37199	0.070053
Precipitação no trimestre mais frio	-0.72926	-0.16265
Dias de geada	-0.71064	0.54137
Cobertura de nuvens	0.095127	0.57504
Interceptação de neblina	-0.42786	0.66772
Evapotranspiração potencial	-0.33353	-0.5152
Evapotranspiração real	-0.22197	-0.3779
Média de água no solo	0.26339	0.33008
Mínimo de água no solo	0.20684	0.33595

Tabela 2. Regressão linear múltipla para explicar a variação nos escores dos eixos 1 e 2 das ordenações NMS. Em negrito, resultados significativos ($p \leq 0.05$).

Variável	Preditores	Coef. Padr.	Erro-padrão	Coef.não-padronizado	Erro-padrão	p (Coef.não-padronizado)
eixo 1	Constante	-	-	0.0383	0.0219	0.0829
	Altitude	-0.6618	0.0773	-0.5220	0.0610	<.001
	Temperatura máxima no mês mais quente	-0.2156	0.0785	-0.1725	0.0628	0.0068
	Temperatura média no trimestre mais úmido	0.2863	0.0835	0.2242	0.0653	<.001
	Precipitação no trimestre mais seco	-0.1848	0.0710	-0.1456	0.0560	0.0102
	Média de água no solo	0.2735	0.0444	0.2181	0.0412	<.001
eixo 2	Constante	-	-	<.001	0.0236	1.0000
	Precipitação no trimestre mais quente	0.1770	0.0618	0.1028	0.0359	0.0047
	Dias de geada	0.4426	0.0837	0.2569	0.0486	<.001
	Cobertura de nuvens	0.1967	0.0630	0.1142	0.0366	0.0021
	Interceptação de neblina	0.1295	0.0795	0.0752	0.0462	0.1056
	Evapotranspiração potencial	-0.1085	0.0714	-0.0630	0.0415	0.1306

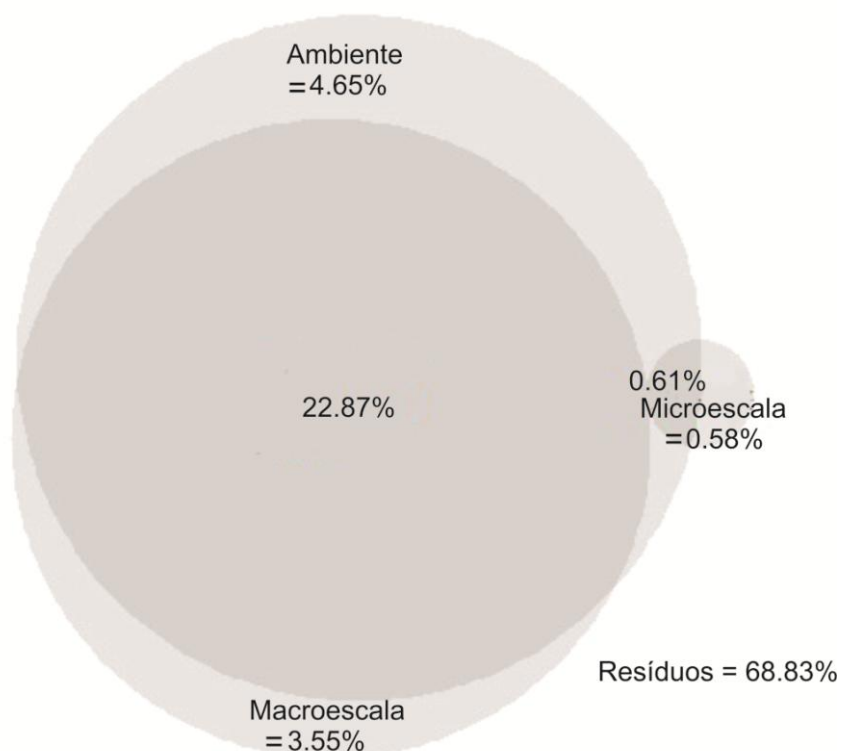


Figura 7: Diagramas de Venn mostrando a variância encontrada para cada fração explicada.

Os modelos GWR mostraram incremento significativo em relação aos OLS correspondentes na explicação da variância (Tabela 3; Figuras 8 e 9), evidenciando as variações locais nas estimativas dos coeficientes padronizados de regressão. O incremento significativo dos modelos GWR sobre os OLS correspondentes na ANOVA (Tabela 3) indicam que os resultados dos OLS não conseguiram explicar particularidades locais importantes para os modelos.

Tabela 3. Desempenho dos modelos selecionados (métodos OLS e GWR) para a variação na distribuição de espécies arbóreas. Resultados significativos são indicados por *p* em negrito. A ANOVA testou o incremento do GWR sobre o OLS em relação à redução da soma de quadrados dos resíduos.

Modelos	Método	R ² (Adj)	<i>p</i> (R ²)	AICc	F (ANOVA)	<i>p</i> (ANOVA)
<hr/>						
eixo 1 NMS						
	OLS	0.875	<.001	80.301	-	-
	GWR	0.894	<.001	74.312	3.670	<.001
<hr/>						
eixo 2 NMS						
	OLS	0.713	<.001	111.127	-	-
	GWR	0.772	<.001	95.000	4.579	<.001
<hr/>						



Figura 8. Mapas da esquerda com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais para o primeiro eixo do NMS de espécies com base no GWR e mapas da direita com base nos valores- p . Nos mapas da direita, o verde representa $p \leq 0.05$, ou seja, significativos, e em azul, $p \geq 0.05$.



Figura 9. Mapas da esquerda com valores de coeficiente padronizados para as variáveis ambientais para o segundo eixo do NMS de espécies com base no GWR e mapas da direita com base nos valores- p . Nos mapas da direita, o verde representa $p \leq 0.05$, ou seja, significativos, e em azul, $p \geq 0.05$.

Discussão

As análises de WPGMA e TWINSpan apontaram para a importância do regime climático nas diferenças florísticas entre as fisionomias florestais, concordando com Gentry *et al.* (1988) e Walter (1968), que afirmam que o limite natural da distribuição das famílias, espécies e até indivíduos de uma comunidade vegetal é determinado e previsível a partir de parâmetros ambientais, principalmente do clima, que afetam o poder competitivo das espécies.

As conexões existentes entre a Floresta Lati-aciculifoliada com tipos vegetacionais adjacentes, como a Floresta Estacional Semidecídua Inferomontana, e mais fortemente entre a Floresta Lati-aciculifoliada Superomontana e a Nanofloresta Nebular Superomontana, surgiram provavelmente de eventos pretéritos de expansão e retração dessas formações (Behling, 1997; Behling e Negrelle, 2001; Behling *et al.*, 2005), levando a um elevado compartilhamento de espécies (Waechter, 2010). Como discutido por Ribeiro *et al.* (2009), a presença de fragmentos grandes de Floresta Pluvial da região da Serra do Mar, que penetram profundamente no interior pelo vale do rio Itajaí, é uma característica chave dessa região, e a manutenção ou a ligação e restauração desses fragmentos é essencial para manter os processos ecológicos e de evolução biológica, o que pode ser particularmente importante no presente cenário de mudanças climáticas.

Nossos resultados mostraram associações significativas das variáveis ambientais com a flora dos tipos vegetacionais, apesar de a fração não explicada da variação na composição florística ter sido alta. O gradiente evidenciado pelo primeiro eixo do NMS, situando nos extremos a Floresta Latifoliada Pluvial Perenifolia e a Estacional Lati-aciculifoliada, corresponde a uma variação climática na estacionalidade da temperatura. Para as florestas subtropicais a variação de temperatura atua como o principal fator na deciduidade das folhas (Holdridge *et al.* 1971; Oliveira-Filho *et al.* 2006). A Floresta Lati-aciculifoliada e a Floresta Estacional apresentam temperaturas frias no inverno com possibilidade de geadas (Rambo 1980; Leite, 2002). Esta variação térmica pode ser um fator crítico para muitas espécies, sendo responsável pela distinção florística entre a Floresta Pluvial e as Florestas interioranas (Oliveira-Filho *et al.* 2006).

As variáveis significativas para o primeiro eixo do NMS podem ser divididas em três direções principais: (1) altitude e variáveis de temperatura (temperatura máxima no mês mais quente, média da temperatura no trimestre mais úmido, isothermalidade e

temperatura mínima), (2) precipitação (precipitação no trimestre mais seco) e (3) média de água no solo. Esse resultado corrobora diversos autores que afirmaram que fatores como o clima, a composição do solo e, ou relevo são importantes na distribuição e estruturação de formações florestais (por exemplo, Cole, 1992; Ratter *et al.*, 1978; Oliveira-Filho *et al.*, 1994; Haridasan *et al.*, 1997; Oliveira-Filho *et al.*, 1998; Oliveira-Filho e Fontes, 2000).

A significância das variáveis de precipitação e temperatura nos modelos pode ser explicada pela complexa variabilidade de precipitação encontrada na região sul, com atuações de diversas dinâmicas importantes, como massas polares, sistemas convectivos, maritimidade e continentalidade, e mais especificamente em Santa Catarina, os ciclones extratropicais originados do encontro de águas frias e quentes que intensificam as frentes frias e as chuvas (Nery, 2005). Esses fatores são responsáveis pelo regime anual de precipitação sem estação seca efetiva na região (Nimer 1989). Em todos os modelos gerados a partir dos escores do primeiro eixo houve correlação positiva com alguma variável de temperatura e correlação negativa com a altitude. Assim, essas variáveis constituem fatores determinantes para os padrões florísticos encontrados em Santa Catarina. Além disso, os tipos vegetacionais ocorrentes em Santa Catarina são o resultado de eventos de retração e expansão da vegetação, que geraram conexões florísticas e refúgios em função de alterações climáticas pretéritas, como demonstrado por Behling (1995), Behling (1997), Behling *et al.* (2004) e Behling e Negrelle (2001).

Em geral, é difícil diferenciar nitidamente os efeitos da água no solo sobre a distribuição das plantas devido à sua associação com as outras características do substrato e relevo (Souza e Lobato, 2008). Em Santa Catarina, Dobrawa (2007) demonstrou que, na média histórica, não há déficit hídrico para o estado. Nas regiões das florestas nebulares no interior do estado, isto pode acontecer, pois a rochiosidade diminui a capacidade de armazenamento de água no solo. Segundo Falkenberg e Voltolini (1994), no sul do Brasil essas florestas nebulares estão associadas com as altas montanhas da Serra do Mar, nos estados de Santa Catarina e Paraná, e com os Aparados da Serra, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, regiões onde a interceptação de neblina é comum devido às barreiras ocasionadas por estas serras.

A distribuição de espécies vegetais é, em geral, notadamente influenciada por variáveis térmicas e de precipitação (Holdridge, 1947; Gentry, 1988). No Brasil, esse padrão foi confirmado para a Floresta Atlântica *sensu lato* do Sudeste por Oliveira-

Filho e Fontes (2000). Para a região subtropical da Mata Atlântica é sugerido (Valente, 2011) que a temperatura tenha maior influência sobre a composição florística do que a precipitação, devido ao aumento nos níveis de precipitação vindos do Sul e dos Andes, o que faz com que os níveis de precipitação sejam semelhantes aos das florestas tropicais. Isso parece ocorrer em Santa Catarina, visto que, em nosso estudo, as variáveis de temperatura e altitude mostraram ser mais importantes para a distribuição da vegetação no primeiro eixo de ordenação do que as variáveis de precipitação.

No segundo eixo dos modelos do NMS, a altitude – ou o conjunto de elementos modificados por essa variável (variáveis de temperatura e dias de geadas) – mostrou-se importante na diferenciação das fisionomias florestais, assim como as variáveis de cobertura de nuvens e interceptação de neblina. Foi possível detectar uma aproximação florística entre os sítios da Floresta Nebular Lati-aciculifoliada Superomontana e da Nanofloresta Nebular. Para as florestas nebulares do Sul e Sudeste do Brasil, Bertonecelo *et al.* (2011) encontraram que as amostras de diferentes locais tendem a se agrupar à medida que a altitude aumenta, independentemente da distância geográfica, o que explicaria a distribuição irregular das florestas montanas. Nosso resultado para a flora arbórea de Santa Catarina corrobora o resultado encontrado por esses autores.

A presença da Nanofloresta Nebular Superomontana no extremo do gradiente florístico também pode ser explicada pela altitude, uma vez que maiores elevações aumentam a ocorrência de nevoeiros e a velocidade do vento (Vogellman, 1973). Dentre os componentes da atmosfera, a cobertura de nuvens é o principal agente nos processos de absorção e espalhamento da luz solar que incide sobre a Terra (Echer *et al.*, 2006), influenciando na temperatura e precipitação e, assim, exercendo influência relevante para a distribuição da vegetação. A quantidade de água diretamente interceptada pela vegetação das florestas nebulares situa-se entre 15 e 20% do total de chuva direta (Bubb *et al.*, 2004). Outros aspectos associados aos nevoeiros são a redução da radiação solar, a redução da assimilação e o crescimento anual (Patricio *et al.*, 1998). A variável dias de geadas, significativa para um dos modelos, também é um importante fator limitante na distribuição de espécies vegetais em elevadas altitudes (Oliveira-Filho *et al.*, 1994).

O ambiente somado ao espaço explicou a maior fração conhecida, podendo-se concluir que a composição florística depende tanto da variação ambiental quanto das distâncias geográficas. Além disso, outros fatores não incluídos nos modelos parecem ter contribuição importante, uma vez que os resíduos tiveram maior fração. A grande parte da fração encontrada explicada pela macroescala pode ser devido às variáveis

climáticas (Oliveira-Filho *et al.*, 1998), que se mostraram mais significativas no presente estudo. Para a microescala, esses mesmos autores encontraram que o relevo e o solo determinaram as características dessa vegetação, interferindo sobretudo na disponibilidade de água, o que pode implicar em variação interna da vegetação, dependendo do grau de influencia dessas variáveis (Ivanauskas *et al.*, 2000).

Os modelos GWR foram importantes para compreender as variações florísticas, já que a heterogeneidade fitofisionômica de Santa Catarina é muito grande. Os mapas GWR mostraram uma tendência das variáveis ambientais em acompanhar a geomorfologia de Santa Catarina. Como discutido por Gasper (2012), estudando as pteridófitas, as regiões litorâneas e as regiões do extremo oeste de Santa Catarina possuem peso similar para a maioria das variáveis estudadas, enquanto a região do planalto central varia em relação a essas.

Mesmo sendo um estado pequeno, a geomorfologia de Santa Catarina deu origem a regiões fitoecológicas diferenciadas (Klein, 1978; Leite e Klein, 1990). Devido a essa alta heterogeneidade ambiental esse estado mostrou-se um bom exemplo de distribuição da vegetação da Floresta Atlântica e confirmou a importância da altitude e das variáveis ambientais (principalmente de temperatura), como discutido por diversos autores para a região sul do Brasil (Leite 2002; Oliveira-Filho *et al* 2006; Valente 2009). A consideração de que a variação florística pode ser determinada por fatores climáticos, principalmente fatores ligados à variação da temperatura, têm importantes implicações para o conhecimento e conservação dessas florestas e para a nossa capacidade de mantê-las no futuro.

Referências

- Ab'Sáber, A. N. 2010. Do Código Florestal para o Código da Biodiversidade. *Biota Neotropica* 10(4): 331-336.
- Adriaens, D., Honnay, O., Hermy, M., 2006. No evidence of a plant extinction debt in highly fragmented calcareous grasslands in Belgium. *Biological Conservation* 133, 212–224.
- Aldrich, M., Billington, C., Edwards, M., Laidlaw, R., 1997. A Global directory of tropical montane cloud forests. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre. Vogelmann HW. 1973. Fog precipitation in the cloud forests of Eastern Mexico. *BioScience* 23: 96–100.
- Andrade, A.R., Baldo, M.C., Nery, J.T., 1999. Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica de Santa Catarina. *Acta Scientiarum* 21 (4): 923-928. ISSN 1415-6814.

- Anselin, L., 1995. Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*. 93–115.
- Baldo, M. C., Andrade, A. R. De., Martins, M. L. O. F., Nery, J. T., 2000. Análise da precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico. *Rev. Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria -RS ,v.8,n.2, p.283-293.
- Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B.L., Mestre, A.M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007. *Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests*. PNAS 104, 18555–18560.
- Behling, H., 1995. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (Brazil). *Veg. Hist. Archaeobot.*, 4(3): 127–152.
- Behling, H., 1997. Late quaternary vegetation, climate and fire history of Araucaria forest and campos region from Serra Campo Gerais Paraná state (South Brazil). *Review of Paleobotany and Palynology*, Amsterdam, v. 97, p. 109-121.
- Behling, H., Negrelle, R.R.B., 2001. *Tropical Rain Forest and Climate Dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary*. Quaternary Research, Rotterdam, v. 56, p. 383-389.
- Behling, H., Pillar, V., Bauermann, S.G., 2004. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. *Palaeogeograph, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 203:277-297.
- Behling, H., Pillar, V.D., Bauermann, S.G., 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, Amsterdam, v. 133, n. 3-4, p. 235-248.
- Bellier, E., Monestiez, P., Durbec, J.P., Candau, J.N., 2007. Identifying spatial relationships at multiple scales: principal coordinates of neighbour matrices (PCNM) and geostatistical approaches. *Ecography* 30:385–399.
- Bertoncello, R., Yamamoto, K., Meireles, L. D., Shepherd, G.J., 2011. A phytogeographic analysis of cloud forests and other forest subtypes amidst the Atlantic forests in south and southeast Brazil. *Biodiversity Conservation* 20:3413–3433. DOI 10.1007/s10531-011-0129-6
- Borcard, D., Legendre, P., 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbor matrices. *Ecological Modelling* 153:51-68.
- Borcard, D., Legendre, P., Avois-Jacquet, C., Tuomisto, H., 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology*;85:1826-1832.
- Brooks, T., Pimm, S.L., Oyugi, J.O., 1999. Time-lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conservation Biology* 13, 1140–1150.
- Bubb, P., May, I., Miles, L., Sayer, J., 2004. *Cloud Forest Agenda*. UNEP WCMC, Cambridge, UK. Disponível em: http://www.unepwcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm. Acesso em: 09 maio de 2012.

- Câmara, I.G., 2005. Breve história da conservação da mata atlântica. In *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas* (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Conservação Internacional, Belo Horizonte, p. 31-42.
- Clarke., K.R., 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Cole, M.M., 1992. Influence of physical factors on the nature and dynamics of forest-savanna boundaries. In *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries* (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hall, London, p.63-75.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., Hawkins, B.A., 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography* 2:53-64.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., Hawkins, B.A., 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography* 2:53-64.
- Diniz-Filho, J.A.F., Rangel, T.F.L.V.B., Bini, L.M., 2008. Model selection and information theory in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography* 17:479-488.
- Dobrawa, A., 2007. A crise de água e sua possível relação com os parques remanescentes florestais na região oeste do estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau. 178 pp.
- Dray, S.; Péliissier, R. Couteron, P.; Fortin, M.- J.; Legendre, P.; Peres-Neto, P. R.; Bellier, E.; Bivand, R.; Blanchet, F. G.; De Cáceres, M.; Dufour, A.- B.; Heegaard, E.; Jombart, T.; Munoz, F.; Oksanen, J.; Thioulouse, J.; Wagner, H. H., 2012. Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecological Monographs*, vol. 82 No.3, pp. 257–275.
- Dunn, R.R., 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology* 18, 302–309.
- Echer, M. P. S., Martins, F.R., Pereira, E. B., 2006. A importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: Metodologias para aquisição de dados. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 341-352.
- Epagri., 2008. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://ciram.epagri.rct-sc.br/>. Acesso em 20 de março de 2012.
- ESRI., 2010. ArcGis Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Falkenberg, D. B., Voltolini, J.C., 1995. The Montane Cloud forest in Southern Brazil. In: Hamilton LS, Juvik JO, Scatene, F.N (eds) *Tropical montane Cloud Forest*. Springer-Verlang New Iork, Inc, New York, pp 138-149.
- Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16, 265–280.
- Fortin, M.-J., Dale, M.R.T., 2005. *Spatial analysis. A guide for ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., Charlton, M., 2002. *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Gardner, T.A., Barlow, J., Araújo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung,

- N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., Motta, C.S., Peres, C.A., 2008. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. *Ecology Letters* 11, 139–150.
- Gasper, A. L., 2012. Pteridófitas de Santa Catarina, Brasil: Diversidade, distribuição geográfica e variáveis ambientais. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- Hammer, O., Harper, A.T.D., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica* 4:1-9. http://palaeoelectronica.org/2001_1/past?issue1_01.htm.
- Hanski, I., Ovaskainen, O., 2002. Extinction debt at extinction threshold. *Conservation Biology* 16, 666–673.
- Haridasan, M., Silva Jr., M.C., Felfili, J.M., Rezende, A.V., Silva, P.E.N., 1997. Gradient analysis of soil properties and phytosociological parameters of some gallery forests on the Chapada dos Veadeiros in the cerrado region of Central Brazil. In Proceedings of the international symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests (J. Imaña-Encinas. & C. Kleinn, eds.). Universidade de Brasília, Brasília, p.259-275.
- Holdridge, L. R., 1947. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science* Vol 105 No. 2727: 367-368.
- Holdridge, L.R., Grenke, W.C., Hatheway, W.H., Liange, T., Tosi, J.A. Jr., 1971. *Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study*. Oxford: Pergamon Press.
- Ivanauskas, N.M., Monteiro, R., Rodrigues, R.R., 2000. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Ecology* 1-2: 71-81.
- Klein, R.M., 1978. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In: Reitz, R. (ed.) *Flora Ilustrada Catarinense, V Parte - Mapa Fitogeográfico*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 24 p.
- Köppen, W., 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.
- Legendre, P., Borcard, D., Roberts, D.W., 2012. Variation partitioning involving orthogonal spatial eigenfunction submodels. *Ecology*, Vol. 93, No. 5. pp. 1234–1240.
- Legendre, P., Fortin, M-J., 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio* 80:107-138.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. 2 ed. Elsevier Science, Amsterdam. 150.
- Leite, P.F., 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil, *Ciênc. Amb.*, 24, 51.
- Leite, P.F., Klein, R.M., 1990. Vegetação. In: *IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro. 113p.
- Leung, Y., Mei, C. L., Zhang, W. X., 2000. Statistical tests for spatial nonstationarity based on the geographically weighted regression. *Environment and Planning, A* 32: 9-32.
- Liebsch, D., Marques, M.C.M., Goldenberg, R., 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. *Biological Conservation*, 141:1717-1725.
- Maack, R., 1947. Breves notícias sobre a geologia do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 2, p. 63-154.

- Martinelli, G., 2007. Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 587-597.
- Mayaux, P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H., Stibig, H.-J., Branthomme, A., 2005. Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360, 373– 384.
- McCune, B., Grace, J.B., 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM, Glendon Beach.
- McCune, B., Mefford, M.J., 2011. *PC-ORD – multivariate analysis of ecological data, version 6.0*. MjM Software Design, Glendon Beach.
- Metzger, J.P., Martensen, A.C., Dixo, M., Bernacci, L.C., Ribeiro, M.C., Teixeira, A.M.G, Pardini, R., 2009. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biological Conservation* 142, 1166–1177.
- Mittermeier, R. A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J., Fonseca, G.A.B., 2004. *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Washington: Cemex., 390p.
- Mizusaki, A.M.P., Thomaz-Filho, A. O., 2004. magmatismo pós-paleozóico no Brasil. In: Mantesso-Neto, V. et al., (eds.). *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Becca, p. 281-291.
- Monteiro, M.A., 2001. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. *Geosul*, Florianópolis, v.16, n.31, p 69-78
- Moran, R.C., 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. Pp. 359-363. In: Churchill, S.P. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. New York, The New York Botanical Garden.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403:853-858.
- Negrelle, R.R.B. 2002, The Atlantic forest in the Volta Velha Reserve: a tropical rain forest site outside the tropics. *Biodiversity and Conservation* 11:887-919.
- Nery, J.T, Vargas, W.M., Martins, M.L.O.F., 1996 Caracterização da precipitação no estado do Paraná. *Rev.Brasil. de Agrometeorol.*, 4(2):81-89.
- Nery, J.T., 2005. *Dinâmica climática da região sul do Brasil*. *Revista Brasileira de Climatologia*, 1, 61-75.
- Nimer, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro-RJ: IBGE.
- Oliveira-Filho, A. T., Fontes, M. A. L., 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b): 793-810.
- Oliveira-Filho, A. T., Vilela, E. A., Gavilanes, M. L., Carvalho, D. A., 1994. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semi-deciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 51(3): 355-389.
- Oliveira-Filho, A.T., 2005. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema prático e flexível ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 56, n. 87, p.185-235.
- Oliveira-Filho, A.T., Jarenkow, J.A. & Rodal, M.J.N., 2006, Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: Pennington, R.T., Ratter,

J.A. and Lewis, G.P. (Eds.). *Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation*. The Systematics Association Special volume Series 69, CRC Press – Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, p. 159-192.

Oliveira-Filho, A.T., Eisenlohr, P.V., 2012. O banco de dados Treetlan e a classificação da vegetação da América do Sul tropical e subtropical. In 63º Congresso Brasileiro de Botânica, Botânica Frente às Mudanças Globais, Joinville, SC, p. 35-38.

Oliveira-Filho, A. T., 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina Tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60 (2): 237-258.

Oliveira-Filho, A.T., 2012. TreeAtlas 2.0, flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: um banco de dados envolvendo biogeografia diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.treetlan.icb.ufmg.br/>>. Acesso em 12 de jan. 2012.

Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela, E.A. & Carvalho, D.A., 1998. Effects of canopy gaps, topography and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica* 30:362-375.

Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela, E.A., Carvalho, D.A., 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica* 30(3): 362-375.

Patrício, M.S., Gonçalves, A.C., David, J.S., 1998. *Intercepção Horizontal do Nevoeiro pela Vegetação*. Silva Lusitana, p. 247-256.

Petri, S., Fúlfaro, V.J., 1983. *Geologia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 631 p.

Quinn, G.P., Keough, M.J., 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.

R Development Core Team., 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Rambo, B., A mata pluvial do Alto Uruguai. *Roessléria* 3, 101, 1980.

Rangel, T.F., Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., 2010. SAM: A comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. *Ecography* 33:1-5.

Ratter, J.A., Askew, G.P., Montgomery, R.F., Gifford, D.R., 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 1:47-58.

Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F. J., Hirota, M.M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, vol. 142, p. 1141-1153.

Shepherd, G.J., 2010. Fitopac 2.1.2.85. Manual do Usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

Souza, D. M. G., Lobato, E., 2008. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2ed. Planaltina: EMBRAPA, 416 p.

SOS Mata Atlântica, 2010. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da mata Atlântica, período 2008-2010. Disponível em: <www.sosmatatlantica.org.br>. Acessado em: 10 de jul 2012.

Tilman, D., May, R.M., Lehman, C.L., Nowak, M.A., 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371, 65–66.

Valente, A. S. M., 2011. Sub-regiões fitogeográficas da Floresta Atlântica entre as bacias dos rio São Francisco e Uruguai baseadas na análise dos padrões de distribuição espacial da flora arbórea e do clima. 2011. 261f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras.

Veloso, H.P., 1992. Sistema fitogeográfico. In *Manual técnico da vegetação brasileira*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, p. 9-38.

Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Lingner, D.V., Gasper, A.L., Sabbagh, S., 2010. The Floristic and Forest Inventory of Santa Catarina State (IFFSC): methodological and operational aspects. *Braz. J. For. Res.* 30: 291-302.

Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Uhlmann, A., Schorn, L.A., Sobral, M.G., de Gasper, A.L., Lingner, D.V., Brogni, E., Klernz, G., Godoy, M.B., Verdi, M., 2011. Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in southern Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 59, 1371–1387.

Vibrans, A. C., McRoberts, R. E., Moser, P. , Nicoletti, A. 2013. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina. *Remote Sensing of Environment* v. 130, p. 87-95.

Waechter, J.L., 2010. Epífitos vasculares da floresta com *Araucaria* do sul do Brasil. In: Fonseca CR, Souza AF, Leal-Zanchet AM, Dutra T, Backes A, Ganade G (eds) Floresta com Araucária: conservação, manejo e desenvolvimento sustentável, vol 1. *Holos*, Ribeirão Preto, pp 287–295.

Walter, H., 1986. *Vegetação e zonas climáticas*. São Paulo. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 325 p.

Welch, B. L., 1951. On the comparison of several mean values: an alternative approach. *Biometrika*, 38(3-4):330. Kerfoot, O. 1968. Mist precipitation on vegetation. *For. Abstr.* 29, No. 1:8-20.

Wildi, O., 2010. *Data Analysis in Vegetation Ecology*. Wiley-Blackwell, Chichester.

Zar, J. H., 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 p.

CAPÍTULO 3

Modelagem de espécies arbóreas em trecho da Mata Atlântica Sul, Brasil: restrição por fatores abióticos

Vanessa Leite Rezende^{1,5}, Ary Teixeira de Oliveira-Filho¹, Pedro V. Eisenlohr¹ e Luciana H.Y. Kamino¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica. Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, 31270-901. (+55) (31) 3498-2688.

¹ Autora para correspondência (vanessa.leite.rezende@gmail.com).

Resumo

A Floresta Atlântica abriga alto grau de biodiversidade, de endemismo e de degradação, constituindo assim um bioma de especial interesse para a conservação biológica. Objetivamos investigar a distribuição geográfica - real e potencial - das espécies arbóreas de um trecho de Floresta Atlântica no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Para determinar a distribuição real das espécies, analisamos a sua constância relativa. Para definir a distribuição potencial, obtivemos 21 espécies indicadoras dos diferentes tipos de vegetação e modelamos a sua distribuição pelo algoritmo Maxent. Esses modelos de distribuição potencial foram reunidos, gerando um único mapa, o qual foi utilizado para prever as áreas de adequabilidade climática dessas espécies na América do Sul. Nossos resultados mostraram que a maioria das espécies (20%) possui distribuição restrita. A soma dos mapas das espécies indicadoras mostrou reduzida adequabilidade climática para maior parte da América do Sul. A região sul do Brasil e as regiões montanhosas do sudeste do Brasil, assim como áreas elevadas na Argentina, Paraguai e Bolívia, foram as mais adequadas para as espécies modeladas. Nossos resultados mostraram que o estado de Santa Catarina possui muitas espécies adaptadas a condições ambientais, evidenciando a importância de se preservar essa região.

Palavras-chave: Floresta Atlântica Subtropical, espécies indicadoras, modelagem de distribuição de espécies, fitogeografia

Abstract

The Atlantic Forest encompasses a high level of biodiversity, endemism and degradation, thus making up a biome of particular interest for biological conservation. We aimed at investigating the geographical distribution - actual and potential - of tree species occurring in a stretch of Atlantic Forest in the state of Santa Catarina, southern Brazil. We analyzed the species' relative constancy to determine their actual distribution and obtained 21 indicator species of the different vegetation types and modeled their distribution using the Maxent algorithm to project their potential distribution. These potential distribution models were pooled to yield a single map, which was used to predict the distribution of climatic suitability for these species in South America. Our results showed that most species (20%) have restricted distribution. The sum of maps of indicator species showed reduced climatic suitability across most of South America. The southern region of Brazil and southeastern Brazilian highlands, as well as highland areas in Argentina, Paraguay and Bolivia, were the most appropriate. Our results showed that the state of Santa Catarina has many species adapted to peculiar environmental conditions, highlighting therefore the importance of preserving this region.

Keywords: indicator species analysis, species distribution modelling, phytogeography, Subtropical Atlantic Forest

Introdução

Com aproximadamente 32.000 espécies de Angiospermas (Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012), o Brasil abriga entre 9 e 10% da flora fanerogâmica do mundo, incluindo uma enorme diversidade de habitats tropicais e subtropicais e diferentes tipos de vegetação, muitos dos quais são pouco conhecidos (Bertoncello *et al.* 2011). O Domínio Atlântico abriga o segundo maior conjunto de florestas do Brasil, o qual será referido daqui em diante como Floresta Atlântica. A grande extensão territorial ocupada pela Floresta Atlântica, combinada com o contato com a vegetação adjacente e a heterogeneidade geomorfológica, principalmente a elevada variação altitudinal abrangendo diferentes zonas climáticas, implica em grande variação fitofisionômica e de composição florística (Rizzini 1997; Oliveira-Filho e Fontes 2000; Oliveira-Filho *et al.* 2006), o que ajuda a explicar a sua elevada riqueza de espécies. Essa elevada riqueza, somada aos níveis marcantes de endemismos e à pequena fração remanescente da floresta original, levaram a Floresta Atlântica a ser considerada um dos “hottest hotspots” do mundo para conservação biológica (Myers *et al.* 2000, Laurance 2009). Provavelmente em decorrência desse *status*, a Floresta Atlântica tem sido a “campeã” de trabalhos fitogeográficos de síntese (Eisenlohr *et al.* 2012).

A Floresta Atlântica é considerada a mais antiga do Brasil (Rizzini 1997). Sua composição mescla espécies da Floresta Pluvial Perenifólia com espécies que evoluíram da vegetação nativa na época em que a América do Sul se separou da África, há 65 milhões de anos (Colombo e Joly 2010). Na região subtropical, apresenta complexos vegetacionais resultantes de eventos de expansão e retração florestais ocorrentes durante o Quaternário, além de influências da flora de outras regiões, como os Andes e elementos antigos do sul de Gondwana (Sanmartin e Ronquist 2004). Os eventos geológicos e climáticos estão associados aos centros e fluxos florísticos, constituintes fundamentais para a vegetação primária do Sul do Brasil (Leite 2002). Segundo Colombo e Joly (2010), o conhecimento atual aponta que a Floresta Atlântica contém uma diversidade de espécies maior do que a maioria das áreas da Floresta Amazônica.

A Floresta Atlântica já foi uma das maiores florestas pluviais das Américas, originalmente cobrindo cerca de 150 milhões de hectares (Ribeiro *et al.* 2009). Hoje, há poucos remanescentes da floresta primitiva, e a maior parte desses remanescentes (cerca de 83,4%) está confinada a fragmentos menores que 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009). A

região da Serra do Mar, no estado de São Paulo, é o único fragmento de Floresta Atlântica com mais de 1 milhão de ha (Ribeiro *et al.* 2009) e vem sendo amplamente estudada (ver Joly *et al.* 2012). No estado de Santa Catarina, na porção sul da Floresta Atlântica, encontra-se o terceiro maior fragmento da zona costeira, com 382.422 hectares, mas fragmentos maiores que 50.000 ha ocorrem apenas no interior desse estado (Ribeiro *et al.* 2009). A vegetação de Santa Catarina vem sendo amplamente investigada, totalizando mais de 48 mil coletas de plantas arbóreas e arbustivas (Vibrans *et al.* 2010). De fato, esse estado merece esse tipo de atenção, pois os principais tipos fisionômicos da Floresta Atlântica no Sul e Sudeste do Brasil (Floresta Latifoliada Pluvial Perenifólia, Floresta Latifoliada Estacional Semidecíduifólia, Floresta Latiaciculifoliada, Nanofloresta Costeira e Nanofloresta Nebular, *sensu* Oliveira-Filho 2009) ocorrem ali. Além disso, Santa Catarina possui uma área de vegetação nativa relativamente grande, com cerca de 26.33% da área original (Vibrans *et al.* 2013).

A preservação da diversidade biológica frente às alterações causadas pelo aumento acelerado das atividades humanas é uma tarefa complexa, pois envolve tanto a tomada de decisão baseada em conhecimentos nem sempre sólidos, quanto à busca de conciliação entre a necessidade de proteção ambiental e a crescente demanda das sociedades humanas pelo uso de recursos naturais (Figueiredo *et al.* 2006). Apesar de a Floresta Atlântica possuir provavelmente o maior número de áreas protegidas na região da América do Sul, evitar desmatamentos e a perda consistente de espécies dessas florestas tem sido um grande desafio (Tabarelli *et al.* 2005). Nesse sentido, investigar a distribuição real e potencial das espécies é central para embasar as políticas de conservação e o planejamento de estratégias de recuperação de diversas áreas (Scudeller *et al.* 2001, Siqueira e Durigan 2007).

Nos últimos anos o uso de modelos de distribuição potencial de espécies tem se tornado uma ferramenta essencial para a biogeografia, evolução e conservação de espécies (Guisan e Thuiller 2005). Segundo De Marco Jr. e Siqueira (2007), há duas razões para isso: a crescente disponibilidade de métodos estatísticos poderosos e técnicas computacionais aplicáveis a dados qualitativos e a existência das diferentes variáveis ambientais em vários níveis de resolução que permitem produzir modelos preditivos para praticamente qualquer área da Terra. Esses modelos são gerados a partir de algoritmos baseados no conceito ecológico de nicho fundamental de espécies (Peterson 2001) e levam em consideração várias hipóteses, como, por exemplo, o controle por fatores ambientais na distribuição de espécies e comunidades (Guisan e

Zimmerman 2000). Assim, esses modelos permitem determinar regiões com condições ambientais favoráveis, permitindo inferir sobre questões biogeográficas relacionadas à sua área de distribuição (Anderson *et al.* 2002).

Considerando um trecho de Floresta Atlântica no Sul do Brasil (estado de Santa Catarina), e, utilizando a extrapolação de dados regionais definidos pelos limites políticos para regiões biológicas, objetivamos responder às seguintes questões para o componente arbóreo: i) Quantas espécies possuem distribuição ampla, intermediária e restrita? ii) Em qual ecunidade há maior número de espécies com distribuição restrita? iii) Quais são os limites de distribuição potencial das espécies indicadoras de cada ecunidade, do ponto de vista climático?

Material e Métodos

Compilação de dados e preparo das matrizes

Obtivemos os dados das espécies a partir do TreeAtlas 2.0 (Oliveira-Filho e Eisenlohr, 2012), um banco de dados que consiste em aproximadamente 1500 localidades geo-referenciadas em áreas pré-selecionadas da América do Sul oriental. Cada sítio possui um raio de 5km, contendo registros de ocorrência das espécies arbóreas e arborescentes (plantas lenhosas >3m de altura) extraídos da literatura e espécimes de herbários, além de informações das áreas de ocorrências, como fitofisionomias, altitude e variáveis geodáficas e climáticas (ver descrição, história e protocolo em <http://ww.icb.ufmg.br/treeatlas>). Deve ser salientado que os sítios do TreeAtlas incluíram as unidades amostrais do Inventário Florístico e Florestal – IFFSC (Vibrans *et al.*, 2010), aglutinadas por proximidade geográfica e fitofisionomia, seguindo o protocolo do TreeAtlas. Definimos as ecunidades a partir da proposta nomenclatural de Oliveira-Filho (2009), com as seguintes correspondências em relação ao IBGE (2012): Nanofloresta Costeira – Floresta de Restinga; Floresta Pluvial Perenifólia – Floresta Ombrófila Densa; Nanofloresta Nebular – “Mata Nuvígena”; Floresta Mista Latiaciculifoliada – Floresta Ombrófila Mista; e Floresta Estacional Semidecidualifólia – Floresta Estacional Semidecidual.

Listamos 913 espécies arbóreas ocorrentes no estado de Santa Catarina em 175 sítios, sendo que, dessas, sete foram classificadas como Nanofloresta Nebular, 10 como Nanofloresta Costeira, 20 como Floresta Estacional Semidecidualifólia (daqui em diante,

Floresta Semideciduifólia), 68 como Floresta Mista Latiaciculifoliada (= Floresta Mista) e 69 como Floresta Pluvial Perenifólia (= Floresta Pluvial) (Figura 1). A nomenclatura das ecounidades segue Oliveira-Filho (2009).

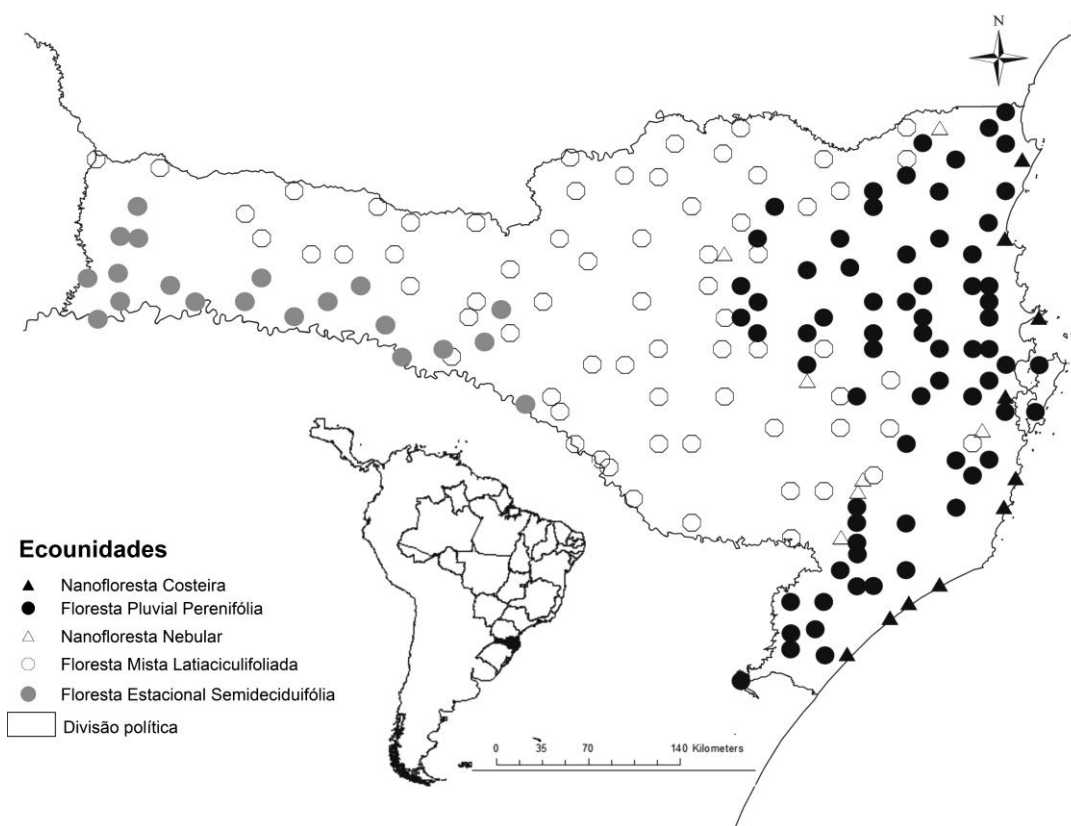


Figura 1. Sítios no estado de Santa Catarina com as ecounidades classificadas segundo Oliveira-Filho (2009).

Análise dos dados

Como medida de distribuição de espécies utilizamos a medida de constância relativa (CR): $RCi = 100 (Pi/n)$, em que Pi representa o número de sítios em que a espécie 'i' foi amostrada e n, o número total de sítios (Müeller-Dombois e Ellenberg 2002; Scudeller et al. 2001). Classificamos as espécies como de distribuição ampla ($RC > 80\%$), intermediária ($20 < RC < 80\%$) ou restrita ($RC < 20\%$) (Scudeller et al. 2001).

A determinação de espécies indicadoras está relacionada ao conceito de fidelidade (Szafer e Pawloski 1927), que é uma medida de concentração de espécies dentro de um determinado grupo em relação aos outros grupos (Tichý & Chytrý 2006). Para diagnosticar as espécies indicadoras das cinco ecounidades utilizamos o método de Tichý e Chytrý (2006), que utiliza uma medida padronizada dos valores de fidelidade das espécies para equalizar o tamanho das áreas comparadas. Para cada espécie, foi

obtido o valor indicador (VI), calculado a partir da divisão do número de sítios em cada grupo em que a espécie ocorre pelo número total de sítios no grupo. O VI máximo (1) indica que a espécie ocorre em todas as áreas daquele determinado grupo e é ausente em todas as outras áreas. Efetuamos a análise de espécies indicadoras no PC-ORD 6.0 (McCune e Mefford 2011). Testamos a significância dos VI a partir de 999 permutações de Monte Carlo. Das 913 espécies contidas no banco de dados, aproximadamente 35% (325 espécies) foram enquadradas como indicadoras ($p < 0.01$). No intuito de se obter um conjunto mais restrito de espécies indicadoras, com elevada especificidade às respectivas ecounidades, consideramos apenas as espécies que apresentaram $VI > 0.8$ e $p < 0.001$. Em seguida, investigamos em três bases (Ministério do Meio Ambiente 2008; Fundação Biodiversitas 2012; IUCN 2012) quais dessas espécies enquadravam-se como espécies ameaçadas.

A fim de verificar o quanto da área de distribuição geográfica das espécies indicadoras se expandiria para outras regiões da América do Sul, efetuamos uma modelagem de distribuição potencial das espécies indicadoras. Construímos uma planilha contendo coordenadas geográficas dos registros de ocorrência, levando em consideração a distribuição geográfica conhecida de cada espécie. Inicialmente levantamos 26 variáveis ambientais, abrangendo variáveis climáticas (temperatura média anual, precipitação média anual, sazonalidade da precipitação, evapotranspiração real *etc.*), topográficas (elevação, declividade aspecto e sombra de montanha). Obtivemos essas variáveis a partir do WorldClim versão 1.4 (<http://www.worldclim.org>; Hijmans *et al.* 2005), do CSI-CGIAR (<http://www.cgiar-csi.org/>) e por meio da ferramenta Spatial Analyst. Utilizamos a resolução de 2.5 minutos (aproximadamente 5 km). Editamos as camadas ambientais no ArcGis 10 (ESRI 2010), de modo a abranger toda a área da América do Sul. A seleção das variáveis ambientais utilizadas nos modelos foi realizada a partir da Análise de Componentes Principais (PCA), nas quais foram escolhidas as mais correlacionadas com os eixos de ordenação. As variáveis escolhidas foram estacionalidade da temperatura, média da temperatura no trimestre mais úmido, média da temperatura no trimestre mais frio, estacionalidade da precipitação, precipitação no trimestre mais seco, precipitação no trimestre mais frio, evapotranspiração real e altitude.

Utilizando os pontos de ocorrência de cada uma das espécies indicadoras combinados com as variáveis ambientais, modelamos a distribuição geográfica potencial de cada espécie utilizando o algoritmo Máxima Entropia (Maxent), que foi

processado no software de mesmo nome, em sua versão 3.3.2 (Phillips *et al.* 2006). Os valores do modelo gerado para cada espécie no programa Maxent variam continuamente entre 0 e 1 de probabilidade de ocorrência.

Testamos a precisão e a significância dos modelos aplicando o método Jackknife, também conhecido como *leave-one-out* (Pearson *et al.* 2007). O método consiste em gerar conjuntos de dados de treino e de teste em n -partições, sendo que n é igual ao número de registros. A modelagem é repetida n vezes, excluindo um dos registros de ocorrência. A taxa de acerto e de erro obtido em cada partição é então calculado para se obter o valor médio da qualidade o modelo gerado (Gianini *et al.* 2012). Adotamos o limite de corte da menor presença (Lowest Presence Threshold - LPT), no qual foi escolhido o menor valor da predição associado aos registros de ocorrência dentro do conjunto amostral utilizado na modelagem, tornando nulo o erro de omissão (Pearson *et al.* 2007).

Para avaliar o desempenho dos modelos utilizamos um teste independente do limiar de corte, por meio das curvas características da operação (ROC) e a área sob a curva (AUC; Fawcett 2003). Este teste descreve a relação entre a proporção da presença observada, estimada corretamente, e a proporção das ausências observadas estimadas incorretamente (Pearson *et al.* 2007). Os valores de AUC variam de 0.5 a 1.0, com predição aleatória correspondendo a uma AUC de 0.5. Quanto mais próximo de 1, mais distante será o modelo em relação à predição aleatória (Rushton *et al.* 2004; Phillips *et al.* 2006). Porém, como o uso da AUC tem recebido muitas críticas (Lobo *et al.* 2008), escolhemos interpretá-lo como um instrumento complementar, e não único, para a avaliação do desempenho dos modelos.

Geramos um mapa de riqueza para compor a distribuição potencial das ecounidades, somando os 21 mapas preditivos. Dividimos o mapa de riqueza final em cinco classes de acordo com a possibilidade de ocorrência das espécies, variando de 0-1 a 17-21 espécies.

Resultados

A espécie *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. foi a única dentre as espécies que apresentou distribuição geográfica ampla no estado de Santa Catarina, i.e., constância relativa (CR) alta ($\geq 80\%$). Por sua vez, 255 espécies (27.92%) apresentaram

distribuição intermediária ($20\% \leq CR < 80\%$) e 657 (71.96%) tiveram distribuição restrita ($CR < 20\%$). A ecounidade com maior percentual de espécies com CR baixa foi a Floresta Pluvial (58.81%), seguida pela Floresta Mista (31.10%), Floresta Semidecíduifólia (27.7%), Nanofloresta Nebular (21.76%) e Nanofloresta Costeira (14.23%). A percentagem de espécies com CR intermediária foi de 98.43% na Floresta Pluvial, 75.68% na Floresta Mista, 54.90% na Nanofloresta Costeira, 52.15% na Semidecíduifólia e 44.31% na Nanofloresta Costeira. A lista completa das espécies com suas respectivas constâncias relativas encontra-se no Apêndice 1.

Encontramos 21 espécies indicadoras das ecounidades em análise (Tabela 1). A Floresta Pluvial foi a ecounidade com maior número de indicadoras (12), seguida pela Nanofloresta Nebular (seis) e pelas regiões da Nanofloresta Costeira, Floresta Mista e Floresta Estacional, que tiveram uma cada. As espécies indicadoras (Tabela 1) apresentaram valores de constância relativa intermediária, com exceção das espécies indicadoras das Nanoflorestas (Costeira e Nebular), que obtiveram CR baixa (Apêndice 1). Das 21 espécies indicadoras, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e *Euterpe edulis* Mart. são espécies ameaçadas segundo o Ministério do Meio Ambiente (2008). *A. angustifolia* consta, ainda, como espécie “ criticamente em Perigo ” segundo a IUCN (2012) e “ Em Perigo ” segundo a Fundação Biodiversitas (2012). Com relação a *E. edulis*, esta foi categorizada como “ Em perigo ” segundo a Fundação Biodiversitas (2012). Dos 72 pontos de ocorrência da *A. angustifolia*, apenas quatro não se localizam na Floresta Mista. Em relação a *E. edulis*, dos 69 pontos de coleta, externamente à Floresta Pluvial foram encontradas somente cinco ocorrências.

Tabela 1. Análise de espécies indicadoras realizada com base nas espécies ocorrentes nas cinco ecounidades de Santa Catarina. VI = valor indicador; *p* = significância.

Espécies	Tipo Vegetacional	VI	<i>p</i>
<i>Myrsine parvifolia</i> DC.	Nanofloresta Costeira	0.824	0.0002
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	Floresta Pluvial	0.894	0.0002
<i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) D.Legrand	Floresta Pluvial	0.891	0.0002
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	Floresta Pluvial	0.884	0.0002
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	Floresta Pluvial	0.851	0.0002

Espécies	Tipo Vegetacional	VI	p
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Floresta Pluvial	0.845	0.0002
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Floresta Pluvial	0.836	0.0002
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	Floresta Pluvial	0.835	0.0002
<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	Floresta Pluvial	0.835	0.0002
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	Floresta Pluvial	0.818	0.0002
<i>Buchenavia kleinii</i> Exell	Floresta Pluvial	0.816	0.0002
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	Floresta Pluvial	0.808	0.0002
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Floresta Pluvial	0.806	0.0002
<i>Citronella engleriana</i> (Loes.) R.A.Howard	Nanofloresta Nebular	0.883	0.0002
<i>Clethra uleana</i> Sleumer	Nanofloresta Nebular	0.883	0.0002
<i>Agarista niederleinii</i> (Sleumer) Judd	Nanofloresta Nebular	0.839	0.0002
<i>Symphypappus itatiayensis</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	Nanofloresta Nebular	0.829	0.0002
<i>Weinmannia humilis</i> Engl.	Nanofloresta Nebular	0.819	0.0002
<i>Coccoloba persicaria</i> Wedd.	Nanofloresta Nebular	0.808	0.0002
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Floresta Mista	0.915	0.0002
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Floresta Semideciduifólia	0.84	0.0002

A soma dos mapas de distribuição potencial das 21 espécies indicadoras para as cinco ecounidades indicou reduzida adequabilidade climática para grande parte do Brasil e da América do Sul (Figura 2). A região sul do Brasil, onde predomina a região subtropical da Floresta Atlântica, foi a mais adequada nesse sentido (Figura 2). Outras regiões do Brasil, como parte dos estados da região sudeste e o estado de Mato Grosso do Sul, e pequenos sítios na Argentina, Paraguai e Bolívia mostraram áreas climaticamente adequadas a essas espécies (Figura 2).

A maioria dos modelos específicos (Apêndice 2) apresentou distribuição restrita às regiões sul e sudeste do Brasil e a áreas na Argentina, Paraguai e Bolívia. Os modelos para *Clethra uleana* Sleumer e *Agarista nierdelinii* (Sleumer) Judd foram os

que apontaram distribuição geográfica mais restrita, identificando áreas climaticamente favoráveis apenas no planalto da região sul e em áreas montanhosas na região sudeste. As espécies de distribuição mais ampla foram *Hieronyma alchorneoides* Allemão, que possui ampla distribuição na América do Sul e América Central, e *Euterpe edulis*, com ampla distribuição na Floresta Atlântica e no Cerrado. *Copaifera trapezifolia* Hayne e *Myrsine parviflora* A. DC. apresentaram distribuição ao longo da costa Atlântica (Apêndice 2).

A contribuição relativa das variáveis bioclimáticas nos modelos mostra que, para as nanoflorestas (Costeira e Nebular), a variável altitude foi a mais importante, seguida por precipitação no trimestre mais seco e sazonalidade da temperatura. Para a Floresta Pluvial e Floresta Semidecíduifólia, a estacionalidade da temperatura e evapotranspiração real foram as mais importantes, e para a Floresta Mista, a evapotranspiração real e média de temperatura no trimestre mais frio foram as mais importantes (Tabela 2).

Segundo o critério AUC, a performance dos modelos foi muito alta: todas as espécies apresentaram modelos médios com AUC superior a 0.91 (Tabela 2). O teste Jackknife foi significativo para todos os modelos (Tabela 2).

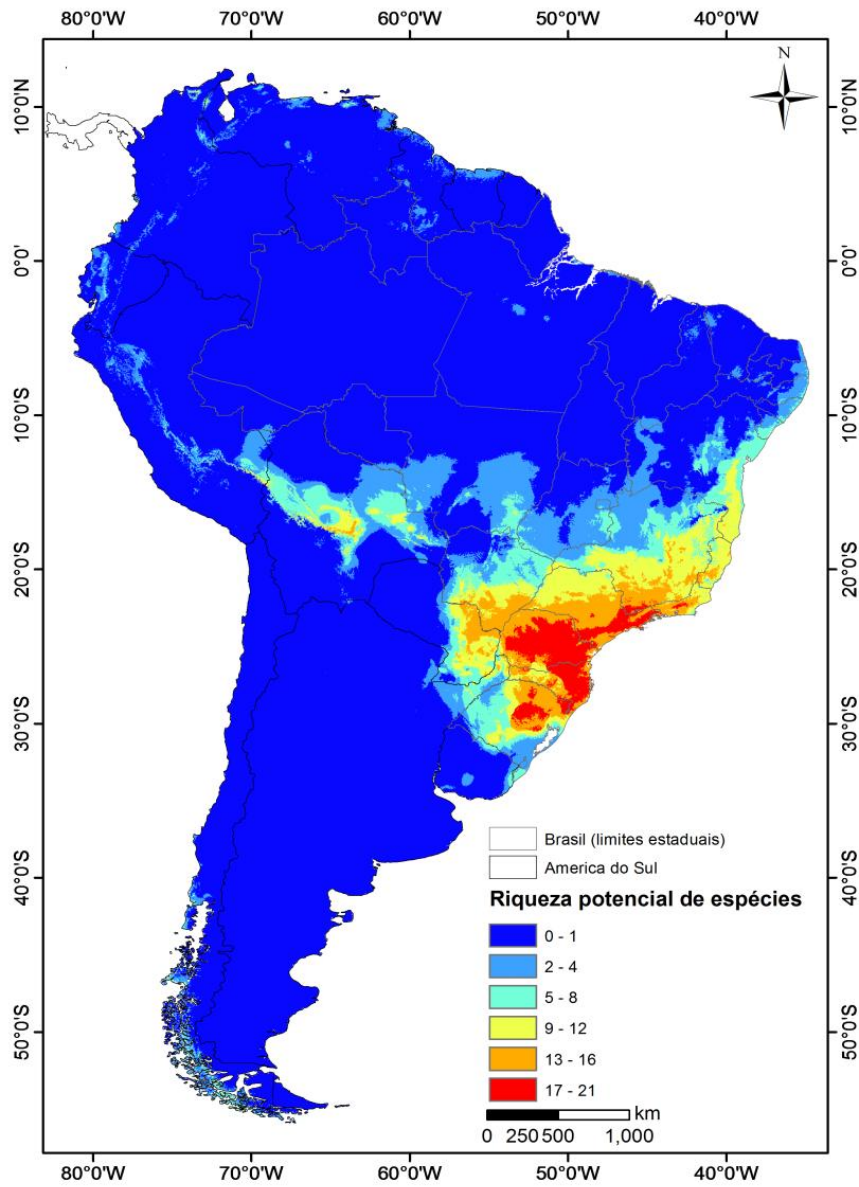


Figura 2. Mapa de riqueza predita a partir das 21 espécies indicadoras das regiões ecounidades ocorrentes no estado de Santa Catarina.

Tabela 2. Contribuição relativa das variáveis preditoras para a distribuição potencial das espécies indicadoras, em percentagem; a AUC obtida em cada mapa médio de adequabilidade ambiental para cada espécie e a significância (*p*) obtida pelo teste Jackknife. EVPTR: Evapotranspiração Real, SAZT: Sazonalidade da Temperatura, TMTS: Temperatura Média no trimestre mais seco, MTTF: Média de temperatura no trimestre mais frio, SAZP: Sazonalidade da Precipitação, PTS: Precipitação no trimestre mais seco, PTF: Precipitação no trimestre mais frio e ALT: Altitude.

Espécies	EVPTR	SAZT	TMTS	MTTF	SAZP	PTS	PTF	ALT	AUC	<i>p</i> *
<i>Myrsine parvifolia</i> DC.	1.6006	28.9842	0.5234	4.242	0.1476	29.9764	0.4858	34.0401	0.9811	<0.0001
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	21.9517	43.3949	4.2912	17.5935	1.7711	6.0181	3.9586	1.0209	0.9768	<0.0001
<i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) D.Legrand	17.9598	35.6272	6.8583	10.1137	1.1918	21.848	4.5118	1.8894	0.9718	<0.0001
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	28.1600	33.4287	4.0646	23.976	1.1729	2.79	5.6547	0.7531	0.9703	<0.0001
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	25.8837	42.112	5.3348	15.0685	1.8394	4.0408	3.3251	2.3957	0.9780	<0.0001
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	16.4395	38.0561	0.9999	11.9132	6.3299	22.8446	2.4211	0.9958	0.9920	<0.0001
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	25.6743	38.1628	10.4904	13.6582	1.218	7.0125	0.9640	2.8199	0.9592	<0.0001
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	20.2057	38.1077	11.1626	6.6997	3.0903	16.5433	1.9012	2.2896	0.9759	<0.0001
<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	21.4010	35.7607	3.156	18.987	1.4611	12.7583	4.4546	2.0213	0.9837	<0.0001
<i>Psychotria suterella</i> Müll. Arg.	31.1639	31.0093	1.9587	27.0953	1.3095	3.6056	2.7513	1.1065	0.9834	<0.0001
<i>Buchenavia kleinii</i> Exell	11.7682	41.5769	2.9608	4.2211	5.8448	27.9992	1.6345	3.9947	0.9921	<0.0001
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	18.2246	39.6471	11.0334	12.1752	0.7278	14.2773	1.1179	2.7969	0.9726	<0.0001
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	27.5115	37.5183	6.6613	16.8095	0.4411	1.5505	4.8061	4.7017	0.9166	<0.0001
<i>Citronella engleriana</i> (Loes.) R.A.Howard	10.7435	20.3427	2.6415	4.5244	3.7192	27.8001	1.2827	28.9459	0.9952	<0.0001
<i>Clethra uleana</i> Sleumer	7.3745	19.6846	2.3958	1.0529	0.1837	37.2948	0.2176	31.7963	0.9949	<0.0001
<i>Agarista niederleinii</i> (Sleumer) Judd	7.4643	21.7103	2.3209	1.4424	0.6759	36.6193	0.1714	29.5953	0.9958	<0.0001
<i>Symphopappus itatiayensis</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	21.0225	18.1925	1.251	24.2478	0.8023	14.8376	0.1174	19.529	0.9915	<0.0001

Espécies	EVPTR	SAZT	TMTS	MTTF	SAZP	PTS	PTF	ALT	AUC	p*
<i>Weinmannia humilis</i> Engl.	20.2893	16.7058	4.5355	10.5389	0.0498	11.1771	0.016	36.6876	0.9924	<0.0001
<i>Coccoloba persicaria</i> Wedd.	16.8816	26.6751	3.318	3.2482	1.3368	20.0753	0.307	28.158	0.9755	<0.0001
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	29.9855	14.1498	4.2271	28.7355	0.2479	6.4238	0.1058	16.1245	0.9839	<0.0001
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	26.458	44.8972	0.9121	11.7871	0.277	7.637	1.3384	6.6933	0.9724	<0.0001

Discussão

Nossos resultados apontam para a predominância de espécies com constância relativa baixa (CR<20%), corroborando o padrão de distribuição restrita das espécies arbóreas da Floresta Atlântica (Scudeller *et al* 2001; Caiafa e Martins 2010; Cerqueira 2011). Como sugerido por Cerqueira (2011), esses resultados implicam em que a maioria das espécies possui pequena capacidade de dispersão e que tendem a permanecer no local onde se originaram. Essa baixa proporção de espécies com ampla distribuição parece ser reflexo da grande heterogeneidade desses ambientes (Scudeller *et al.* 2001).

De acordo com Mueller-Dombois & Ellenberg (2002), espécies com constância relativa (CR) intermediária (20% < 80%) podem ser espécies diferenciais e caracterizar diferentes comunidades; espécies com CR (>80%) alta são indiferentes ou oportunistas e espécies com CR baixa (<20%) são acidentais. De fato, a maioria das espécies indicadoras deste trabalho apresenta distribuição intermediária no estado, e a única espécie que apresentou CR alta, *Prunus myrtifolia*, possui ampla distribuição nos domínios da Floresta Atlântica, Cerrado, Caatinga e Amazônia (Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2012). Porém, como sugerido por Scudeller *et al.* (2001), que encontraram predominância de espécies com CR baixa para a Floresta Perenifólia do estado de São Paulo, a maioria das espécies desses ambientes parecem condicionadas a pequenas variações ambientais entre as áreas e, assim, possuem nicho ecológico restrito, sendo consideradas muito especializadas. No presente estudo, também encontramos predominância de espécies com CR baixa na maioria das ecounidades e para todas as espécies indicadoras das Nanoflorestas (Costeira e Nebular), que são as ecounidades com maiores restrições ambientais, apontando para a predominância de muitas espécies com nicho restrito e poucas espécies generalistas. Essas variações locais podem ser

evidenciadas pelos resultados de Rezende *et al.* (dados não publicados)⁶, que encontraram incremento dos modelos locais em relação aos modelos globais para a distribuição das espécies arbóreas de Santa Catarina.

Os valores indicadores altamente significativos pelo teste de Monte Carlo sugerem que os ambientes são notadamente distintos entre si em termos de composição típica de espécies, demonstrando o elevado potencial de representação de cada uma destas no ambiente em que são indicadoras. Das 21 espécies indicadoras, *A. angustifolia* e *E. edulis* estão na lista das espécies ameaçadas de extinção. Devido à qualidade da madeira produzida pela *A. angustifolia*, nas últimas décadas, a extração não sustentável desfigurou completamente a paisagem da Floresta Mista, transformando vastas florestas em áreas agrícolas e urbanizadas (Fonseca *et al.* 2009). *E. edulis* possui ampla distribuição geográfica e apresenta, segundo Tabarelli e Mantovani (1997), grande abundância na área de ocorrência, porém constitui, atualmente, um dos produtos mais explorados na Floresta Atlântica (Reis e Guerra 1999). Por se tratarem de espécies indicadoras, essa exploração descontrolada tem ameaçado não apenas a existência dessas espécies, que já se encontram na lista das espécies ameaçadas de extinção, mas também de toda a biodiversidade associada a elas, uma vez que essas espécies são essenciais para manutenção dessas ecounidades, produzindo sementes e frutos (*E. edulis*) para a fauna durante a maior parte do ano (Guerra *et al.* 1984; Vidolin *et al.* 2009).

Das espécies indicadoras, apenas *Clethra uleana* é exclusiva da Floresta Atlântica do sul do Brasil. *Bathysa australis*, *Miconia cabucu*, *Copaifera trapezifolia*, *Leandra dasytricha*, *Psychotria suterella*, *Buchenavia kleinii*, *Marlierea excoriata*, *Eugenia beaurepariana*, *Citronella engleriana*, *Agarista niederleinii*, *Weinmannia humilis* Engl., *Coccoloba persicaria*., *Araucaria angustifolia* e *Balfourodendron riedelianum* possuem ampla distribuição na Floresta Atlântica. Algumas espécies selecionadas, por sua vez, não são exclusivas da Floresta Atlântica. A espécie *Myrsine parviflora* possui ampla distribuição nas restingas brasileiras e as espécies *Duguetia lanceolata*, *Euterpe edulis*, *Hirtella hebeclada* e *Symphypappus itatiayensis* ocorrem também no Cerrado. A espécie *Hieronyma alchorneoides* possui ampla distribuição nos Neotrópicos, mas na região Sul do Brasil, de clima subtropical, devido às baixas temperaturas, sua distribuição se restringe as áreas mais costeiras de

⁶ Capítulo 2 desta Dissertação.

Floresta Pluvial, com maiores temperaturas, tornando-se, no caso do presente trabalho, indicadora desse ambiente.

A distribuição potencial das espécies frente a seus preditores climáticos evidenciou uma área mais favorável na região Sul e em algumas manchas no sudeste, principalmente na região da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. Resultados semelhantes foram encontrados por Werneck *et al.* (2011) para a distribuição real de angiospermas, onde as regiões montanhosas dos estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro foram as áreas de maior riqueza e endemismo. Esses autores sugerem que essa distribuição possa estar enviesada, devido ao maior esforço amostral realizado nessas áreas. Porém, as espécies modeladas no presente trabalho de fato encontrariam condições climáticas favoráveis nas regiões de clima Subtropical e nas áreas altas do sudeste brasileiro, que apresentam menores temperaturas. A ocorrência dessas espécies nessas áreas pode ser explicada pelas similaridades climáticas entre essas regiões; de acordo com Rambo (1951) e Safford (2007), na América do Sul o aumento da ocorrência de espécies adaptadas às condições temperadas está relacionado ao aumento da altitude e da latitude. Outro fator importante para a distribuição dessas espécies é a fragmentação e resquícios de florestas mais extensas que ocorriam nessas regiões no passado (Carnaval *et al.* 2009). A Floresta Mista atingia extensas áreas de formações campestres no sul e sudeste do Brasil (Bauermann e Behling 2009), mas devido a eventos de aumento de temperatura, hoje elas se encontram restritas a altitudes entre 1.400 e 2.000 m na região sudeste e entre 700 e 1.000 m na região sul (Backes 2009). A adequabilidade climática dessas espécies para as outras regiões da América do Sul foi baixa, com exceção de algumas áreas na Argentina, Paraguai e Bolívia, o que pode ser explicado pela similaridade que os campos de altitude do sudeste apresentam com os Aparados da Serra, na região sul (41,4%), com o Pico das Almas, na Bahia (30,4%), com o Piemonte Andino, entre o sul da Bolívia e norte da Argentina (26,9%), e extensões mais setentrionais dos Andes (22,7%; Safford 2007).

Analisando as áreas de maior endemismo de angiospermas na Floresta Atlântica, Werneck *et al.* (2011) encontraram maior endemismo de espécies nas regiões montanhosas, seguindo um gradiente altitudinal. As áreas de elevadas altitudes sofrem influência da declividade, distância do oceano, direção do vento, radiação solar, cobertura de nuvens, entre outros fatores, o que origina áreas ecologicamente diferenciadas (Bertoncello *et al.* 2011). Meirelles (2009) encontrou, para as espécies mais frequentes de Floresta Montana ou restritas à região sul (*Miconia ramboi*, *Solanum*

cassioides e *Symplocos corymboclados*), maiores probabilidades para a manutenção de populações somente em áreas de altitude, evidenciando que as condições climáticas das regiões em altitudes medianas não são favoráveis ao seu estabelecimento. Assim, como sugerido por Rambo (1951) e Brade (1956), as condições menos restritivas das áreas de altitude do sudeste em relação às regiões sulinas permitem a ocorrência de várias espécies subtropicais.

As demais variáveis com altos valores significativos nos modelos (sazonalidade da temperatura, evapotranspiração real, precipitação no trimestre mais seco, estacionalidade da temperatura e média de temperatura no trimestre mais frio) podem estar relacionadas ao aumento altitudinal, que condiciona maiores taxas de precipitação e menores temperaturas. A temperatura tem sido relacionada com a maior parte dos padrões vegetacionais, sugerindo que essa variável tem sido influente na evolução das espécies da Floresta Atlântica no sudeste do Brasil (Oliveira-Filho e Fontes 2000). Para as regiões das bacias do rio São Francisco e Uruguai, Valente (2011) encontrou que a maior diferenciação entre a flora arbórea da região tropical e subtropical ocorreu principalmente devido à sazonalidade da temperatura, o que pode explicar a importância dessa variável para nossos modelos, uma vez que utilizamos espécies indicadoras de ambientes subtropicais.

Uma limitação na previsibilidade de distribuição geográfica é que, como ressaltado por Anderson *et al.* (2002), os modelos somente representam regiões com condições climáticas adequadas para ocorrência de espécies. Outros fatores podem limitar significativamente a área de ocupação e explicar ausências em áreas climaticamente favoráveis à sua ocorrência, como interações ecológicas, barreiras geográficas e alterações antrópicas. Não obstante, os modelos de distribuição potencial de espécies, ao permitirem o entendimento das fronteiras climáticas para a ocorrência das 21 espécies indicadoras, poderão auxiliar no direcionamento de coletas e na formulação de estratégias para a conservação dessas espécies.

Os eventos de alterações climáticas durante o Quaternário, com períodos de alternância e combinações entre frio e quente e seco e úmido, refletem-se nos padrões de distribuição encontrados hoje em dia em decorrência das variações ambientais encontradas na Floresta Atlântica (Ledru *et al.* 2009). Nossos resultados mostraram que o estado de Santa Catarina possui muitas espécies adaptadas a condições ambientais específicas. A flora arbórea da Floresta Atlântica subtropical é composta por vasta maioria de espécies não exclusivas das regiões fitogeográficas (Leite 2002), porém

elevado número de espécies restritas foi verificado, mostrando a importância de se preservar essas regiões.

Referências

- Anderson, R.P., Gomez-Laverde, M., A.T. Peterson., 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography* 11: 131-141.
- Backes, A., 2009. Floresta com araucária: importância e usos múltiplos. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.; Backes, A. & Ganado, G. (Eds.). *Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação de Desenvolvimento Sustentável*. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 303-309.
- Bauermann, S.G., Behling, H., 2009. Dinâmica paleovegetacional da Floresta com Araucária a partir do final do Pleistoceno: o que mostra a palinologia. In: Fonseca CR et al., editores. *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto: Holos. p. 35-38.
- Bertoncello, R., Yamamoto, K., Meireles, L. D., Shepherd, G.J., 2011. A phytogeographic analysis of cloud forests and other forest subtypes amidst the Atlantic forests in south and southeast Brazil. *Biodiversity Conservation* 20, 3413–3433.
- Brade, A. C., 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Parque Nacional do Itatiaia* 5: 1-112.
- Caiafa, A.N., Martins, F.R., 2010. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rainforest. *Biodivers. Conserv.* 19, 2597-2618.
- Carnaval, A., Hickerson, M.J., Haddad, C.F.B., Rodrigues, M.T., Moritz, C., 2009. Stability predicts genetic diversity in the Brazilian Atlantic Forest Hotspot. *Science* 323, 785-789.
- Cerqueira, R.M., 2011. Padrões de variação da diversidade alfa na floresta pluvial Atlântica brasileira. 2011. 213f. Tese (doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas.
- Colombo, A. F., Joly, C. A., 2010. Brazilian Atlantic Forest Lato Sensu: the Most Ancient Brazilian Forest, and a Biodiversity Hotspot, Is Highly Threatened by Climate Change. *Brazilian Journal of Biology* 70(3), pp. 697-708.
- Eisenlohr, P.V., Rezende, V.L., Kamino, L.Y., 2012. Sistematizando conhecimentos da vegetação nos domínios fitogeográficos do Brasil e novos desafios em análise de dados. In: 63º Congresso Nacional de Botânica, 2012, Joinville, SC. Anais... Joinville, SC: Sociedade Botânica do Brasil.
- ESRI, 2010. ArcGis Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Fawcett, T., 2003. ROC graphs: Notes and practical considerations for data mining researchers. HP Labs Tech Report HPL-2003-4.
- Figueiredo, W.M.B., Silva, J.M.C., Souza, M.A., 2006. Biogeografia e a conservação da biodiversidade. In: Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Van Sluys, M., Alves, M.A.S. (org.). *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: RiMa. pp. 21-260.
- Fonseca, C. R., Ganade, G., Baldissera, R. Becker, C.G., Boelter, C.R., Brescovit, D., Campos, L.M., Fleck, T., Fonseca, V.S., Hartz, S.M. Joner, F., Käffer, M.I., Leal-Zanchet, A. M., Marcelli, M.P., Mondin, C.A., Paz, C.P. Petry, M.V., Putzke, J. Vergara, M. Mesquita, A.S., Vieira, E. M., 2009. Princípios modernos de manejo florestal e a conservação da biodiversidade associada à Floresta com Araucária. In: Fonseca, C. R. et al. (Eds.). *Floresta com Araucária: ecologia, conservação de desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto: Holos, 2009. pp. 287-295.

- Guerra, M.P., Nodari, R.O., Reis, A., 1984. Considerações sobre o palmitreiro no sul do Brasil. *Insula* 14, 171-180.
- Guisan, A., Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8, 993-1009.
- Guisan, A., Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- 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.
- Laurance, W. F., 2009. Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation* 142(6), 1137.
- Ledru M.P, Mourguiart P, Riccomini C., 2009. Related changes in biodiversity, insolation and climate in the Atlantic rainforest since the last interglacial. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol.* 271, 140-152.
- Leite, P.F., 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência & Ambiente* 24, 51-73.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil 2012. In <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>.
- Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A., Real, R., 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography* 17: 145-151.
- Marco Júnior, P., Siqueira, M.F., 2009. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? *Megadiversidade*, v.5, n.1-2, p.65-76.
- McCune, B., Mefford, M.J., 2011. *PC-ORD – multivariate analysis of ecological data, version 6.0*. MjM Software Design, Gleneden Beach.
- Meirelles, L. D., 2009. Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil. 2009. 273f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente 2008. Instrução Normativa n 6, de 23 de setembro de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em 19/10/2012.
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H., 2002. *Aims and methods of vegetation ecology*. The Blackburn Press: New Jersey. 547p.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Oliveira-Filho, A. T., 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina Tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60 (2), 237-258.
- Oliveira-Filho, A. T., Fontes, M. A. L., 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in south-eastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b), 793-810.
- Oliveira-Filho, A. T., Jarenkow, J. A., Rodal, M. J. N., 2006. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: Pennington, R. T.; Ratter, J. A. & Lewis, G. P. (Eds.) *Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation*. CRC Press, Boca Raton. pp. 159-192.

- Pearson, R. G., 2007. *Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners.Synthesis*. American Museum of Natural History. Disponível em <http://ncep.amnh.org>. Acessado em: 13 de nov. 2012.
- Peterson, A. T., 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103, 599-605.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190, 231-259.
- Reis, M.S.; Guerra, M.P. *Euterpe edulis* Martius (Palmito), 1999. Florianópolis: Projeto "Inventário dos Recursos Florestais da Mata Atlântica". Disponível em [http:// www.unicamp.br/nipe/rbma/pamilto.htm](http://www.unicamp.br/nipe/rbma/pamilto.htm). Acesso em: 27 de dez. 2012.
- Rambo, Pe. R., 1951.O elemento andino no pinhal-riograndense. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 3(3), 3-39.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., Hirota, M. M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142, 1141-1153.
- Rizzini, C. T., 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro.
- Rushton, S. P., Ormerod, S. J., Kerby, G., 2004. New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology* 41: 193-200.
- Safford, H. D., 2007. Brazilian Páramos IV: phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 34(10), 1701-1722.
- Sanmartín I., Ronquist, F., 2004. Southern hemisphere biogeography inferred by eventbased models: plant versus animal patterns. *Systematic Biology* 53, 216-243.
- Scudeller, V. V., Martins, F. R., Shepherd, G. J., 2001. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. *Plant Ecology* 152, 185-199.
- Siqueira, M.F., Durigan, G., 2007. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 30(2), 233-243.
- Szafer, W., Pawlowski, B., 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. A. Bemerkungen über die angewandte Arbeitstechnik. In: Szafer, W., Kulczynski, B., Pawlowski, B., Stecki, K. & Sokolowski, A.W. (eds.) Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. III., IV. und V. Teil. pp. 1-12. Bull. Int. Acad. Polon. Sci. Lettres B 3, Suppl. 2, Cracovie.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., 1997. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 20:57-66.
- Tabarelli, M. Pinto, L. P., Silva, J. M. C., Hirota, M., Bedê, L., 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade* 1, 132-138.
- Tichý, L., Chytrý, M., 2006. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science* 17: 809-818.
- Valente, A. S. M., 2011. Sub-regiões fitogeográficas da Floresta Atlântica entre as bacias dos rios São Francisco e Uruguai baseadas na análise dos padrões de distribuição espacial da flora arbórea e do clima. 2011. 261f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras.
- Vibrans, A. C., Sevegnani, L., Lingner, D.V., Gasper, A.L., Sabbagh, S., 2010. The Floristic and Forest Inventory of Santa Catarina State (IFFSC): methodological and operational aspects. *Brazilian Journal of Forest Research* 30, 291-302.

Vidolin, G.P., Biondi, D., Wandembruck, A., 2009. Seletividade de habitats pela anta (*Tapirus terrestris*) e pelo queixada (*Tayassu pecari*) na Floresta com Araucária. *Scientia Forestalis* 37(84), 447-458.

Werneck, M. S., Sobral, M. E. G., Rocha, C. T. V., Landau, E. C, Stehmann, J.R., 2011. Distribution and Endemism of Angiosperms in the Atlantic Forest. *Natureza & Conservação* 9(2), 188-193.

APÊNDICE 1. Espécies arbóreas de Santa Catarina ordenadas de acordo com suas constâncias relativas.

Espécies	CR
<i>Aegiphila luschnatii</i> Schauer	0.5714
<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	0.5714
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	0.5714
<i>Amphirrhox longifolia</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	0.5714
<i>Aureliana tomentosa</i> Sendtn.	0.5714
<i>Baccharis caprariifolia</i> DC.	0.5714
<i>Baccharis microdonta</i> DC.	0.5714
<i>Baccharis psiadioides</i> (Less.) Joch.Müll.	0.5714
<i>Butia paraguayensis</i> (Barb.Rodr.) L.H.Bailey	0.5714
<i>Butia yatay</i> (Mart.) Becc.	0.5714
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0.5714
<i>Castela tweediei</i> Planch.	0.5714
<i>Cedrela angustifolia</i> DC.	0.5714
<i>Cedrela balansae</i> C.DC.	0.5714
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	0.5714
<i>Cinnamomum stenophyllum</i> (Meisn.) Vattimo-Gil	0.5714
<i>Coccoloba glaziovii</i> Lindau	0.5714
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0.5714
<i>Cyathea leucofolis</i> Domin	0.5714
<i>Cyathea villosa</i> Willd.	0.5714
<i>Cyclobium brasiliense</i> Benth.	0.5714
<i>Esenbeckia densiflora</i> (Chodat & Hassl.) Hassl.	0.5714
<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D.Legrand	0.5714
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	0.5714
<i>Eugenia chlorocarpa</i> O.Berg	0.5714
<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	0.5714
<i>Eugenia pseudomalacantha</i> D.Legrand	0.5714
<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	0.5714
<i>Faramea hyacinthina</i> Mart.	0.5714
<i>Faramea stipulacea</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	0.5714
<i>Ficus pertusa</i> L.f.	0.5714
<i>Ficus pulchella</i> Schott	0.5714
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	0.5714
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	0.5714
<i>Inga barbata</i> Benth.	0.5714
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	0.5714
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	0.5714
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	0.5714
<i>Meriania clausenii</i> Triana	0.5714
<i>Miconia discolor</i> DC.	0.5714
<i>Miconia dodecandra</i> (Desr.) Cogn.	0.5714

Espécies	CR
<i>Mollinedia fruticulosa</i> Perkins	0.5714
<i>Myrcia barituensis</i> (Legname) comb.ined.	0.5714
<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O.Berg	0.5714
<i>Myrcia diaphana</i> (O.Berg) N.Silveira	0.5714
<i>Myrcia grandifolia</i> Cambess.	0.5714
<i>Myrcia plusiantha</i> Kiaersk.	0.5714
<i>Nectandra barbellata</i> Coe-Teixeira	0.5714
<i>Opuntia monacantha</i> (Willd.) Haw.	0.5714
<i>Ouratea multiflora</i> (DC.) Baill.	0.5714
<i>Pera heteranthera</i> (Schrank) I.M.Johnst.	0.5714
<i>Pereskia nemorosa</i> Rojas Acosta	0.5714
<i>Phyllanthus riedelianus</i> Müll.Arg.	0.5714
<i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	0.5714
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	0.5714
<i>Piper rivinoides</i> Kunth	0.5714
<i>Plinia complanata</i> M.L.Kawasaki & B.Holst	0.5714
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	0.5714
<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	0.5714
<i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni	0.5714
<i>Pseudolmedia hirtula</i> Kuhlman	0.5714
<i>Psidium guineense</i> Sw.	0.5714
<i>Psychotria myriantha</i> Müll.Arg.	0.5714
<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.	0.5714
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek	0.5714
<i>Savia dictyocarpa</i> Müll.Arg.	0.5714
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	0.5714
<i>Schinus molle</i> L.	0.5714
<i>Schinus pearcei</i> Engl.	0.5714
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	0.5714
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	0.5714
<i>Senna oblongifolia</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	0.5714
<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	0.5714
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	0.5714
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	0.5714
<i>Solanum cinnamomeum</i> Sendtn.	0.5714
<i>Symplocos bidana</i> Aranha	0.5714
<i>Symplocos incrassata</i> Aranha	0.5714
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	0.5714
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	0.5714
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	0.5714
<i>Talisia esculenta</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	0.5714
<i>Terminalia uleana</i> Engl. ex Alwan & Stace	0.5714
<i>Tibouchina regnellii</i> Cogn.	0.5714
<i>Trichilia pseudostipularis</i> (A.Juss) C.DC.	0.5714
<i>Trithrinax brasiliensis</i> Mart.	0.5714

Espécies	CR
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	0.5714
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	0.5714
<i>Xylosma glaberrima</i> Sleumer	0.5714
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	0.5714
<i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes	1.1429
<i>Abutilon rufinerve</i> A.St.-Hil.	1.1429
<i>Acanthosyris spinescens</i> (Mart. & Eich.) Griseb.	1.1429
<i>Aegiphila graveolens</i> Mart. & Schauer	1.1429
<i>Albizia burkartiana</i> Barneby & J.W.Grimes	1.1429
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	1.1429
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	1.1429
<i>Baccharis retusa</i> DC.	1.1429
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D.Legrand	1.1429
<i>Cedrela odorata</i> L.	1.1429
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	1.1429
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	1.1429
<i>Coccoloba argentinensis</i> Speg.	1.1429
<i>Croton urucurana</i> Baill.	1.1429
<i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	1.1429
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	1.1429
<i>Eugenia angelyana</i> Mattos	1.1429
<i>Eugenia gracillima</i> Kiaersk.	1.1429
<i>Eugenia hamoniana</i> Mattos	1.1429
<i>Eugenia imaruensis</i> D.Legrand	1.1429
<i>Eugenia magnifica</i> Spring ex Mart.	1.1429
<i>Eugenia neoglomerata</i> Sobral	1.1429
<i>Eugenia prasina</i> O.Berg	1.1429
<i>Eugenia subavenia</i> O.Berg	1.1429
<i>Euplassa cantareirae</i> Sleumer	1.1429
<i>Ficus obtusiuscula</i> (Miq.) Miq.	1.1429
<i>Gochnatia sordida</i> (Less.) Cabrera	1.1429
<i>Gochnatia velutina</i> (Bong.) Cabrera	1.1429
<i>Guadua chacoensis</i> (Rojas) Londoño & P.M.Peterson	1.1429
<i>Guadua tagoara</i> (Nees) Kunth	1.1429
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	1.1429
<i>Ixora venulosa</i> Benth.	1.1429
<i>Leandra fallax</i> (Cham.) Cogn.	1.1429
<i>Malmeanthus subintegerrimus</i> (Malme) R.M.King	1.1429
<i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.	1.1429
<i>Matayba</i> sp.1 (Coelho et al. 2009 ined.)	1.1429
<i>Maytenus cassineformis</i> Reissek	1.1429
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	1.1429
<i>Mimosa pilulifera</i> Benth.	1.1429
<i>Myrcia atropilosa</i> (O.Berg) N.Silveira	1.1429
<i>Myrcia hexasticha</i> Kiaersk.	1.1429

Espécies	CR
<i>Myrcia insularis</i> Gardner	1.1429
<i>Ophthalmoblapton crassipes</i> Müll.Arg.	1.1429
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	1.1429
<i>Piper hispidum</i> Sw.	1.1429
<i>Piper richardiifolium</i> Kunth	1.1429
<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	1.1429
<i>Raulinoa echinata</i> Cowan	1.1429
<i>Ruprechtia paranensis</i> Pendry	1.1429
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	1.1429
<i>Sapium haematospermum</i> Müll.Arg.	1.1429
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	1.1429
<i>Senna organensis</i> (Harms) H.S.Irwin & Barneby	1.1429
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	1.1429
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	1.1429
<i>Solanum velleum</i> Thunb.	1.1429
<i>Swartzia simplex</i> (DC.) R.S.Cowan	1.1429
<i>Symplocos trachycarpus</i> Brand	1.1429
<i>Tabebuia cassinoides</i> DC.	1.1429
<i>Terminalia reitzii</i> Exell	1.1429
<i>Tibouchina dusenii</i> Cogn.	1.1429
<i>Ximenia americana</i> L.	1.1429
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	1.7143
<i>Casearia catharinensis</i> Sleumer	1.7143
<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.	1.7143
<i>Chomelia parvifolia</i> (Standl.) Govaerts	1.7143
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	1.7143
<i>Coccoloba cordata</i> Cham.	1.7143
<i>Curitiba prismatica</i> (D.Legrand) Salywon & Landrum	1.7143
<i>Cyathea acantha</i> (Sehnem) Lehnert	1.7143
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth.	1.7143
<i>Daphnopsis pseudosalix</i> Domke	1.7143
<i>Eugenia capitulifera</i> O.Berg	1.7143
<i>Eugenia pachyclada</i> D.Legrand	1.7143
<i>Eugenia rotundicosta</i> D.Legrand	1.7143
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	1.7143
<i>Handroanthus catarinensis</i> (A.H.Gentry) S.O.Grose	1.7143
<i>Hillia illustris</i> (Vell.) K.Schum.	1.7143
<i>Inga vulpina</i> Mart. ex Benth.	1.7143
<i>Leandra reitzii</i> Wurdack	1.7143
<i>Lonchocarpus grazielae</i> M.J.Silva & A.M.G.Azevedo	1.7143
<i>Machaerium hatschbachii</i> Rudd	1.7143
<i>Margaritopsis astrellantha</i> (Wernham) L.Andersson	1.7143
<i>Maytenus patens</i> Reissek	1.7143
<i>Miconia jucunda</i> (DC.) Triana	1.7143
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	1.7143

Espécies	CR
<i>Mimosa micropteris</i> Benth.	1.7143
<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	1.7143
<i>Mollinedia oligantha</i> Perkins	1.7143
<i>Morus nigra</i> L.	1.7143
<i>Myrceugenia hoehnei</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	1.7143
<i>Myrceugenia mesomisca</i> (Burret) D.Legrand	1.7143
<i>Myrceugenia rufescens</i> (DC.) D.Legrand & Kausel	1.7143
<i>Myrceugenia smithii</i> Landrum	1.7143
<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart.	1.7143
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	1.7143
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	1.7143
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	1.7143
<i>Psidium guajava</i> L.	1.7143
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1.7143
<i>Randia calycina</i> Cham.	1.7143
<i>Roupala consimilis</i> Mez ex Taub.	1.7143
<i>Schwartzia brasiliensis</i> (Choisy) Bedell ex Giraldo-Cañas	1.7143
<i>Scutia arenicola</i> (Casar.) Reissek	1.7143
<i>Senna araucarietorum</i> H.S.Irwin & Barneby	1.7143
<i>Solanum lacerdae</i> Dusén	1.7143
<i>Styrax glabratus</i> Schott	1.7143
<i>Styrax martii</i> Seub.	1.7143
<i>Symplocos laxiflora</i> Benth.	1.7143
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	1.7143
<i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer	1.7143
<i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll.Arg.	2.2857
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	2.2857
<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll.Arg.	2.2857
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	2.2857
<i>Calyptranthes hatschbachii</i> D.Legrand	2.2857
<i>Casearia paranaensis</i> Sleumer	2.2857
<i>Centrolobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C.Lima	2.2857
<i>Crinodendron brasiliense</i> Reitz & L.B.Sm.	2.2857
<i>Escallonia petrophila</i> Rambo & Sleumer	2.2857
<i>Eugenia neotristis</i> Sobral	2.2857
<i>Eugenia pleurantha</i> O.Berg	2.2857
<i>Guapira obtusata</i> (Jacq.) Little	2.2857
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	2.2857
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	2.2857
<i>Myrceugenia acutiflora</i> (Kiaersk.) D.Legrand & Kausel	2.2857
<i>Myrceugenia kleinii</i> D.Legrand & Kausel	2.2857
<i>Myrcia pubiflora</i> DC.	2.2857
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	2.2857
<i>Neomitranthes gemballae</i> (D.Legrand) D.Legrand	2.2857
<i>Ocotea velloziana</i> (Meisn.) Mez	2.2857

Espécies	CR
<i>Roupala pallida</i> K.Schum.	2.2857
<i>Senegalia riparia</i> Britton & Rose ex Britton & Killip	2.2857
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	2.2857
<i>Agarista eucalyptoides</i> (Cham. & Schltld.) G.Don	2.8571
<i>Aiouea acaradomatifera</i> Kosterm.	2.8571
<i>Annona dolabripetala</i> (Raddi) H.Rainer	2.8571
<i>Baccharis longiattenuata</i> A.S.Oliveira	2.8571
<i>Calyptanthus brasiliensis</i> Spreng.	2.8571
<i>Calyptanthus lanceolata</i> O.Berg	2.8571
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	2.8571
<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.	2.8571
<i>Condalia buxifolia</i> Reissek	2.8571
<i>Dalbergia ernestulei</i> Hoehne	2.8571
<i>Daphnopsis coriacea</i> Taub.	2.8571
<i>Dendropanax australis</i> Fiaschi & Jung-Mend.	2.8571
<i>Eugenia chlorophylla</i> O.Berg	2.8571
<i>Eugenia malacantha</i> D.Legrand	2.8571
<i>Eugenia oeidocarpa</i> O.Berg	2.8571
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	2.8571
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	2.8571
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess. ex A.St.-Hil.) H.Hara	2.8571
<i>Manihot grahamii</i> Hook.	2.8571
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	2.8571
<i>Marlierea suaveolens</i> Cambess.	2.8571
<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	2.8571
<i>Miconia brasiliensis</i> (Spreng.) Triana	2.8571
<i>Mimosa regnellii</i> Benth.	2.8571
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	2.8571
<i>Myrceugenia foveolata</i> (O.Berg.) Sobral	2.8571
<i>Myrceugenia scutellata</i> D.Legrand	2.8571
<i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaersk.	2.8571
<i>Nectandra paranaensis</i> Coe-Teixeira	2.8571
<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	2.8571
<i>Picramnia excelsa</i> Kuhl. ex Pirani	2.8571
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	2.8571
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.	2.8571
<i>Richeria grandis</i> Vahl	2.8571
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	2.8571
<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	2.8571
<i>Solanum didymum</i> Dunal	2.8571
<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini	2.8571
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	2.8571
<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.	2.8571
<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	3.4286
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen	3.4286

Espécies	CR
<i>Azara uruguayensis</i> (Speg.) Sleumer	3.4286
<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	3.4286
<i>Callisthene kuhlmannii</i> H.F.Martins	3.4286
<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	3.4286
<i>Duranta vestita</i> Cham.	3.4286
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	3.4286
<i>Esenbeckia hieronymi</i> Engl.	3.4286
<i>Eugenia cambucae</i> Mattos	3.4286
<i>Eugenia nutans</i> O.Berg	3.4286
<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S.O.Grose	3.4286
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	3.4286
<i>Miconia fasciculata</i> Gardner	3.4286
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	3.4286
<i>Mimosa taimbensis</i> Burkart	3.4286
<i>Mollinedia calodonta</i> Perkins	3.4286
<i>Myrcia heringii</i> D.Legrand	3.4286
<i>Myrcia rupicola</i> D.Legrand	3.4286
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	3.4286
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	3.4286
<i>Psidium myrtoides</i> O.Berg	3.4286
<i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	3.4286
<i>Senna pendula</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	3.4286
<i>Sloanea garckeana</i> K.Schum.	3.4286
<i>Terminalia australis</i> Cambess.	3.4286
<i>Trithrinax acanthocoma</i> Drude	3.4286
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	3.4286
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	3.4286
<i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	3.4286
<i>Aegiphila brachiata</i> Vell.	4.0000
<i>Annona maritima</i> (Záchia) H.Rainer	4.0000
<i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn.	4.0000
<i>Brunfelsia pauciflora</i> (Cham. & Schltld.) Benth.	4.0000
<i>Butia eriospatha</i> (Mart. ex Drude) Becc.	4.0000
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	4.0000
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	4.0000
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	4.0000
<i>Eugenia platysema</i> O.Berg	4.0000
<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg	4.0000
<i>Euplassa nebularis</i> Rambo & Sleumer	4.0000
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	4.0000
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	4.0000
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	4.0000
<i>Lonchocarpus subglaucescens</i> Mart. ex Benth.	4.0000
<i>Luetzelburgia guaissara</i> Toledo	4.0000
<i>Miconia chartacea</i> Triana	4.0000

Espécies	CR
<i>Miconia inconspicua</i> Miq.	4.0000
<i>Miconia petropolitana</i> Cogn.	4.0000
<i>Mimosa balduinii</i> Burkart	4.0000
<i>Myrceugenia bracteosa</i> (DC.) D.Legrand &Kausel	4.0000
<i>Myrcia calyptanthoides</i> (O.Berg) Mattos	4.0000
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	4.0000
<i>Myrceugenia seriatoramosa</i> (Kiaersk.) D.Legrand &Kausel	4.0000
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	4.0000
<i>Ossaea angustifolia</i> (DC.) Triana	4.0000
<i>Persea major</i> L.E.Kopp	4.0000
<i>Raulinoreitzia leptophloebia</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	4.0000
<i>Solanum megalochiton</i> Sendtn.	4.0000
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	4.0000
<i>Trixis praestans</i> (Vell.) Cabrera	4.0000
<i>Aegiphila riedeliana</i> Schauer	4.5714
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) A.Juss.	4.5714
<i>Baccharis leucocephala</i> Dusén	4.5714
<i>Calyptanthes obovata</i> Kiaersk.	4.5714
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	4.5714
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	4.5714
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	4.5714
<i>Inga edwallii</i> (Harms) T.D.Penn.	4.5714
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	4.5714
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	4.5714
<i>Miconia brunnea</i> DC.	4.5714
<i>Miconia tristis</i> Spring	4.5714
<i>Myrcia ilheosensis</i> Kiaersk.	4.5714
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	4.5714
<i>Plinia cordifolia</i> (D.Legrand) Sobral	4.5714
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	4.5714
<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P.Lewis & M.P.Lima	4.5714
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	4.5714
<i>Daphnopsis sellowiana</i> Taub.	5.1429
<i>Eugenia melanogyna</i> (D.Legrand) Sobral	5.1429
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg	5.1429
<i>Myrcia flagellaris</i> (D.Legrand) Sobral	5.1429
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N.Silveira	5.1429
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	5.1429
<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	5.1429
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	5.1429
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	5.1429
<i>Solanum compressum</i> L.B.Sm. & Downs	5.1429
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	5.7143
<i>Connarus rostratus</i> (Vell.) L.B.Sm.	5.7143
<i>Critoniopsis quinqueflora</i> (Less.) H.Rob.	5.7143

Espécies	CR
<i>Erythrina cristagalli</i> L.	5.7143
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	5.7143
<i>Eugenia oblongata</i> O.Berg	5.7143
<i>Eugenia sclerocalyx</i> D.Legrand	5.7143
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> Mattos	5.7143
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	5.7143
<i>Marlierea krapovickae</i> D.Legrand	5.7143
<i>Myrcia lajeana</i> D.Legrand	5.7143
<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) Imkhan.	5.7143
<i>Neea pendulina</i> Heimerl	5.7143
<i>Porcelia macrocarpa</i> (Warm.) R.E.Fr.	5.7143
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	5.7143
<i>Schinus lentiscifolius</i> Marchand	5.7143
<i>Symphyopappus lymansmithii</i> B.L.Rob.	5.7143
<i>Symplocos nitidiflora</i> Brand	5.7143
<i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill.	5.7143
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	6.2857
<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	6.2857
<i>Eugenia pruinosa</i> D.Legrand	6.2857
<i>Eugenia speciosa</i> Cambess.	6.2857
<i>Huberia semiserrata</i> DC.	6.2857
<i>Maytenus dasyclada</i> Mart.	6.2857
<i>Miconia ramboi</i> Brade	6.2857
<i>Myrsine parvifolia</i> DC.	6.2857
<i>Pilocarpus pauciflorus</i> A.St.-Hil.	6.2857
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	6.2857
<i>Rauwolfia sellowii</i> Müll.Arg.	6.2857
<i>Solanum paranense</i> Dusén	6.2857
<i>Solanum ramulosum</i> Sendtn.	6.2857
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	6.2857
<i>Tibouchina pilosa</i> Cogn.	6.2857
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	6.8571
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	6.8571
<i>Calypttranthes tricona</i> D.Legrand	6.8571
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	6.8571
<i>Eugenia neosilvestris</i> Sobral	6.8571
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	6.8571
<i>Guettarda uruguayensis</i> Cham. & Schldl.	6.8571
<i>Leandra quinquedentata</i> (DC.) Cogn.	6.8571
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	6.8571
<i>Marlierea reitzii</i> D.Legrand	6.8571
<i>Mollinedia blumenaviana</i> Perkins	6.8571
<i>Psychotria nemorosa</i> Gardner	6.8571
<i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.	6.8571
<i>Rudgea gardenioides</i> (Cham.) Müll.Arg.	6.8571

Espécies	CR
<i>Symplocos estrellensis</i> Casar.	6.8571
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	6.8571
<i>Annona glabra</i> L.	7.4286
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	7.4286
<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.	7.4286
<i>Baccharis oreophila</i> Malme	7.4286
<i>Bauhinia affinis</i> Vogel	7.4286
<i>Bunchosia maritima</i> (Vell.) J.F.Macbr.	7.4286
<i>Citharexylum solanaceum</i> Cham.	7.4286
<i>Coccoloba persicaria</i> Wedd.	7.4286
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	7.4286
<i>Cyathea hirsuta</i> Presl	7.4286
<i>Escallonia bifida</i> Link. & Otto	7.4286
<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	7.4286
<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	7.4286
<i>Myrceugenia venosa</i> D.Legrand	7.4286
<i>Ouratea salicifolia</i> Engl.	7.4286
<i>Piper amalago</i> L.	7.4286
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	7.4286
<i>Symplocos corymboclados</i> Brand	7.4286
<i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Bercht. & J.Presl.	8.0000
<i>Buddleja stachyoides</i> Cham. & Schldtl.	8.0000
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.	8.0000
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	8.0000
<i>Cybianthus peruvianus</i> (A.DC.) Miq.	8.0000
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	8.0000
<i>Escallonia megapotamica</i> Spreng.	8.0000
<i>Eugenia catharinae</i> O.Berg	8.0000
<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	8.0000
<i>Faramea porophylla</i> (Vell.) Müll.Arg.	8.0000
<i>Matayba cristae</i> Reitz	8.0000
<i>Miconia lymanii</i> Wurdack	8.0000
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	8.0000
<i>Myrsine altomontana</i> M.F.Freitas & L.S.Kinoshita	8.0000
<i>Psidium longipetiolatum</i> D.Legrand	8.0000
<i>Rudgea recurva</i> Müll.Arg.	8.0000
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC.	8.0000
<i>Solanum melissarum</i> Bohs	8.0000
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg.	8.5714
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	8.5714
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	8.5714
<i>Baccharis intermixta</i> Gardner	8.5714
<i>Berberis laurina</i> Billb.	8.5714
<i>Calyptanthus rubella</i> (O.Berg) D.Legrand	8.5714
<i>Inga edulis</i> Mart.	8.5714

Espécies	CR
<i>Kaunia rufescens</i> (Lund. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	8.5714
<i>Machaerium vestitum</i> Vogel	8.5714
<i>Myrceugenia reitzii</i> D.Legrand & Kausel	8.5714
<i>Myrsine hermogenesii</i> (Jung-Mend. & Bernacci) M.F.Freitas	8.5714
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	8.5714
<i>Neomitranthes cordifolia</i> (D.Legrand) D.Legrand	8.5714
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.	8.5714
<i>Sloanea lasiocoma</i> K.Schum.	8.5714
<i>Solanum pabstii</i> L.B.Sm. & Downs	8.5714
<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	8.5714
<i>Verbenoxylum reitzii</i> (Moldenke) Tronc.	8.5714
<i>Vernonanthura beyrichii</i> (Less.) H.Rob.	8.5714
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H.Rob.	8.5714
<i>Citronella engleriana</i> (Loes.) R.A.Howard	9.1429
<i>Clethra uleana</i> Sleumer	9.1429
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	9.1429
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	9.1429
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	9.1429
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	9.1429
<i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A.DC.	9.1429
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	9.1429
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	9.1429
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	9.1429
<i>Myrceugenia ovalifolia</i> (O.Berg) Landrum	9.1429
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	9.1429
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	9.1429
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	9.1429
<i>Symplocos glandulosomarginata</i> Hoehne	9.1429
<i>Trichilia silvatica</i> C.DC.	9.1429
<i>Baccharis singularis</i> (Vell.) G.M.Barroso	9.7143
<i>Butia catarinensis</i> Noblick & Lorenzi	9.7143
<i>Croton macrobothrys</i> Baill.	9.7143
<i>Dahlstedtia pentaphylla</i> (Taub.) Burkart	9.7143
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	9.7143
<i>Ilex taubertiana</i> Loes.	9.7143
<i>Miconia valtherii</i> Naudin	9.7143
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	9.7143
<i>Myrsine leuconeura</i> Mart.	9.7143
<i>Plinia pseudodichasiantha</i> (Kiaersk.) G.Barroso ex Sobral	9.7143
<i>Randia ferox</i> DC.	9.7143
<i>Roupala asplenioides</i> Sleumer	9.7143
<i>Rudgea coriacea</i> (Spreng.) K.Schum.	9.7143
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart. ex Miq.	9.7143
<i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme	10.2857
<i>Eugenia catharinensis</i> D.Legrand	10.2857

Espécies	CR
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché	10.2857
<i>Maytenus boaria</i> Molina	10.2857
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	10.2857
<i>Ocotea daphnifolia</i> (Meisn.) Mez	10.2857
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	10.2857
<i>Psidium ovale</i> (Spreng.) Burret	10.2857
<i>Roupala meisneri</i> Sleumer	10.2857
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	10.2857
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	10.8571
<i>Maytenus glaucescens</i> Reissek	10.8571
<i>Maytenus officinalis</i> Mabb.	10.8571
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	10.8571
<i>Solanum rufescens</i> Sendtn.	10.8571
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	10.8571
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	10.8571
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	10.8571
<i>Agarista niederleinii</i> (Sleumer) Judd	11.4286
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	11.4286
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	11.4286
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	11.4286
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	11.4286
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	11.4286
<i>Myrciaria plinioides</i> D.Legrand	11.4286
<i>Solanum reitzii</i> L.B.Sm. & Downs	11.4286
<i>Vasconcellea quercifolia</i> A.St.-Hil.	11.4286
<i>Baccharis calvescens</i> DC.	12.0000
<i>Chionanthus trichotomus</i> (Vell.) P.S.Green	12.0000
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	12.0000
<i>Eugenia neomyrtifolia</i> Sobral	12.0000
<i>Ficus eximia</i> Schott	12.0000
<i>Inga subnuda</i> Salzm. ex Benth.	12.0000
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	12.0000
<i>Nectandra leucantha</i> Nees	12.0000
<i>Nectandra puberula</i> (Schott) Nees	12.0000
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez	12.0000
<i>Ocotea lanata</i> (Nees & Mart.) Mez	12.0000
<i>Persea alba</i> Nees	12.0000
<i>Sebastiania argutidens</i> Pax & K.Hoffm.	12.0000
<i>Seguiera americana</i> L.	12.0000
<i>Spirotheca rivieri</i> (Decne.) Ulbr.	12.0000
<i>Symphyopappus itatiayensis</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	12.0000
<i>Tibouchina reitzii</i> Brade	12.0000
<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	12.5714
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	12.5714
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	12.5714

Espécies	CR
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	12.5714
<i>Eugenia convexinervia</i> D.Legrand	12.5714
<i>Leandra acutiflora</i> Cogn.	12.5714
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	12.5714
<i>Myrsine venosa</i> A.DC.	12.5714
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	12.5714
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltld.) Wawra	12.5714
<i>Weinmannia humilis</i> Engl.	12.5714
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	13.1429
<i>Aegiphila obducta</i> Vell.	13.1429
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	13.1429
<i>Cyathea gardneri</i> Hook.	13.1429
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	13.1429
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Legrand) D.Legrand	13.1429
<i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez	13.1429
<i>Ouratea vaccinioides</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Engl.	13.1429
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltld.	13.1429
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	13.1429
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	13.1429
<i>Calyptranthes pileata</i> D.Legrand	13.7143
<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.) Nevling	13.7143
<i>Eugenia florida</i> DC.	13.7143
<i>Eugenia kleinii</i> D.Legrand	13.7143
<i>Eugenia umbelliflora</i> O.Berg	13.7143
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	13.7143
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	13.7143
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	13.7143
<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	13.7143
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	13.7143
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	14.2857
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.J.Mill.	14.2857
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	14.2857
<i>Marlierea obscura</i> O.Berg	14.2857
<i>Myrceugenia pilotantha</i> (Kiaersk.) Landrum	14.2857
<i>Ocotea vaccinioides</i> (Meisn.) Mez	14.2857
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	14.2857
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst.	14.2857
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	14.2857
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	14.8571
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	14.8571
<i>Leandra carassana</i> (DC.) Cogn.	14.8571
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	14.8571
<i>Leandra regnellii</i> (Triana) Cogn.	14.8571
<i>Mollinedia uleana</i> Perk.	14.8571
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	14.8571

Espécies	CR
<i>Myrcia oligantha</i> O.Berg	14.8571
<i>Myrsine lineata</i> (Mez) Imkhan.	14.8571
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	14.8571
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	14.8571
<i>Sessea regnellii</i> Taub.	14.8571
<i>Ardisia guyanensis</i> (Aubl.) Mez	15.4286
<i>Calypttranthes strigipes</i> O.Berg	15.4286
<i>Cordia silvestris</i> Fresen.	15.4286
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	15.4286
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.Schulz	15.4286
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	15.4286
<i>Leandra barbinervis</i> (Cham. ex Triana) Cogn.	15.4286
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	15.4286
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	15.4286
<i>Myrcia undulata</i> O.Berg	15.4286
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	15.4286
<i>Psychotria laciniata</i> Vell.	15.4286
<i>Solanum variabile</i> Mart.	15.4286
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	16.0000
<i>Brosimum glazioui</i> Taub.	16.0000
<i>Eugenia bacopari</i> D.Legrand	16.0000
<i>Geonoma meridionalis</i> Lorenzi	16.0000
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	16.0000
<i>Miconia budlejoides</i> Triana	16.0000
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	16.0000
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	16.0000
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	16.0000
<i>Weinmannia discolor</i> Gardner	16.0000
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	16.5714
<i>Solanum campaniforme</i> Roem. & Schult.	16.5714
<i>Styrax acuminatus</i> Pohl	16.5714
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	17.1429
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	17.1429
<i>Eugenia cereja</i> D.Legrand	17.1429
<i>Eugenia stigmatoria</i> DC.	17.1429
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	17.1429
<i>Ocotea mandioccana</i> A.Quinet	17.1429
<i>Siphoneugena reitzii</i> D.Legrand	17.1429
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart. ex Miq.	17.1429
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	17.1429
<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	17.7143
<i>Cinnamomum hatschbachii</i> Vattimo-Gil	17.7143
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	17.7143
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	17.7143
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	17.7143

Espécies	CR
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	17.7143
<i>Bauhinia forficata</i> Link	18.2857
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	18.2857
<i>Campomanesia reitziana</i> D.Legrand	18.2857
<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & Bouché	18.2857
<i>Inga sellowiana</i> Benth.	18.2857
<i>Myrcia dichrophylla</i> D.Legrand	18.2857
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	18.2857
<i>Solanum bullatum</i> Vell.	18.2857
<i>Baccharis dentata</i> (Vell.) G.Barroso	18.8571
<i>Baccharis semiserrata</i> DC.	18.8571
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	18.8571
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	18.8571
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	18.8571
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	18.8571
<i>Myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum	18.8571
<i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner	18.8571
<i>Piper cernuum</i> Vell.	18.8571
<i>Alseis floribunda</i> Schott	19.4286
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	19.4286
<i>Myrceugenia campestris</i> (DC.) D.Legrand & Kausel	19.4286
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	19.4286
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	19.4286
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	20.0000
<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand	20.0000
<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D.Legrand & Kausel	20.0000
<i>Piptocarpha densifolia</i> Dusén	20.0000
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	20.0000
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	20.0000
<i>Vantanea compacta</i> (Schnizl.) Cuatrec.	20.0000
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	20.0000
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	20.5714
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Miq.	20.5714
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	20.5714
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	20.5714
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	20.5714
<i>Mouriri chamissoana</i> Cogn.	20.5714
<i>Myrcia richardiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	20.5714
<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	20.5714
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	20.5714
<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs	20.5714
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	20.5714
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	21.1429
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	21.1429
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	21.1429

Espécies	CR
<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	21.1429
<i>Sequiaria langsdorffii</i> Moq.	21.1429
<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	21.1429
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	21.7143
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	21.7143
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	21.7143
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	21.7143
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	21.7143
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	21.7143
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	22.2857
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	22.2857
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	22.2857
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand	22.2857
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	22.2857
<i>Piptocarpha regnellii</i> (Sch.Bip.) Cabrera	22.2857
<i>Symplocos pentandra</i> (Mattos) Occhioni ex Aranha	22.2857
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	22.8571
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	22.8571
<i>Mollinedia triflora</i> (Spreng.) Tul.	22.8571
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	23.4286
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	23.4286
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	23.4286
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	23.4286
<i>Abarema langsdorffii</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	24.0000
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	24.0000
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart. ex Nees) Kosterm.	24.0000
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	24.0000
<i>Inga lentiscifolia</i> Benth.	24.0000
<i>Inga virescens</i> Benth.	24.0000
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	24.0000
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	24.0000
<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	24.0000
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S.Green	24.5714
<i>Coccoloba warmingii</i> Meisn.	24.5714
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	24.5714
<i>Marlierea silvatica</i> (O.Berg) Kiaersk.	24.5714
<i>Persea venosa</i> Nees	24.5714
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.	24.5714
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W.Grimes	25.1429
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	25.1429
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	25.1429
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	25.1429
<i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand	25.1429
<i>Inga striata</i> Benth.	25.1429
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	25.1429

Espécies	CR
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	25.7143
<i>Bactris setosa</i> Mart.	25.7143
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	25.7143
<i>Myrceugenia ovata</i> (Hook. & Arn.) O.Berg	25.7143
<i>Cestrum bracteatum</i> Link & Otto	26.2857
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	26.2857
<i>Piper aduncum</i> L.	26.2857
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	26.2857
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	26.8571
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	26.8571
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	26.8571
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	27.4286
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	27.4286
<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.	27.4286
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	27.4286
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	28.0000
<i>Banara tomentosa</i> Clos	28.0000
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	28.0000
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	28.0000
<i>Eugenia uniflora</i> L.	28.0000
<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (D.Legrand & Kausel) D.Legrand	28.0000
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Triana	28.0000
<i>Ocotea urbaniana</i> Mez	28.0000
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	28.0000
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	28.0000
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H.Rob.	28.0000
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	28.0000
<i>Buchenavia kleinii</i> Exell	28.5714
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	28.5714
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	28.5714
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	28.5714
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	28.5714
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	28.5714
<i>Ocotea pulchra</i> Vattimo-Gil	28.5714
<i>Annona neosericea</i> H.Rainer	29.1429
<i>Calyptanthes grandifolia</i> O.Berg	29.1429
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	29.1429
<i>Inga vera</i> Willd.	29.1429
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	29.1429
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	29.1429
<i>Persea willdenowii</i> Kosterm.	29.1429
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	29.7143
<i>Annona cacans</i> Warm.	29.7143
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	29.7143
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	29.7143

Espécies	CR
<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	29.7143
<i>Leandra dasytricha</i> (A.Gray) Cogn.	29.7143
<i>Lithrea brasiliensis</i> Marchand	29.7143
<i>Ocotea nectandrifolia</i> Mez	29.7143
<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	29.7143
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	29.7143
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	30.2857
<i>Ficus cestrifolia</i> Schott ex Spreng.	30.2857
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	30.2857
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	30.2857
<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	30.2857
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	30.2857
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	30.2857
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	30.2857
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	30.2857
<i>Myrcia hebetata</i> DC.	30.8571
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	30.8571
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	30.8571
<i>Ouratea parviflora</i> (DC.) Baill.	30.8571
<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	30.8571
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	31.4286
<i>Myrcia palustris</i> DC.	31.4286
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	31.4286
<i>Cryptocarya mandioccana</i> Meisn.	32.0000
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	32.0000
<i>Eugenia brevistyla</i> D.Legrand	32.0000
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	32.0000
<i>Hennecartia omphalandra</i> J.Poiss.	32.0000
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Eichler	32.0000
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	32.5714
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd.& Fisch.) Domin	32.5714
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	32.5714
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	32.5714
<i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichler	33.1429
<i>Eugenia beaurepaireana</i> Cambess.	33.1429
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D.Legrand	33.1429
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	33.1429
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	33.1429
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.	33.1429
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	33.1429
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	33.7143
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D.Jackson	34.2857
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	34.2857
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	34.2857
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	34.2857

Espécies	CR
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	34.2857
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	34.8571
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	34.8571
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	34.8571
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	34.8571
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	34.8571
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	34.8571
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	34.8571
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	34.8571
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	35.4286
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	35.4286
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	36.0000
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	36.0000
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	36.0000
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	36.0000
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	36.0000
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	36.5714
<i>Myrcia tijucensis</i> Kiaersk.	36.5714
<i>Phytolacca dioica</i> L.	36.5714
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	37.1429
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	37.7143
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	37.7143
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	37.7143
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	38.2857
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	38.2857
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	38.8571
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	38.8571
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	38.8571
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	38.8571
<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A.Juss.	39.4286
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	39.4286
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	40.0000
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	40.0000
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	40.0000
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	40.5714
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	40.5714
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	41.1429
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	41.1429
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	41.1429
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	41.1429
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	41.7143
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	41.7143
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	41.7143
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	41.7143
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	42.2857

Espécies	CR
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	42.2857
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	42.2857
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén	42.2857
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	42.8571
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl	42.8571
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	43.4286
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	43.4286
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	44.0000
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	44.5714
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	45.1429
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	45.7143
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	46.2857
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	46.8571
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	46.8571
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	47.4286
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	47.4286
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	48.0000
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	48.5714
<i>Gutteria australis</i> A.St.-Hil.	48.5714
<i>Matayba intermedia</i> Radlk.	48.5714
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	49.1429
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	49.1429
<i>Inga marginata</i> Willd.	49.1429
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	49.1429
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	49.7143
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	50.2857
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	50.2857
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	50.2857
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	50.8571
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	51.4286
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	51.4286
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	52.5714
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer	52.5714
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	53.7143
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	53.7143
<i>Roupala montana</i> Aubl.	58.2857
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	58.8571
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	59.4286
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	59.4286
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	60.0000
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	60.0000
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	60.5714
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	63.4286
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	64.5714
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	66.8571

Espécies	CR
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	67.4286
<i>Clethra scabra</i> Pers.	68.0000
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	68.5714
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	69.1429
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	69.1429
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	71.4286
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	72.0000
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	72.5714
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	74.2857
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	74.8571
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	75.4286
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	76.0000
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Hieron. ex Niederl.	78.8571
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	78.8571
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	78.8571
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	78.8571
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	85.1429

APÊNDICE 2. Modelos específicos de distribuição potencial de espécies indicadoras das ecorregiões de Santa Catarina, Brasil.

