UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

SECRETARIA DE PÓS-GRADUAÇÃO I.B.

LEONARDO DIAS MEIRELES

ESTUDOS FLORÍSTICOS, FITOSSOCIOLÓGICOS E FITOGEOGRÁFICOS EM FORMAÇÕES VEGETACIONAIS ALTIMONTANAS DA SERRA DA MANTIQUEIRA MERIDIONAL, SUDESTE DO BRASIL

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a) Leonardo Dias Meireles

e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia para obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal.

George John Shepherd

Orientador

CAMPINAS, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP

M478e

Meireles, Leonardo Dias
Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil / George John Sheperd. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: George John Shepherd.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Ecossistemas. 2. Campos de altitude. 3. Floresta alto-montana. 4. Quaternário tardio. 5. Fitogeografia. I. Shepherd, George John. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

(rcdt/ib)

Título em inglês: Floristic, phytossociology and phytogeography of the high-altitude vegetation of Serra da Mantiqueira Meridional, southeastern Brazil.
Palavras-chave em inglês: Ecosystems; High-altitude grasslands; Upper montane forest; Late quaternary; Phytogeography.
Área de concentração: Biologia Vegetal.
Titulação: Doutor em Biologia Vegetal.
Banca examinadora: George John Shepherd, Rafael Silva Oliveira, Fresia Soledad Ricardi Torres Branco, Ingrid Koch, Ary Teixeira de Oliveira Filho.
Data da defesa: 27/11/2009.
Programa de Pós-Graduação: Biologia Vegetal.

DATA DA DEFESA: 27/11/2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George John Shepherd

Prof. Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho

Profa. Dra. Fresia Soledad Ricardi Torres Branco

Profa. Dra. Ingrid Koch

Prof. Dr. Rafael Silva de Oliveira

Dra. Roseli Buzzaneli Torres

Profa. Dra. Kikyo Yamamoto

Profa. Dra. Luiza Sumiko Kinoshita

Dedico essa tese ao Sr. Tito Lívio Meireles (*in memoriam*) pelo carinho e dedicação à nossa família e pelos ensinamentos compartilhados, ética, otimismo, crédito ao próximo, e por ter se maravilhado com a natureza e a necessidade da sua proteção, ao meu pai dedico.

Ao convívio, às montanhas e à Serra Fina!

E se leopardos e tigres
Convivessem

E se no mundo houvesse
Lonjuras de cordas
Para amarrar torres vastas
(as incansáveis crias do desejo)

E se águas não fossem molhadas
E o que fosse montanha
Ao invés de altura
Se fizesse rasa

Se o fogo não tragasse
Sua própria espessura
E a lucidez perfeita
não fosse embriaguez

Do teu excesso
E da minha loucura
Um caminho adequado
Em direção a Deus

Hilda Hilst



Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido;

À minha família pela paciência, compreensão e ao apoio irrestrito e incondicional, em vários momentos da elaboração deste projeto e tese, em especial à minha mãe, Sra. Magda Dias de Oliveira Meireles, meu irmão, Sr. Rodrigo Dias Meireles e a Sra. Maria de Lourdes Dias de Oliveira, e também pelo financiamento concedido;

Ao Senhor Professor Doutor George John Shepherd pela amizade, orientação e ensinamentos e por ter sugerido que elaborássemos uma tese em um local de beleza extraordinária;

À Dra. Ingrid Koch companheira e co-orientadora informal nesses vários anos de trabalho;

Ao Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) pelo aporte físico e técnico disponibilizado e pelo agradável período no qual estivemos juntos;

Ao Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly pelo apoio concedido e confiança depositada;

Ao Dr. Anderson Townsend Peterson pelo suporte científico e dados disponibilizados;

Aos professores do Departamento de Botânica (Biologia Vegetal) da Universidade Estadual de Campinas pela disponibilidade e ensinamentos adquiridos;

À Profa. Dra. Luiza Sumiko Kinoshita e ao Prof. Dr. João Semir pela amizade, compreensão e aconselhamentos;

Ao Sr. José Augusto Nunes (Guto) pela amizade nesses anos e ter-me guiado pela Serra Fina, junto com o Sr. José de Oliveira Costa Neto (Zeca) e o Sr. Thiago Rodrigues Cordeiro, e nesta empreitada o Ms. Guilherme Gurian Castanho e Ms. Marcelo Monge Egea, companheiros em algumas viagens em uma das travessias de maior dificuldade do território brasileiro, um agradecimento especial!

Ao Dr. Cristiano Mazur Chiessi e Ms. Lorenzo Giuliano Bagini pelo apoio logístico durante o início da execução deste projeto;

Ao Sr. Cesar Saullo e Sra. Suzana Saullo e família e aos familiares do Sr. José Augusto Nunes e do Sr. José de Oliveira Costa Neto pela estadia agradável em Passa Quatro;

Ao Dr. Aristônio Magalhães Teles e o Ms. Gustavo Heiden pela disponibilidade em descrever duas das novas espécies coletadas durante as coletas realizadas na Serra Fina;

À Ms. Cátia Urbanetz, Ms. Alexandre Falanga Colombo e Ms. Elisa Hardt Alves Vieira pelo auxílio e disponibilidade em ajudar-me em momentos distintos dessa tese;

Aos taxonomistas do Instituto de Botânica de São Paulo, da Universidade de São Paulo, do Jardim

Botânico do Rio de Janeiro, da Universidade Estadual de Londrina, da Universidade Federal do Paraná, da Universidade Federal de Minas Gerais, da Universidade Estadual de Feira de Santana, Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Universidade Estadual de Campinas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP, Universidade Federal de Viçosa, Instituto Florestal de São Paulo, Instituto Agronômico de Campinas, Universidade Santa Úrsula pela disponibilidade em identificar os materiais coletados;

Aos pesquisadores Dra. Suzana Maria de Salis, Dr. Franklin Galvão, Dra. Ana Odete Santos Vieira, Dr. Renato Goldenberg, Dr. José Rubens Pirani, Dr. Thomas Michael Levinsohn, Dra. Samantha Koehler, Dr. Daniel de Barcellos Falkenberg, Dr. Denilson Fernandes Peralta, Dr. Sergius Gandolfi, Dr. Leandro Freitas, Dra. Marlies Sazima, Dr. Jorge Yoshio Tamashiro, Ms. Gustavo Hiroaki Shimizu, Ms. Alexandre Lorenzetto, Dr. Hermann Behling, Dr. Marco Aurélio Leite Fontes, Dr. Ricardo José Francischetti Garcia, Ms. Roberta Macedo Cerqueira, Dra. Rosemary de Jesus Oliveira, Dr. André Olmos Simões, Dr. Alexandre Antonelli, Dra. Alessandra Nasser Caiafa pelo envio ou empréstimo de publicações utilizadas neste trabalho;

Dra. Flavia Natércia da Silva Medeiros pela amizade e companheirismo, seja ao revisar textos ou me convencer da necessidade em permanecer forte e íntegro durante as adversidades;

À Dra. Mariana Esteves Mansanares, Dra. Karin dos Santos, Ms. Juliana Sampaio Farinaci, Ms. Debora Pignatari Ducker, Ms. Luís Pedro da C. P. de Figueiredo e Almeida e Dra. Lidyanne Yuriko Saleme Aona pela amizade, incentivo e apoio em vários momentos ao longo desses anos;

Ao Ms. André dos Santos Bragança Gil e Ms. Roberta Macedo Cerqueira e familiares pela amizade e alegrias compartilhadas e terem me ajudado incondicionalmente nos momentos de maior dificuldade;

Ao Ms. Eduardo Matzenbacher Bittar e o Sr. Leonardo Tremeschin de Souza pela amizade, atenção, apoio e morada agradável e à Sra. Carolina Magalhães, Sra. Fernanda Pereira, Sr. Bruno Carmo, Sr. Gilberto Basseto, Sr. Thiago Meireles e Sr. Vagner Salzani pelo apoio e diversão inesquecíveis,

Aos amigos, Dra. Ana Paula Santos Gonçalves, Ms. Cátia Urbanetz, Dr. Itayguara Ribeiro Costa, Dr. Carla Magioni Fracasso, Dr. Fabiana Firetti, Dr. Rubens Samuel de Ávila Júnior, Dr. Juan Domingo Urdampilleta, Dr. Cristiano Franco Verola, Dra. Julie H. A. Dutilh, Dr. Márcia Alexandra Rocca de Andrade, Dr. Fabiano Michelleto Scarpa, pelo apoio e anos de convívio memoráveis;

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia da Unicamp, Ms. João Luiz Mazza Aranha-Filho, Ms. Karina Findanza Rodrigues, Ms. Marcelo Monge Egea, Ms. Gustavo Shimuzu, Ms. Thiago Domingos Mouzinho Barbosa, Ms. Ricardo Bertoncello, Ms. Renata Souza de Oliveira, Ms. Marcela F. da Silveira,

Ms.Rosemeri Morokawa, Dra. Leila Fumyio Yamamoto, Dra. Ana Paula Fortuna-Perez, Ms. Edson Dias Silva e do Laboratório de Ecologia Vegetal, Dr. Roque Cielo Filho, Ms. Jane Polo, Dra. Aneliza de Almeida Miranda Neto, Ms. Rafael Carvalho da Costa, Ms. Nívea Dias dos Santos, Ms. Arildo de Souza Dias, Ms. Larissa de Souza Pereira, Ms. André Luis Casarin Rochelli, Ms. Bruno Almozora Aranha, Ms. Carolina Bernucci Virillo, Ms. Guilherme Henrique Aguirre, Ms. Cristiane E. Corrêa, Ms. Juliano Van Mellis, Ms. Leandro Tavares Vieira, Ms. Fabíola Merendoni, Dr. Érico Fernando L. Pereira-Silva, do Laboratório de Anatomia e Biossistemática, Dra. Maria Carolina Scatolin do Rio, Ms. Carla Vaccari Vilalba Ferreira, Ms. Sandra Heliany Obando Pólo, Dra. Divina Aparecida Anunciação Vilhalva, Dr. Shesterson Aguiar, Dra. Vanessa Mancusso, Dr. Mardiore Tanara Pinheiro do Santos, pelo convívio saudável em nosso departamento;

À Sra. Miti K. Urbanetz e ao Sr. Jorge C. Urbanetz pela disposição em receber-me;

Ao Sr. José Oswaldo Guimarães e amigos pelos encontros aprazíveis;

Aos amigos lafaietenses, em especial à Sra. Simone Ottoni de Oliveira, Sra. Nilcyane Moreira Siqueira, Ms. Albina Luciani Albuquerque Pereira e a família Barbosa pelo apoio à distância;

Aos amigos da Casa São Jorge e do Super Bacana por terem tornado Barão Geraldo mais amigável e divertida;

Aos professores e amigos da Academia Atlex e às professoras Paula e Lia pelo trabalho físico-psicológico que me tanto me ajudou ao longo desta tese;

Aos profissionais da Força Tarefa Mantiqueira, da Ong Oikos e do Instituto Florestal do Estado de São Paulo pela atuação para a conservação dos campos de altitude e criação de unidades de conservação ao longo da Serra da Mantiqueira;

Aos funcionários do Departamento de Botânica (Biologia Vegetal), do Herbário UEC, da Biblioteca do Instituto de Biologia e da Pós-Graduação em Biologia Vegetal pela ajuda e disponibilidade ao longo desses anos;

Às Professoras Dra. Eliana Regina Forni Martins e Dra. Sandra Maria Carmello Guerreiro pela atenção disponibilizada durante o processo de defesa;

Aos membros da pré-banca e banca pela revisão criteriosa;

A todos aqueles com os quais compartilhei algo de bom durante esses anos;

MUITO OBRIGADO!!!

ÍNDICE

Resumo 1
Abstract 2
Introdução Geral 3
Referências Bibliográficas 13

Capítulo 1

Vegetação, flora e distribuição geográfica das espécies vegetais ocorrentes nas formações vegetacionais altimontanas da Serra Fina, Mantiqueira Meriodional, Sudeste do Brasil

Resumo 16
Abstract 17
Introdução 18
Materiais e Métodos 20
Resultados 25
Discussão 29
Referências Bibliográficas 64

Capítulo 2

A Floresta Nebular do Pico do Capim Amarelo, Serra Fina (MG, SP, RJ): estrutura comunitária e comparação com outras florestas montanas e alto-montanas do sul e sudeste brasileiros

Resumo 70
Abstract 71
Introdução 72
Materiais e Métodos 75
Resultados 80
Discussão 84
Referências Bibliográficas 106

Capítulo 3

Análise da similaridade florística entre florestas alto-montanas e montanas atlânticas do sul e sudeste brasileiros

Resumo 115
Abstract 116
Introdução 117
Materiais e Métodos 121
Resultados 125
Discussão 132
Referências Bibliográficas 163

Capítulo 4

Impactos das mudanças climáticas do Quaternário Tardio na distribuição geográfica de espécies florestais montanas atlânticas

Resumo 171
Abstract 172
Introdução 174
Materiais e Métodos 177
Resultados 181
Discussão 184
Referências Bibliográficas 238

Anexo 1

A new species of *Senecio* (Asteraceae: Senecionae) f**rom Southeastern Brazil**

Abstract 243
Resumo 243
Introduction 244
Description 245
Discussion 247
Acknowledgments 247

Literature Cited 250

Anexo 2

A new dwarf-shrubby species of *Baccharis* subg. Baccharis (Asteraceae, Astereae) f**rom Southeastern Brazil**

Abstract 252
Resumo 252
Introduction 253
Description 253
Discussion 255
Acknowledgments 256
Literature Cited 258

Anexo 3

Modelos de distribuição geográfica de espécies com ocorrência disjunta entre o sul e sudestes brasileiros

Introdução 259
Materiais e Métodos 259
Resultados 260
Discussão 260
Referências 261

RESUMO

A Serra Fina é o nome de umas das áreas da Serra da Mantiqueira Meridional, uma cadeia montanhosa na divisa geográfica entre Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. A Serra Fina compreende um dos maciços de rochas alcalinas que forma uma das áreas de maior altitude dessa região com mais de 2.500 metros de altitude em vários locais. Ela apresenta um destacado gradiente altitudinal que permite a ocorrência de diferentes formações vegetacionais altimontanas. Sua vegetação apresenta-se ainda relativamente conservada, mas pouquíssimo conhecida. Nós objetivamos analisar a composição florística de suas formações vegetacionais altimontanas, descrever a estrutura fitossociológica das florestas nebulares, verificar a similaridade dessa floresta com outras florestas montanas brasileiras e verificar como mudanças climáticas quaternárias influenciaram a distribuição geográfica das espécies que as compõem. Nos campos de altitude, matas de candeias e nas florestas nebulares foram coletadas 393 espécies das quais sete são provavelmente novas para a ciência. As famílias Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Orchidaceae e Ericaceae apresentaram as maiores riquezas específicas. Duas espécies novas da família Asteraceae restritas aos campos de altitude acima de 2.500 metros de altitude foram descritas e ilustradas e as demais necessitam de estudos detalhados por especialistas. A riqueza específica amostrada denota a importância das áreas de altitude na diversidade da Floresta Atlântica e denotam a importância fitogeográfica da Serra Fina por apresentar um grande número de espécies endêmicas ou com distribuição geográfica restrita e comportar espécies com fortes relações com a flora dos Andes, oeste da América do Sul. As florestas apresentaram características típicas de florestas nebulares como menor riqueza, elevada densidade e um dossel reduzido. Myrsinaceae, Myrtaceae, Symplocaceae e Cunoniaceae foram as famílias de maior valor de importância. As florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira apresentaram alta similaridade florística com florestas nebulares sulinas e em parte com as florestas alto-montanas do interior de Minas Gerais e do topo da Serra do Mar em São Paulo, que apresentam uma composição florística relativamente diferenciada. A similaridade dessas florestas com florestas em altitudes mais baixas é relativamente menor. Os modelos de distribuição potencial para espécies florestais montanas destacaram intensas modificações na área de ocupação dessas espécies em cenários climáticos para o Quaternário Tardio e sugerem que estas espécies possam ter ocorrido em altitudes e latitudes menores e longitudes maiores do que atualmente observado. Esses resultados sugerem que florestas com composição florística similar às atuais florestas alto-montanas possam ter ocupado uma área mais extensa no passado, formando em algumas regiões florestas mais extensas que foram posteriormente fragmentadas e confinadas ao topo de cadeias montanhosas na região leste ao sul do Brasil.

ABSTRACT

The “Serra Fina” is the name given to a block of the Serra da Mantiqueira, a mountain chain that forms the boundary between the states of Minas Gerais, São Paulo, and Rio de Janeiro, southeastern Brazil. The Serra Fina largely corresponds to a massif of alkaline rocks and forms the highest part of the range, rising to more than 2500m at several points. It offers an exceptionally extensive altitudinal gradient, with the occurrence of several high-montane vegetation formations. These formations are still relatively well-conserved, but are very poorly known. The main objectives of the present study were to analyze the floristic composition of some of the high-montane vegetation types, describe and analyze the phytosociological structure of the cloud forests, determine the degree of similarity between these forests and other montane forests in Brazil and to investigate possible explanations of the patterns seen, especially with regard to climate changes in the quaternary. A total of 393 species, of which seven are probably new to science, were collected in the grasslands, “candeia” scrub and cloud forests. The greatest species-level richness was found in the families Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Orchidaceae and Ericaceae. Two new species of Asteraceae, confined to grasslands above 2500m have been described and illustrated, and the remainder await more detailed studies by specialists. The species richness encountered demonstrates the importance of the contribution of high altitude areas to the overall diversity of the Atlantic Forest of eastern Brazil, and the phytogeographic importance of the Serra Fina with a large number of endemic species or species with restricted distributions with strong links to the Andean flora of western South America. The forests showed a number of characteristics typical of cloud forests, such as low richness, high density and a reduced canopy, with Myrsinaceae, Myrtaceae, Symplocaceae and Cunoniaceae as the most important families. The Serra da Mantiqueira upper montane forests showed their greatest floristic similarity to be with the cloud forests of southern Brazil and to some extent with the upper montane forests of the interior of Minas Gerais and the crest of the coastal range (“Serra do Mar”) in São Paulo, though with a somewhat differentiated floristic composition. Similarities with the surrounding forest matrix at lower altitudes were much less. Models of potential distribution for montane forest species using scenarios for Late Quaternary conditions suggest that extensive modifications of currently observed distributions are likely to have occurred, with many species occupying much lower altitudes and latitudes, together with much greater longitudes. These results suggest that forests similar in composition to current upper montane forests may have occupied much more extensive areas in the past, forming an almost continuous forest that has subsequently been fragmented and confined to high mountain areas in the east-south Brazil.

Introdução Geral

Montanhas se formam a partir de diferentes processos tectônicos e destacam-se na paisagem de forma imponente, intrigante e misteriosa. Inseridas em diferentes regiões florísticas do globo, representam refúgios e corredores para migrações regionais e continentais e freqüentemente apresentam uma diversidade vegetal mais rica do que as terras baixas adjacentes (Körner 1999). Devido à combinação de fatores como a altitude, a topografia, variáveis edáficas e climáticas verifica-se nos topos de cadeias montanhosas a ocorrência de ambientes diferenciados e formações vegetacionais específicas (Morton 1972, Smith & Young 1987, Martinelli 2007). A riqueza de ambientes associada a fatores abióticos e bióticos propiciam locais favoráveis à especiação, que proporcionam uma elevada riqueza de espécies, muitas endêmicas ou com distribuição geográfica restrita a ambientes montanhosos (Chaverri-Polini 1998, Safford 1999).

Embora existam cadeias montanhosas extensas, montanhas podem se distribuir de forma isolada como se fossem ilhas emergentes sobre planícies (Martinelli 2007). A distribuição descontínua de montanhas ou de seus cumes promove o isolamento de espécies e pode restringir o fluxo gênico e a conectividade entre populações inter-cruzantes (Barbará *et al*. 2007). Este isolamento favorece processos de especiação alopátrica, favorecendo a ocorrência de endemismos, adaptações fisiológicas e morfológicas específicas às condições ambientais limitantes impostas pelo aumento da altitude (Chaverri-Polini 1998, Martinelli 2007). A distribuição descontínua de montanhas, num determinado cenário geográfico, pode ser comparável ao funcionamento de ilhas oceânicas, o que as tornam um modelo adequado para testar teorias como a de biogeografia de ilhas de MacArhtur & Wilson (Morton 1972, Almeida *et al*. 2004, Martinelli 2007).

Montanhas também podem funcionar como barreiras geográficas efetivas para a distribuição de espécies das terras baixas, principalmente nos trópicos. Janzen (1967) verificou que, em altitudes equivalentes, a variação anual da temperatura ambiental nos trópicos é relativamente mais baixa do que nas regiões temperadas. Janzen (1967) supôs que organismos tropicais das terras baixas seriam mais susceptíveis às barreiras fisiológicas impostas por montanhas para sua dispersão, favorecendo distribuições geográficas menores e substituição de espécies ao longo de gradientes altitudinais (Ghalambor *et al*. 2006). A menor variação climática nas regiões tropicais reduziria a sobreposição sazonal entre os regimes térmicos das terras baixas e de altas altitudes, selecionando organismos com tolerâncias fisiológicas mais estreitas em relação à temperatura (Janzen 1967).

Montanhas permitem a ocorrência de gradientes altitudinais que promovem mudanças climáticas que interferem fortemente na estrutura e fisionomia da vegetação que as recobrem

(Whitmore 1998). A altitude é um dos principais gradientes ambientais indiretos capazes de influenciar no crescimento dos vegetais e propiciar substituição florística em diferentes níveis hierárquicos (Austin *et al.* 1984, Pendry & Proctor 1997). A variação da pressão atmosférica ao longo de gradientes altitudinais seria o principal fator diferencial entre os climas das terras baixas e os de montanhas (Schimper 1964). A influência da altitude na diversificação climática é complexa, estando o decréscimo da pressão atmosférica e da temperatura, assim como o acréscimo da velocidade do vento e da radiação solar relacionados ao seu aumento. Uma tendência geral para maiores taxas de precipitação e nebulosidade também é verificada em áreas elevadas, favorecida pela umidade relativa do ar que tende a aumentar e o déficit de pressão do vapor que tende a diminuir, influenciados ainda pela latitude e o relevo local (Jones 1992).

Nos Neotrópicos, as regiões montanhosas comportam cerca de 45.000 espécies de angiospermas, que representam cerca de 20% das espécies de vegetais superiores, constituindo um dos grandes centros de diversidade deste táxon no mundo (Churchill *et al.* 1995). Na América do Sul, a Cordilheira dos Andes, o Planalto das Guianas, a Serra da Mantiqueira, a Serra do Mar, a Serra Geral, a Cadeia do Espinhaço e o Maciço Goiano, representam cadeias montanhosas que ultrapassam 1.000 metros de altitude, nas quais podemos observar complexos vegetacionais montanos. Essas cadeias montanhosas e planaltos estão inseridos em diferentes biomas e circundados por formações vegetacionais distintas que influenciam na composição florística dos tipos vegetacionais locais. A continentalidade e amplitude latitudinal são fatores que também proporcionam uma maior ou menor diversidade de formações vegetacionais e riqueza de espécies em regiões montanhosas (Gentry 1995).

No Sudeste Brasileiro, a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira destacam-se como duas importantes cadeias montanhosas que influenciaram fortemente o relevo e a circulação das massas de ar nesta região (Figura 1). A Serra da Mantiqueira representa o orobioma mais frio ao leste da América do Sul e em conjunto com a Serra do Mar constituem o sistema montanhoso com a feição orográfica mais destacada da borda atlântica sul-americana (Almeida & Carneiro 1998, Moreira & Camelier 1977, Safford 1999). Essas cadeias de montanhas possuem rochas datadas para o Pré-Cambriano que foram posteriormente modeladas por grandes arqueamentos no Pós-Cretáceo (Moreira & Camelier 1977, Teixeira & Cordani 2007). De uma forma geral, a configuração atual do relevo no sudeste brasileiro está relacionado ao evento Sul-Atlântico, a partir do Neojurássico, que culminou com a ruptura do Gondwana Ocidental e a abertura do Oceano Atlântico Sul durante a separação entre o continente Sul-Americano e a África no Eocretáceo e formaram o Rift Continental do Sudeste do Brasil (Salvador & Riccomini 1995, Hiruma *et al.* 2001). Eventos geológicos durante o Quarternário também estão

envolvidos na configuração atual do relevo dessas cadeias montanhosas (Hiruma *et al.* 2001, Chiesse 2004).

A Serra da Mantiqueira forma o segundo degrau do Planalto Brasileiro, detrás da Serra do Mar, e representam o conjunto de montanhas onde se observam os pontos de maior altitude do território brasileiro, após o Planalto das Guianas (Moreira & Camelier 1977). Estas serras alcançam cerca de 2.000 m de altitude na Serra do Mar e 2.900 m, na Serra da Mantiqueira (Moreira & Camelier 1977). A Serra da Mantiqueira estende-se do o Planalto de Caldas e o Planalto de Campos do Jordão, no sul de Minas Gerais, divisa com São Paulo, até o Planalto do Caparaó, na divisa entre Minas Gerais e o Espírito Santo (Moreira & Camelier 1977). Machado-Filho *et al.* (1983) a dividem em duas grandes regiões: a Mantiqueira Meridional e a Mantiqueira Setentrional. A Mantiqueira Meridional está composta pelas unidades geomorfológicas dos Planaltos de Campos de Jordão e do Itatiaia, enquanto a Mantiqueira Setentrional compreende três unidades geomorfológicas denominadas: Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Maciço do Caparaó e Serranias da Zona da Mata Mineira. Os pontos mais elevados do sudeste brasileiro estão na Serra da Mantiqueira e correspondem ao Pico da Bandeira (2.891,98 m), na Serra do Caparaó, a Pedra da Mina (2.798,39 m), na Serra Fina e o Pico das Agulhas Negras (2.792,66 m) na Serra do Itatiaia.

A cadeia principal da Mantiqueira Meridional representa a divisa entre os estados do Sudeste brasileiro: Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Figura 1). Nessa região observa-se a maior representatividade de terras acima de 1.500 metros de altitude no território brasileiro. Ela corresponde a uma longa cadeia de montanhas voltadas para o Vale do Paraíba com cerca de 170 km de extensão entre seus extremos a sudoeste na região de Camanducaia (MG) / Joanópolis (SP), no Planalto de Campos do Jordão, e a nordeste na região de Itaitiaia (RJ) / Bocaina de Minas (MG), no Planalto do Itatiaia. Enquanto a região sudoeste da Mantiqueira Meridional, no topo do Planalto de Campos de Jordão, o relevo apresenta-se como uma cimeira subnivelada, degradada e desdobrada em níveis erosivos embutidos, no Planalto do Itatiaia, o relevo está representado por imponentes escarpas festonadas com topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos (Salvador & Riccomini 1995, Himura *et al*. 2005). A região sudoeste apresenta altitudes relativamente menores e similares na sua região central, enquanto na região nordeste, o gradiente altitudinal é bastante destacado e corresponde justamente a uma das áreas de maior altitude do sudeste brasileiro.

Na Serra da Mantiqueira Meridional persistem cerca de 20% da cobertura vegetal da Floresta Atlântica que restou no estado de Minas Gerais (Costa & Herrmann 2006). Além da elevada riqueza vegetal e o grande número de espécies endêmicas, localiza-se na Serra da Mantiqueira mais da metade das espécies ameaçadas da fauna de Minas Gerais, com grau de endemismo expressivo para anfíbios e

répteis e uma alta diversidade de aves e pequenos mamíferos (Brade 1956, Willis 1996, Costa *et al*. 2000, Costa & Herrmann 2006). A importância biogeográfica da Mantiqueira na diversificação e distribuição de espécies tem sido analisada para outros organismos como peixes (Ingenito & Buckup 2007) e artrópodos da tribo Rhodniini (Paula *et al*. 2006). Estas características permitiram a identificação desta região como Área de Importância Biológica Especial pelos exercícios de "Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos" e pela "Definição de Prioridades para a Conservação da Biodiversidade do Estado de Minas Gerais" (Costa & Herrmann 2006). Para preservar esta riqueza em grande parte desconhecida e pouco pesquisada foi criado o Corredor Ecológico da Mantiqueira por iniciativa da Ong Valor Natural (Costa & Herrmann 2006).

O Corredor Ecológico da Mantiqueira compreende a Serra da Mantiqueira Meridional e engloba 42 municípios no estado de Minas Gerais. Este Corredor está incluso no Corredor da Serra do Mar, que tem seu limite sul no estado do Paraná, passando por São Paulo, até o norte do Rio de Janeiro, que engloba uma das poucas áreas contínuas de Mata Atlântica (Galindo-Leal & Câmara 2005). No Corredor Ecológico da Mantiqueira já foram constituídas cinco unidades de conservação, das quais somente três são de Proteção Integral, que correspondem aos Parques Estaduais do Ibitipoca e do Papagaio, o Parque Nacional do Itatiaia e as APA's da Mantiqueira e Fernão Dias e cinco RPPN's (Costa & Hermann 2006). As Unidades de Conservação de Proteção Integral protegem cerca de 54.000 ha neste corredor, que correspondem somente a 0,49% dos 11.000 Km^2 que compõem o Corredor Ecológico da Mantiqueira. No estado de São Paulo localizam-se o Parque Estadual de Campos do Jordão com 8.341 hectares e o Parque Estadual dos Mananciais de Campos de Jordão com 503 hectares (Clauset 1999a, Clauset 1999b). Entre o Parque Estadual de Campos de Jordão e o Parque Nacional do Itatiaia, uma área de 5.713 Km^2, cerca de 23% da vegetação está conservada em florestas primárias (22% - 1.257 Km^2), florestas secundárias (0,7% - 385 Km^2) e campos de altitude (0,1% - 63 Km^2), restritos principalmente à crista da Serra (Santos 2003).

A vegetação no Planalto de Campos de Jordão compreende florestas ombrófilas densas montanas e alto-montanas, florestas ombrófilas mistas alto-montanas, campos de altitudes, afloramentos rochosos e pequenos fragmentos de cerrado (Azevedo 1962, Meireles 2003). Na cimeira deste planalto a vegetação caracteriza-se por um mosaico de campos de altitude e matas de araucária e florestas alto-montanas. Os campos recobrem os topos de interflúvio e setor convexo das vertentes e as matas ocupam o setor retilíneo inferior das vertentes convexas, as vertentes retilíneas e os anfiteatros de erosão (Himura *et al*. 2001). Principalmente a vegetação florestal montana e os fragmentos campestres foram substituídos na sua maior parte por pastagens, reflorestamentos monoculturais e

construções urbanas (Machado-Filho *et al.* 1983, Meireles 2003). No Planalto do Itatiaia a vegetação organiza-se mais claramente em faixas altitudinais com as florestas densas e a floresta mista ocorrendo sobre as suas vertentes e os campos de altitude recobrindo uma ampla faixa altitudinal nos topos angulosos desta região (Segadas-Viana 1965). Este complexo vegetacional está imerso numa matriz vegetacional predominantemente estacional composta por florestas estacionais semidecíduas do sul de Minas de Gerais, a oeste, e do Vale do Paraíba no estado de São Paulo, ao leste (Hueck 1972, van den Berg & Oliveira-Filho 2000).

Ao longo de toda a extensão da Mantiqueira Meridional fragmentos de Floresta de Araucária podem ser observados sempre na face leste voltada para o continente. Essa formação florestal na Mantiqueira geralmente está localizada em altitudes acima de 1.500 m de altitude nas encostas de vales ou associada a cursos d`água em áreas mais planas, que mantém umidade necessária ao estabelecimento e manutenção de *Araucaria angustifolia* (Hueck 1953). Em algumas áreas, *Podocarpus lambertii* domina o estrato superior desta formação formando uma fisionomia distinta na margem dos cursos d´água, uma fisionomia aparentemente descrita somente em áreas de altitude do sudeste (Brade 1951, Hueck 1972, Meireles 2003). Mudanças climáticas quaternárias têm sido evocadas para explicar a ocorrência de fragmentos de florestas de Araucária nas áreas de altitude do sudeste (Azevedo 1962, Ledru *et al.* 1998, Behling 1998) e podem estar envolvidas na explicação de padrões disjuntos de outras espécies com a região sul brasileira (Meireles 2003). Veloso (1992) destacou que os fragmentos de Campos do Jordão e Monte Verde estariam mais bem conservados daqueles que ocorreriam no Planalto do Itatiaia, entretanto grande parte desses fragmentos apresenta algum grau de degradação por toda a Mantiqueira. Essa formação contribui com as demais para a heterogeneidade de formações vegetacionais observadas nesta região e que permitem a ocorrência de uma grande riqueza de espécies vegetais ainda não totalmente quantificada.

A Serra Fina e a Serra do Itatiaia correspondem a dois maciços de rochas vulcânicas alcalinas, os Maciços Alcalinos do Itatiaia e de Passa Quatro, que soerguiram sobre os gnaisses da Serra da Mantiqueira durante o Cretáceo (Teixeira & Cordani 2007). Eles possuem uma área de cerca de 350 Km^2 e a constituição química de suas rochas registra o caráter alcalino das intrusões plutônicas nesta região. Juntos constituem resquícios de um vulcão ativo há cerca de 70 milhões de anos e que formam hoje umas das mais belas paisagens do território brasileiro (Teixeira & Cordani 2007). Este vulcão apresentava altitudes bem superiores das observadas atualmente e teve suas partes superiores erodidas ao longo do tempo expondo suas rochas plutônicas (Teixeira & Cordani 2007). Os maciços correspondem ao núcleo do vulcão e estão alinhados com outras áreas com rochas alcalinas que compõem o Alinhamento Magmático de Cabo Frio, composto por 26 centros intrusivos no limite

Mesozóico-Cenozóico, como o maciço no Planalto de Poços de Caldas (Chiesse 2004, Franco *et al.* 2005, Teixeira & Cordani 2007).

A Serra Fina (Figura 2) e a Serra do Itatiaia estão separadas por um vale profundo coberto por florestas. Apesar de sua proximidade geográfica e das similaridades nas rochas que as compõem elas apresentam um relevo bastante distinto. Enquanto na Serra do Itatiaia observam-se regiões planálticas, como as Prateleiras, o perfil altamente verticalizado da Serra Fina, não permitiu a formação de áreas planas mais extensas, sendo raros os locais com declividades inferiores a 10^{o} (Chiesse 2004). Devido a altitude que seus topos alcançam estes estão freqüentemente acima da linha de condensação, estando acima das nuvens que se formam freqüentemente nas altitudes intermediárias. A menor pressão atmosférica a que os topos desses maciços estão submetidos imprime variações climáticas a partir de suas bases no Vale do Paraíba e no sul de Minas Gerais (Segadas-Viana & Dau 1965). Este gradiente altitudinal e climático permite a sucessão de distintas formações vegetacionais e uma forte substituição florística nas vertentes destas serras (Brade 1956, Segadas-Viana 1965, Pereira *et al*. 2006). É justamente no topo desses maciços alcalinos que os campos de altitude são mais representativos. Essa formação vegetacional ocupa uma pequena área de extensão na Floresta Atlântica, mas que apresenta especificidades geológicas, climáticas e biológicas, que a torna especial do ponto de vista biológico e conservacionista. Devido à proximidade geográfica dessas Serras e de suas semelhanças geomorfológicas, pedológicas e climáticas seria esperado que suas formações vegetacionais estivessem compostas por uma flora bastante similar, entretanto isto ainda não havia sido extensivamente pesquisado.

A Serra Fina compreende parte dos municípios de Lavrinhas e Queluz pelo lado paulista, Passa Quatro, Itanhandu e Itamonte pela vertente mineira e Resende do lado fluminense (Chiesse 2004). Ela apresenta informações extremamente importantes para a geologia, geomorfologia, paleoclimatologia, ecologia, botânica, zoologia, entre outros campos da pesquisa científica. Entretanto esta região permaneceu praticamente intocada pela ciência até o início da década atual, provavelmente devido à marcante dificuldade encontrada para atingir suas porções mais elevadas (Chiesse 2004). Isto também favoreceu a preservação da vegetação campestre, que sofreu somente com os efeitos naturais, como o fogo, encontrando-se pouco impactada pelo turismo. Contudo, a vegetação florestal do seu entorno apresenta um maior grau de impacto, principalmente na face oeste da Serra, devastada para a manutenção de carvão para a ferrovia local, pastagens e plantações. O acesso à suas áreas mais altas é realizado principalmente pela face mineira, no munícipio de Passa Quatro, que além de abranger grande parte da Serra Fina, engloba os Picos dos Marins e do Itaguaré, áreas ainda pouco exploradas, onde recentemente duas espécies novas foram descritas (Silva 2009, B. Loeuille com.pess.).

Alexandre Curte Brade, um dos principais coletores de plantas de altitude do sudeste brasileiro, realizou em 1948 uma viagem de coleta para a região de Passa Quatro, onde coletou 190 espécies principalmente nas matas de araucária na região do Sertão dos Martins e no Pico do Itaguaré. Brade (1948) listou as espécies que ele conhecia e anotou a cota altitudinal, a distribuição geográfica e se estas também eram conhecidas na Serra do Itatiaia, dos Órgãos e do Caparaó. A intensão provável do pesquisador foi a de mapear a distribuição dessas espécies pouco conhecidas para a época e destacar a similaridade entre essas regiões. Brade (1948) deixou claro que um dos motivos da viagem foi "para estudar, ali, as matas de formações primárias, que estão desaparecendo rapidamente". Esse pesquisador visitou o Campo do Muro, um braço de serra que chega ao Pico do Capim Amarelo, um dos cumes da Serra Fina, no dia 06 de maio de 1948 e destas coletas, *Baccharis dusenii* Barroso foi descrita em homenagem ao pesquisador Per Karl Hjalmar Dusén, outro grande coletor de plantas de altitude brasileiras (Barroso 1976). Mas esta espécie já havia sido descrita anteriormente como *Baccharis parvidentata* Malag. (Gustavo Heiden, com.pessoal)

Enquanto para a Serra do Itatiaia os estudos florísticos e vegetacionais encontram-se bastante adiantados, a Serra Fina representa uma lacuna de conhecimento sobre a vegetação e as espécies que a compõem por toda a Serra da Mantiqueira Meridional. Apesar de Brade (1948) ter coletado nas formações florestais mais baixas do município de Passa Quatro e ter visitado o Campo do Muro, não havia até o ano de 1997 coletas na cadeia principal da Serra Fina. Botânicos e funcionários do Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas realizaram pelo projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo algumas coletas em ambas a vertentes da Serra entre 1995 e 1997, e em fevereiro de 1997 executaram uma expedição à Pedra da Mina e Vale do Ruah, que pertence ao estado de São Paulo. Nessas viagens, novos registros de ocorrência para o estado de São Paulo foram obtidos e espécies novas foram encontradas nas florestas montanas de Passa Quatro e Queluz, como *Dendropanax nebulosos* Fiaschi & Jung-Mend. (Fiaschi & Mendaçolli 2006) e *Miconia shepherdii* R. Goldenb. & Reginato (Goldenberg & Reginato 2007) e nos campos de altitude do alto da Serra, *Galium shepherdii* Jung-Mend. (Jung-Mendaçolli 2003), ambas em homenagem a outro amante das montanhas brasileiras.

Durante coletas florísticas e estudos fitossociológicos realizados na região sudoeste da Serra da Mantiqueira Meridional, no distrito de Monte Verde, município de Camanducaia, verificou-se que algumas espécies que compunham os campos e as florestas alto-montanas eram novos registros de ocorrência para a região sudeste, até então conhecidas somente para a região sul (Meireles 2003, Meireles *et al*. 2008). Naquele estudo, análises de similaridade florística prévias indicavam que a floresta desta região era bastante distinta da matriz vegetacional circundante no sudeste e que se

assemelhava com outras florestas alto-montanas do estado do Paraná e Santa Catarina. Desde então um novo projeto foi elaborado no intuito de amostrar outra área da Serra da Mantiqueira, que ainda não havia sido coletada e que apresentasse florestas nebulares para que pudéssemos obter resultados que confirmassem hipóteses então elaboradas. Preocupados com o "aumento do conhecimento florístico da região" iniciamos o projeto florístico na vegetação altimontana da Serra Fina, na qual sabíamos ocorrer uma flora relativamente desconhecida pelos pesquisadores brasileiros e que novos registros de ocorrência poderiam ser encontrados, além de possíveis espécies vegetais não descritas. Viagens de coletas foram iniciadas no ano de 2005, e intensificadas nos anos de 2006 e 2007, em que era necessário acampar nas áreas mais elevadas da Serra Fina e das quais obtivemos os dados para elaboração dos capítulos desta tese.

Esta tese está composta por quatro capítulos que discorrem sobre: (1) a composição florística da vegetação altimontana da Serra Fina e a distribuição geográfica das espécies que a compõem; (2) a estrutura fitossociológica da floresta nebular do Pico do Capim Amarelo e sua similaridade estrutural com outras florestas alto-montanas brasileiras; (3) sobre a similaridade florística entre florestas montanas e alto-montanas do sul e sudeste brasileiros; (4) e um estudo dos possíveis efeitos de mudanças climáticas do Quaternário Tardio na distribuição geográfica de espécies florestais montanas atlânticas, ao longo de um período de 135.000 anos até o presente, utilizando-se técnicas de modelagem de distribuição potencial de espécies e cenários climáticos alternativos, no intuito de entendermos como essas mudanças puderam influenciar a distribuição das espécies e das formações florestais montanas no Planalto Brasileiro. Os anexos 5 e 6 compreendem a descrição taxonômica de duas espécies novas da família Asteraceae realizados em conjunto com especialistas dos gêneros *Baccharis* e *Senecio*. E o anexo 7 corresponde ao estudo da distribuição geográfica potencial de quatro espécies com distribuições disjuntas entre a região sul e sudeste brasileiras utilizando dois algoritmos de modelagem de nicho climático.

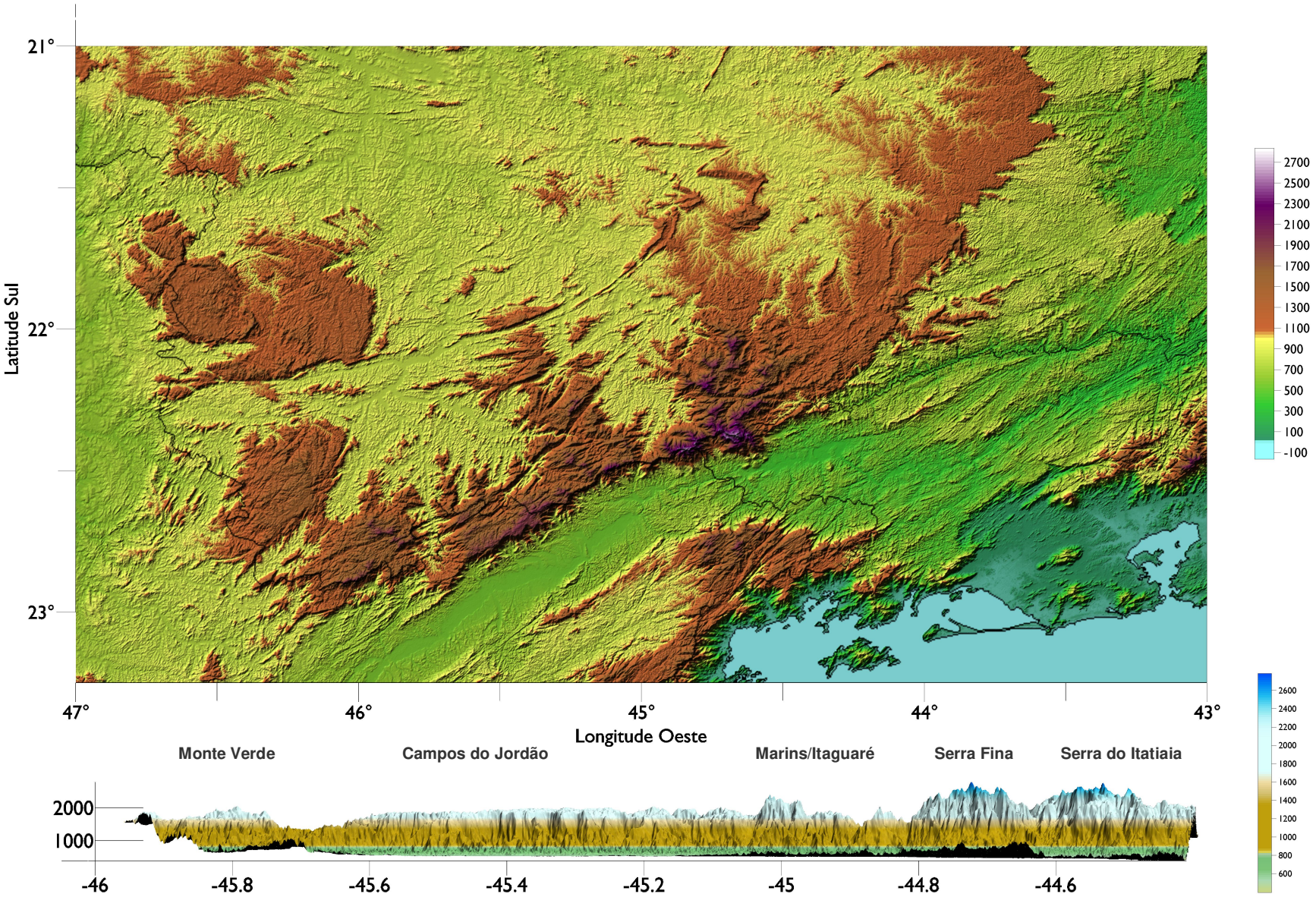


Figura 1: Relevo do Sudeste Brasileiro destacando as áreas com altitudes superiores a 1.000 metros de altitude e perfil topográfico da Serra da Mantiqueira Meridional geradas com as imagens do Satélite Nasa-SRTM com resolução de 90 m.



Figura 2: Vista panorâmica da Serra Fina, retirada a partir da Serra do Itatiaia, evidenciando o destacado gradiente altitudinal e a Pedra da Mina, ao centro, com 2.798 metros, o quarto pico de maior altitude do território brasileiro. Foto: George John Shepherd - 1979.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A.M., PRADO, P.I. & LEWINSOHN, T.M. 2004. Geographical distribution of Eupatorieae (Asteraceae) in South-eastern and South Brazilian Mountain Ranges. Plant Ecology 174:163-181.

ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências 28(2): 135-150.

AUSTIN, M.P., CUNNINGHAM, R.B. & FLEMING, P.M. 1984. New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. Vegetatio 55:11-27.

AZEVEDO, L.G. 1962. Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências 34:225-234.

BARBARÁ, T., MARTINELLI, G. FAY, M. F., MAYO, S. J. & LEXER, C. 2007. Population differentiation and species cohesion in two closely related plants adapted to neotropical high-altitude 'inselbergs', *Alcantarea imperialis* and *Alcantarea geniculata* (Bromeliaceae). Molecular Ecology 16(10): 1981-1992.

BARROSO, G.M. 1976. Compositae - Subtribo Baccharidinae Hoffmann - Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia 40: 3-273.

BEHLING, H. 1998. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. Review of Paleobotany and Palynology 99: 143-156.

VAN DER BERG, E. & OLIVEIRA FILHO, A. T. 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. Revista Brasileira de Botânica 23: 231-253.

BRADE, A.C. 1948. Relatório de uma excursão ao município de Passa Quatro, estado de Minas Gerais. Rodriguésia 22: 133-154.

BRADE, A.C. 1951. Relatório da excursão à Serra da Bocaina, no estado de São Paulo. Rodriguésia 15: 55-66.

BRADE, A.C. 1956. A Flora do Parque Nacional do Itatiaia. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia. 5: 1-85.

CHAVERRI-POLINI, A. 1998. Mountains, biodiversity and conservation. Unasylva 195:22-33.

CHIESSI, C.M. 2004. Tectônica cenozóica do Maciço Alcalino de Passa Quatro (SP-MG-RJ). Tese de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CHURCHILL, S.P., BALSLEV, H., FORERO, E. & LUTEYN, J.L. 1995. Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. New York Botanical Gardens, New York.

CLAUSET, L.R. 1999a. Parque Estadual de Campos do Jordão *In* Paisagem Paulista (D. Soares, coord.) Empresa das Artes, São Paulo, p. 25-27.

CLAUSET, L.R. 1999b. Parque Estadual dos Mananciais de Campos do Jordão *In* Paisagem Paulista (D. Soares, coord.) Empresa das Artes, São Paulo, p. 77-80.

COSTA, C. & HERRMANN, G. 2006. O Corredor Ecológico da Mantiqueira *In* Plano de Ação do Corredor Ecológico da Mantiqueira (C.M.R. Costa, G. Herrmann, I.A. Pinto & P.A.M. Costa, eds.). Valor Natural, Belo Horizonte, p.13-29.

COSTA, L.P., LEITE, Y.LR., FONSECA, G.A.B. & FONSECA, M.T. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. Biotropica 32:872-881.

FIASCHI, P. & MENDAÇOLLI, S.L. J. 2006. Three new species of *Dendropanax* Decne. & Planch. (Araliaceae) from São Paulo state, Brazil. Candollea 61:457-466.

FRANCO, A.O.B., HACKSPACHER, P.C., GOGOY, D.F., RIBEIRO, L.F.B. & GUEDES, S. 2005 História térmica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (SP/Mg) e adjacências através da análise de datação por traços de fissão em apatitas. Revista Brasileira de Geociências 35:351-358.

GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I.G. 2005. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese *In* Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas (Galindo-leal, C. & Câmara, I.G, eds.). Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Conservação Internacional, Belo Horizonte, p. 3-11.

GENTRY, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. In Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests (S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn, eds.). The New York Botanical Garden, New York, p.103-126.

GHALAMBOR, C.K., HUEY, R.B., MARTIN, P.R., TEWKSBURY, J.J. & WANG, G. 2006. Are mountain passes higher in the tropics? Janzen's hypothesis revisited. Integrative and Comparative Biology 46: 1: 5-17.

GOLDENBERG, R. & REGINATO, M. 2007. Three new species of Melastomataceae from the Southeastern Atlantic Forest of Brazil. Brittonia 59:334-342.

HIMURA, S.T., RICCOMINI, C. & MODENESI-GAUTTIERI, M.C. 2001. Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão, SP. Revista Brasileira de Geociências 31(3): 375-384.

HUECK, K. 1953. Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). Boletim da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo 10:1-24.

HUECK, K. 1972. As florestas da América do Sul. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.

INGENITO, L.F.S. & BUCKUP, P.A. 2007. The Serra da Mantiqueira, south-eastern Brazil, as a biogeographical barrier for fishes. Journal of Biogeography 34:1173-1182.

JANZEN, D.H. 1967. Why mountain passes are higher in the tropics. American Naturalist 101: 233-249.

JONES, H.G. 1992. Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. 2ª ed. Cambridge University Press, Cambridge.

JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. 2003. Nova espécie de *Galium* L. (Rubiaceae) para o estado de São Paulo, Brasil. Acta Botânica Brasileira 17: 605-608.

KÖRNER, C. 1999. Alpine Plant Life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer-Verlag, Berlim, Heidelberg.

LEDRU, M.P., SALGADO-LABOURIAU, M.L. & LORSCHEITTER, M.L. 1998. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr B.P. Review of Palaeobotany and Palynology 99:131-142.

MACHADO FILHO, L., RIBEIRO, M.W., GONZALEZ, S.R., SCHENINI, C.A., SANTOS-NETO, A., PALMEIRA, R.C.B., PIRES, J.L., TEIXEIRA, W. & CASTRO, H.E.F. 1983. Geologia. *In* Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF:23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. MEE/SG, Rio de Janeiro, v.32, p.56-66.

MARTINELLI, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. Revista Brasileira de Botânica 30: 587-297.

MARTINS, C.S. 2000. Caracterização física e fitogeográfica de Minas Gerais. *In* Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais. (Mendonça, M.P. & Lins, L.V. orgs.) Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p.35-43.

MEIRELES, L.D. 2003. Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MEIRELES, L.D., SHEPHERD, G.J. & KINOSHITA, L.S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. Revista Brasileira de Botânica 31:559-574.

MOREIRA, A.A.N. & CAMELIER, C. 1977. Relevo. *In* Geografia do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v.3, p.1-150.

MORTON, J. K. 1972. Phytogeography of the West African mountains. *In* Taxonomy, Phytogeography and Evolution. (D. H. Valentine, ed.) London Academic Press, Londres, p. 221-236.

PAULA, A.S., DIOTAIUTI, L. & GALVÃO, C. 2006 Systematics and biogeography of Rhodniini (Heteroptera: Reduviidae: Triatominae) based on 16S mitochondrial rDNA sequences. Journal of Biogeography 34:699-712.

PENDRY, C.A. & PROCTOR, J. 1997. Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and floristic. Journal of Tropical Ecology 13:221-241.

PEREIRA, I. M., OLIVEIRA-FILHO, A. T., BOTELHO, S. A., CARVALHO, W. A. C., FONTES, M. A. L., SCHIAVINI, I. & SILVA, A. F. 2006. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Rodriguésia. 57:103-126.

SAFFORD, H.D. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography 26:693-712.

SALVADOR, E. D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica da região do Alto Estrutural de Queluz, SP-RJ, Brasil. Revista Brasileira de Geociências 15:151-164.

SANTOS, J.S.M. Análise da paisagem de um Corredor Ecológico na Serra da Mantiqueira. 2002. 174p. Tese (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SCHIMPER, A.F.W. 1964. Plant-Geography: upon a physiological basis. Wheldon & Wesley Ltda, Nova York.

SEGADAS-VIANNA, F. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. I. Altitudinal zonation of the vegetation. Arquivos do Museu Nacional 53:7-30.

SEGADAS-VIANNA, F. & DAU, L. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. II-Climates and altitudinal climatic zonation. Arquivos do Museu Nacional 53: 31-53.

SILVA, M.J. 2009. Two new brazilian species of *Phyllanthus* (Phyllanthaceae). Novon 19: 229-233.

SMITH, A.P & YOUNG, T.P. 1987. Tropical alpine plant ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 18: 137-158.

TEIXEIRA, W & CORDANI, G. 2007. Caminhos do Tempo Geológico *In* Itatiaia: Sentinela das Alturas (W. Teixeira & R. Linsker, coords) Terra Virgem, São Paulo, p. 28-62.

VELOSO, H.P. 1992. Sistema fitogeográfico. In Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro, 92p.

WHITMORE, T.C. 1998. An introduction to tropical rain forests. 2a ed. Oxford University Press, Oxford.

WILLIS, E.O. 1996. Estimating diversity in brazilian birds: in the Mantiqueira Range. *In* Biodiversity in Brazil: A First Approach (C.E. BICUDO & N.A. MENEZES, orgs.). CNPQ, São Paulo, p. 297-307.

Vegetação, Flora e Distribuição Geográfica das espécies vegetais ocorrentes nas formações vegetacionais altimontanas da Serra Fina, Mantiqueira Meriodional, sudeste do Brasil.

> "*Apesar dos campos de altitude serem freqüentes nas paisagens do sudeste brasileiro, são necessários um maior número de estudos florísticos e ecológicos para permitir avaliar com segurança o estado de conservação desta formação vegetacional frágil, ímpar e de grande beleza cênica* ..." (A.N. Caiafa & A. F. Silva 2005)

RESUMO

A Serra Fina compreende um dos maciços de rochas alcalinas de maior altitude da Serra da Mantiqueira Meridional no Sudeste do Brasil onde ocorre um dos pontos culminantes do território brasileiro. Ela apresenta um mosaico vegetacional altimontano composto por campos de altitude, matas de candeia e florestas nebulares relativamente conservados e pouco conhecidos. Realizou-se um levantamento florístico nas formações vegetacionais acima de 1.500 metros no qual se obteve cerca de 1.800 exsicatas férteis, em diferentes locais, em repetidas visitas nas diferentes estações do ano. Foram coletadas 393 espécies pertencentes a 194 gêneros e 73 famílias. As famílias com maior riqueza específica foram Asteraceae (94 spp.), Poaceae (29 spp.), Melastomataceae (27 spp.), Rubiaceae (20 spp.), Cyperaceae (14 spp.), Fabaceae, Myrtaceae e Orchidaceae (13 spp.) e Ericaceae (11 spp.). Os gêneros mais ricos foram *Baccharis* (23 spp.), *Leandra* (11 spp.), *Polygala* e *Tibouchina* (09 spp.), *Mikania* (08 spp.), *Gaylussacia* (07 spp.) e *Mimosa*, *Myrcia*, *Myrsine*, *Senecio* e *Solanum* (06 spp.). Os gêneros de origem tropical representaram 70% dessa flora e os de origem temperada 30%. Entre as espécies 94 são restritas ao sudeste brasileiro e oito conhecidas somente para a Serra Fina, sendo sete possivelmente novas para a ciência, 25 restritas ao Planaldo do Itatiaia e cinco distribuídas pela a Serra da Mantiqueira Meridonal. Várias espécies ocorrem em poucos maciços de altitude litorâneos da região sudeste e nos de menor altitude na região sul e uma menor parte ocorre nos campos rupestres e cerrados do Brasil Central. Várias espécies pertencem a gêneros com centro de riqueza na região andina. Observou-se uma substituição de espécies ao longo do gradiente altitudinal e um aumento na riqueza de espécies até 2000 m e uma progressiva redução em direção ao topo da Serra, a 2798 m. A elevada riqueza específica amostrada denota a importância das áreas de altitude para a diversidade da Floresta Atlântica e evidencia a importância biogeográfica da região da Serra Fina por conter um grande número de espécies endêmicas e várias com distribuição geográfica restrita e apresentar espécies com fortes relações com a flora andina, no lado oposto da costa da América do Sul.

Palavras Chaves: Composição Florística, Floresta Atlântica, Campos de Altitude, Matas de Candeia, Floresta Nebular

ABSTRACT

The "Serra Fina" is a part of the Serra da Mantiqueira Meridional mountain chain in southeastern Brazil and corresponds largely to an alkaline rock massif that contains some of the highest points in Brazilian territory. It harbours a mosaic of high-mountain vegetation composed of high-altitude grasslands, candeia srucb and upper montane forests. These vegetacional formations are relatively well preserved but are very poorly known. A floristic survey was carried out in this upper montane vegetation above 1,500 m.a.s.l., collecting around 1,800 fertile exsicata at different localities along the "Serra" with repeat visits at different seasons. A total of 393 species was collected, and these belonged to 194 genera in 73 families. The most species-rich families were Asteraceae (94 spp.), Poaceae (29 spp.), Melastomataceae (27 spp.), Rubiaceae (20 spp.), Cyperaceae (14 spp.), Fabaceae, Myrtaceae, and Orchidaceae (13 spp.) and Ericaceae (11 spp.). The richest genera were *Baccharis* (23 spp.), *Leandra* (11 spp.), *Polygala* and *Tibouchina* (09 spp.), *Mikania* (08 spp.), *Gaylussacia* (07 spp.) and *Mimosa*, *Myrcia*, *Myrsine*, *Senecio* and *Solanum* (06 spp. each). Tropical genera represented 70% of this flora and temperate genera 30%. Among the species 94 were restricted to southeastern of Brazil, eight are probaly endemic to the Serra Fina, 25 previously restricted to the nearby Itatiaia Planalto and five distributed along the Serra da Mantiqueira Meridonal. Various species also occur along the crest of the coastal mountains ("Serra do Mar" of southern and southeastern Brazil (generally at somewhat lower altitudes), and a smaller part in the "campo rupestre" and savanna vegetation types in Central Brazil. A number of taxa have clearly Andean affinities, belonging to genera that have their principal centers of diversity in the Andes. A substitution of species along the altitudinal gradient was observed, and species richness was observed to reach a maximum at around 2000m progressively diminishing at higher altitudes. The high species richness sampled and the very distinct nature of the flora indicate the importance of high altitude areas for overall Atlantic Forest diversity and made clear the phytogeographical importance of the Serra Fina region since it contains a large number of endemic species, and numerous others with geographically very restricted distributions, and species closely related to those occurring in the Andean flora on the opposite coast of South America.

Key Words: Floristic, Atlantic Forest, High-altitude grasslands, candeia scrubs, Upper Montane Forest

INTRODUÇÃO

A Serra da Mantiqueira representa a região de maior diversidade e representatividade de formações vegetacionais altimontanas do território brasileiro (Hueck 1972, Safford 1999a). Localizada na porção leste do Sudeste Brasileiro, junto com a Serra do Mar, são as cadeias montanhosas que apresentam cotas altitudinais acima de 2.000 metros desde o nível do mar (Moreira & Camelier 1977). Estas cadeias montanhosas influenciam fortemente as condições climáticas regionais e representam o orobioma mais úmido e frio do leste brasileiro (Almeida & Carneiro 1998, Safford 1999a). Este gradiente altitudinal permite a ocorrência de diferentes formações vegetacionais florestais que são substituídas por formações campestres nas áreas de maior altitude (Hueck 1972). Mudanças florísticas são observadas na riqueza e representatividade de famílias e gêneros ao longo deste gradiente altitudinal na Floresta Atlântica (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Alguns táxons exclusivos de topos de cadeias montanhosas na América do Sul ocorrem no sul e sudeste brasileiros somente nas áreas de maior altitude (Rambo 1951, Brade 1956).

A vegetação altimontana no Sudeste Brasileiro está constituída por um mosaico vegetacional composto por formações florestais e campestres, que variam conforme a região geográfica, litogolia e seus graus de decomposição, microrelevo e faces de exposição (Azevedo 1962, Segadas-Viana 1965, Hueck 1972). Os campos de altitudes e florestas alto-montanas destacam-se como as principais formações vegetacionais nas porções mais elevadas da região costeira do sul e sudeste brasileiro (Rambo 1956, Safford 1999a, Falkenberg & Voltolini 2005, Garcia & Pirani 2005). Devido à distribuição descontínua dessas áreas de altitude, as formações vegetacionais altimontanas apresentam-se ilhadas ao longo das principais cadeias montanhosas dessa região. Essas formações geralmente apresentam uma alta diversidade vegetal e um grande número de espécies endêmicas e com distribuição geográfica restrita (Brade 1956, Rambo 1956, Safford 1999a).

As espécies vegetais que ocorrem em regiões montanhosas encontram determinados limitantes abióticos e bióticos que restringem a ocorrência de espécies das terras baixas (Janzen 1967, Almeida *et al*. 2004). As áreas acima de 1.500 m de altitude no sudeste brasileiro são restritivas à ocorrência de grande parte da flora tropical atlântica, devido a um clima mais temperado, condicionado pela diminuição das temperaturas médias e mínimas e maior incidência de geadas (Nimer 1977a, Smith & Young 1987, Safford 2007). Outros fatores físicos limitantes mudam com o aumento da altitude como solos ácidos e rasos, baixa retenção de água e nutrientes, temperaturas noturnas congelantes, fortes ventos (Smith & Young 1987, Medina *et al* 2006). Apesar destes fatores restritivos, regiões montanhosas podem apresentar uma diversidade vegetal mais rica daquelas das terras baixas adjacentes (Körner 1999).

A Serra da Mantiqueira compreende planaltos descontínuos que apresentam altitudes acima de 1.500 metros e estão separados por vales preenchidos por florestas montanas (Azevedo 1962, Moreira & Camelier 1977). Ela apresenta uma posição geográfica intermediária entre a Serra do Mar e formações montanhosas interioranas, como a Cadeia do Espinhaço. Na sua porção sul, sua cadeia principal se destaca como uma grande barreira geográfica apresentando desníveis que ultrapassam 2.000 metros de altitude. Essa cadeia de montanhas está imersa em uma matriz florestal predominantemente estacional, mas apresentam condições para a ocorrência de espécies de diferentes tipos vegetacionais estacionais e ombrófilos (Brade 1956, Azevedo 1962, Meireles 2003). Verifica-se um grande número de espécies endêmicas e é o limite setentrional de várias espécies que ocorrem na região sul do Brasil (Brade 1956, Meireles 2003). A ocorrência de fragmentos de florestas de Araucária sugere que mudanças climáticas quaternárias têm grande importância para explicar a distribuição das espécies ocorrentes nesta região (Azevedo 1962). A presença de espécies vegetais e animais pertencentes a gêneros com centro de distribuição andino sugerem ter havido condições passadas favoráveis à expansão destes táxons, que se especiaram nas montanhas do sul e sudeste brasileiro (Rambo 1956, Brade 1956, Willis 1996, Berry 1989, Safford 1999a).

A Serra Fina compreende um dos maciços de rochas alcalinas inseridos na Serra da Mantiqueira Meridional e apresenta um destacado gradiente altitudinal, que ultrapassa 2.000 metros (Salvador & Riccomini 1995, Chiesse 2004). Sua vegetação está constituída por um mosaico de campos de altitude e florestas montanas e alto-montanas. Os campos de altitude são formações graminóides compostas por um mosaico de ervas e arbustos e arvoretas nano e mesofanerofíticos, associados a uma matriz mais ou menos contínua de gramíneas cespitosas e pequenos bambus (Safford 1999a). Ocorrem nas porções mais elevadas da região costeira do sul e sudeste brasileiros, exclusivamente sobre blocos ígneos soerguidos, rochas metamórficas ou plutônicas alcalinas (Safford 1999a, Garcia & Pirani 2005). Estão submetidos a um clima frio e úmido e localizam-se em altitudes em torno de 1.500 e 2.800 m de altitude, representando encraves vegetacionais sob um clima temperado em áreas de clima predominantemente tropical (Safford 1999b, Ribeiro 2002). Matas de candeia ocupam uma estreita faixa altitudinal, na transição entre as florestas montanas e os campos de altitude. Esta "formação" ocorre nas áreas de altitude do sul de Minas e ao longo da Cadeia do Espinhaço e são dominadas por espécies do gênero *Eremanthus* (Oliveira-Filho & Fluminham-Filho 1999). As florestas alto-montanas correspondem a uma formação arbórea mesofanerofítica com alta densidade de indivíduos, com fustes pouco desenvolvidos, dossel baixo, baixa riqueza de espécies e alta proporção de indivíduos perfilhados (Hamilton *et al*. 1995, Falkenberg & Voltolini 1995, Meireles *et al*. 2008). Na Serra da Mantiqueira ocorrem acima dos 1.500 metros de altitude e podem estar imersas nos campos de altitude,

até cerca de 2.300m ou mesmo a 2.500 m em locais mais protegidos, onde se apresentam como florestas nebulares (Brade 1956, Segadas-Viana 1965, Hueck 1972, Meireles *et al*. 2008).

A vegetação da Serra Fina apresenta-se relativamente conservada, mas representa uma das áreas de altitude da Serra da Mantiqueira com poucas informações sobre a vegetação e das espécies botânicas que nela ocorrem. Ela localiza-se ao lado da Serra do Itatiaia, local reconhecido pelo elevado número de espécies endêmicas (Brade 1956). Apesar do conhecimento da flora da vegetação do sudeste brasileiro estar relativamente adiantado os topos e as escarpas destas cadeias montanhosas ainda são pouco explorados e representam um dos limites de conhecimento da flora do Bioma Atlântico (Shepherd 1998). Realizamos se um levantamento florístico na Serra Fina no intuito de quantificar o número de espécies fanerogâmicas que ocorrem nas suas formações altimontanas e quais famílias e gêneros botânicos contribuem com a maior riqueza específica na vegetação local. Objetivamos caracterizar a distribuição geográfica das espécies coletadas para identificar qual é a relação florística dessa área com a de outras regiões que apresentam formações montanas ao sul do Brasil e verificar a origem dos gêneros para analisarmos a importância relativa de diferentes regiões fitogeográficas americanas na composição florística local. Avaliamos o número de espécies férteis ao longo das estações do ano e como o gradiente altitudinal influencia na riqueza e na distribuição local das espécies fanerofíticas.

Materiais e Métodos

A Serra da Mantiqueira localiza-se no sudeste brasileiro, e forma o segundo degrau do Planalto Brasileiro, detrás da Serra do Mar (Moreira & Camelier 1977). Ela compreende a região entre o Planalto de Caldas e o Planalto de Campos do Jordão, no sul de Minas Gerais, divisa com São Paulo, até o Planalto do Caparaó, na divisa entre Minas Gerais e o Espírito Santo (Moreira & Camelier 1977, Franco *et al.* 2005). Está geograficamente dividida em duas regiões: a Mantiqueira Meridional e a Mantiqueira Setentrional. A Mantiqueira Meridional é composta pelas unidades geomorfológicas dos Planaltos de Campos de Jordão e do Itatiaia. E a Mantiqueira Setentrional composta por três unidades geomorfológicas: Patamares Escalonados do Sul Capixaba, Maciço do Caparaó e Serranias da Zona da Mata Mineira (Machado-Filho *et al*. 1983).

A Serra da Mantiqueira Meridional localiza-se entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e está formada por imponentes escarpas festonadas com topos angulosos e vertentes retilíneas, voltadas para o Vale do Paraíba (Moreira & Camelier 1977, Salvador & Riccomini 1995). O relevo apresenta-se influenciado por intenso tectonismo com soerguimentos de blocos e falhamentos dispostos no sentido NE-SO. Desenvolve-se sobre rochas proterozóicas dos Complexos Amparo e Paraisópolis, granitizadas no Ciclo Brasiliano, assim como intrusões de rochas graníticas e alcalinas

(Machado-Filho *et al.* 1983). Compreende uma área de aproximadamente 13.176 km^2 e limita-se com as regiões dos Planaltos do Alto Rio Grande, a norte, do Planalto Centro-Sul de Minas, a leste, do Vale do Paraíba do Sul, ao sul e do Planalto de Amparo, a oeste. Representa o divisor de águas das bacias dos rios Grande, Paraíba do Sul, Piracicaba e Tietê (Machado-Filho *et al.* 1983).

Apresenta altitudes que variam de 900 m, na área ao norte do Rio Preto, até 2.787 m no Pico das Agulhas Negras e 2.798 m na Pedra da Mina (Figura 1 A-F). A precipitação média anual nas áreas de altitude da Mantiqueira está entre 1.500 mm a 1.700 mm e podem alcançar cerca de 2.400 mm no Itatiaia (Hueck 1972, Nimer 1977a, Silva & Leite 2000, Martinelli & Bandeira 1989). A precipitação é sazonal ao longo do ano, sendo abundante nos meses quentes (dezembro-março), cerca de 200 a 250 mm mensais e baixa nos meses frios e secos (junho-agosto), cerca de 20 a 50 mm mensais, mas sem estação seca pronunciada (Nimer 1977a). A temperatura média anual, acima de 1.500 m de altitude, está entorno de 15ºC a 12ºC, e no trimestre mais frio em torno de 8ºC a 5ºC (Safford 1999b). A temperatura mínima nos meses mais frios (junho-julho) pode ser menor do que 0ºC, alcançando entre -4ºC a -6ºC na estação seca (Nimer 1977a, Safford 1999b). A cadeia principal da Mantiqueira pode apresentar mais de 100 dias com ocorrência de nuvens ao ano (Tubelis e Nascimento 1980) e é uma região com grande incidência de geadas, com média entre 10 a 30 dias no ano (Nimer 1977a), podendo se obsevar geadas esporádicas que congelam totalmente a vegetação florestal. Estas condições caracterizam um clima subtropical de altitude, Cwb, para esta região (Segadas-Viana & Dau 1965, Martins 2000).

A Serra Fina representa a divisa entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Ela está inserida no Planalto do Itatiaia e ocupa uma posição intermediária entre o Planalto de Campos do Jordão e a Serra do Itatiaia. Apresenta três picos principais: a Pedra da Mina que corresponde ao quarto pico de maior altitude no território brasileiro (2.798 m), o Pico do Três Estados (2.665 m – Figura 2 E-F) e o Pico do Capim Amarelo (2.392 m – Figura 3 F). A Serra Fina é em grande parte coincidente com o Maciço Alcalino de Passa Quatro (MAPQ). O MAPQ é um batólito mesozóico-cenozóico, de forma elíptica, com o maior eixo orientado na direção ENE-WSW. Está localizado entre os paralelos 22º20' e 22º30' de latitude sul e os meridianos 44º45' e 45º00' de longitude oeste. Sua superfície de aproximadamente 165 Km^2 compreende parte dos municípios de Lavrinhas e Queluz pelo lado paulista, Passa Quatro, Itanhandu e Itamonte pela vertente mineira e Resende do lado carioca. O MAPQ corresponde a um dos 26 centros intrusivos de rochas alcalinas do limite Mesozóico-Cenozóico que compõem o Alinhamento Magmático de Cabo Frio. O embasamento do maciço é formado pelos complexos metamórficos Juiz de Fora a NE e N, Paraíba do Sul a NW e Grupo Açungui a W, SW, S e SE, constituídos principalmente por rochas cristalinas pré-cambrianas. Estas unidades são compostas,

na região de estudo, por gnaisses diversos, migmatitos, granulitos, bandados, blastomilonitos, milonitos, xistos, quartzitos, mármores e anfibolitos básicos (Chiessi 2004).

O MAPQ é constituído por rochas leucocráticas, fortemente insaturadas a saturadas, de granulação predominantemente fanerítica e subordinadamente afanítica. As rochas faneríticas estão representadas principalmente por nefelina sienitos maciços de granulação e textura variadas, ocorrendo ainda neste grupo, sodalita nefelita sienitos laminados e nefelina microssienitos. Brechas magmáticas alcalinas, fonolitos, traquitos e lamprófiros compõem o grupo das rochas afaníticas. Esta associação de rochas indica a participação predominante de magmas alcalinos na formação do maciço (Chiessi 2004). O MAPQ é marcado por declividades muito acentuadas, sendo raro os locais de ocorrência de valores inferiores a 10º. Os maiores valores de declividade (>35º) estão presentes ao longo da porção sul do maciço. Valores relativamente menores de declividades (25º a 10º) encontram-se distribuídos no restante do maciço. A ocorrência das classes de declividades de 5º e 10º estão localizados em vales suspensos e entulhados na porção central (Figura 2 A-D) e em algumas cristas aplainadas na borda norte do maciço, sendo predominantes nas porções a noroeste, sul e sudeste do maciço (Figura 4 E - F). O contorno do MAPQ coincide geralmente com a cota altimétrica de 1500 m. Na porção centro-sul observa-se uma transição entre as cotas altimétricas de 2.800 e 1.000 m ao longo de apenas 5.000 m, caracterizando as escarpas extremante verticalizadas neste trecho da Serra da Mantiqueira (Chiessi 2004).

A Serra Fina encontra-se rodeada por florestas estacionais semidecíduas do Vale do Paraíba, a leste, e do sul de Minas Gerais, a oeste (Hueck 1972). Florestas ombrófilas montanas e alto-montanas ocorrem nas áreas acima de 1.000 metros de altitude. Florestas ombrófilas mistas podem ter sido mais representativas no sopé a oeste da Serra, mas atualmente observam-se somente alguns indivíduos de *Araucaria angustifolia* isolados e em reflorestamentos. Matas de candeias ocorrem em ambas as faces da Serra e limitam-se com os campos de altitude, formação que predomina acima de 1.500 m de altitude. A face leste da Serra Fina é bastante inclinada e de difícil acesso, sendo somente acessíveis por vales, geralmente seguindo-se cursos de rios e não foram amostradas. A face oeste e a região sul, por onde as excursões de coleta foram realizadas, apresenta um relevo relativamente menos inclinado. A face oeste compreende a região denominada Paiolinho, um vale formado pela Serra Fina, a oeste, e a Serra dos Geraldos, a noroeste, e pelo Campo do Muro, a sudeste. Este vale é preenchido por florestas estacionais montanas e por florestas ombrófilas montanas. Na região do Capim Amarelo, região sul da Serra, a vegetação no início da trilha está composta por florestas montanas, uma faixa de matas de candeias e campos de altitudes sobre rochas quartzíticas que são substituídas por rochas nifelíticas a cerca de 1.970 metros de altitude.

As formações vegetacionais amostradas foram: as florestas alto-montanas nebulares, as matas de candeia e os campos de altitude ocorrentes acima de 1.500 metros. Esta altitude foi escolhida por considerarmos representar o limite inferior da vegetação altimontana na Serra da Mantiqueira Meridional (Meireles *et al*. 2008). A floresta ombrófila alto-montana ocorre no sopé da Serra e continua acima de 1.500 metros, em contato com as matas de candeia, nessa regiões não se coletou nas florestas alto-montanas, pois seria uma amostra pouco significativa. As florestas alto-montanas nebulares representam o limite superior das formações florestais a oeste ou a leste da Serra e podem estar imersas nos campos de altitude (Figura 3 F – 4 E-F). Localizam-se em locais onde ocorre deposição de matéria orgânica, formando um solo relativamente raso, em vales, áreas planas ou declivosas. Apresentam um dossel que varia entre 7 m a 13 m de altura, um sub-bosque descontínuo com poucos arbustos e podem apresentar um estrato herbáceo denso. As matas de candeia representam uma formação com fisionomia florestal aberta, composta por árvores de baixa estatura, dominada por uma espécie de candeia, *Eremanthus erythropappus*. Apresentam um estrato herbáceo-arbustivo descontínuo, ocorre sobre um solo pedregoso aparentemente compacto e seco, podendo estar coberto por moitas de pteridófitas e lichens (Figura 3 A-B). Geralmente são observadas nas áreas de transição entre a floresta alto-montana e os campos de altitude. Os campos de altitude representam a formação predominante e ocorrem sobre um substrato rochoso quartzítico (Figura 3 C-E) ou sobre nifelina-sienitos (Figura 4 A-F). Afloramentos rochosos predominam no topo da Serra e neles as espécies ocorrem em "ilhas de vegetação" ou em frestas sobre a rocha (Figura 5 A-F).

As coletas foram realizadas percorrendo-se trilhas e em áreas mais extensas quando o relevo permitia, devido ao perfil verticalizado de várias áreas. As principais áreas de coletas foram o Pico do Capim Amarelo, com nove visitas, a Pedra da Mina e o Campo do Muro, com quatro visitas cada e um campo de altitude no município de Itamonte, três visitas. A travessia completa entre o Capim Amarelo e a Pedra da Mina foi realizada somente uma vez, como a travessia da Pedra da Mina até o Pico dos Três Estados. Foram no total 16 expedições de coleta, uma em 2004 (Fevereiro), três em 2005 (Maio, Junho e Agosto), seis em 2006 (Março, Maio, Junho, Julho, Setembro e Novembro) e seis em 2007 (Março, Abril, Junho, Julho, Agosto e Setembro). Os indivíduos em estádio reprodutivo foram coletados e as exsicatas depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC). Para a identificação das espécies utilizou-se de literatura especializada, comparação com materiais identificados por especialistas em coleções científicas, e por consulta e envio de duplicatas a especialistas. Algumas identificações foram confirmadas a partir da consulta a sites que disponibilizam imagens de tipos ou exsicatas confirmadas por especialistas. A grafia do nome das espécies foi verificada no site www.ipni.org. Para a elaboração da listagem florística adotou-se o sistema proposto

pelo APG II (APG II 2003). Verificou-se qual a riqueza de espécies férteis durante as estações climáticas anuais (verão, outono, inverno, primavera) a partir dos meses do ano em que as espécies foram coletadas em flor ou fruto. Para verificarmos como a riqueza variou ao longo do gradiente altitudinal elaborou-se uma tabela de presença e ausência considerando que cada espécie poderia estar presente nas faixas altitudinais intermediárias entre a altitude mínima e máxima em que foram coletadas. Esta tabela também foi utilizada para verificar se havia substituição de espécies ao longo do gradiente altitudinal utilizando o método ordenativo indireto de correspondência - CA (Hill 1973). Utilizou-se o método aglomerativo divisivo Twinspan (Two Way Indicator Species Analysis - Hill 1979) para averiguar como seria o compartilhamento de espécies entre as cotas altitudinais amostradas. Estas análises foram realizadas no programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006).

As distribuições geográficas das espécies foram obtidas pela consulta a literatura taxonômica (teses, revisões, trabalhos florísticos e floras regionais) e complementada em sites especializados como: http://splink.cria.org.br, http://www.tropicos.org/ e http://sciweb.nybg.org. As espécies que ocorriam somente no território brasileiro receberam siglas para as regiões geográficas brasileiras, e CS se ocorrem em países do Cone Sul (Argentina, Paraguai e Uruguai). Entres as espécies distribuídas pela região sudeste, identificaram-se as restritas a Serra Fina (E1), as restritas ao Planalto do Itatiaia (E2a) ou ocorrentes somente na Serra da Mantiqueira Meridional (E2b). Distinguimos as espécies observadas em outras cadeias montanhosas litorâneas do sudeste (E3a) das que ocorreram em campos rupestres e/ou cerrados do sudeste, centro-oeste e nordeste (E3b). Para as espécies distribuídas pelo sudeste e sul brasileiros destacamos as restritas às áreas de altitude litorâneas do sul e sudeste ou amplamente distribuídas pelos planaltos sulinos (P1), daquelas que também ocorrerem nos cerrados e campos rupestres do sudeste, centro-oeste e nordeste (P2). As espécies que ocorrem além do território brasileiro foram classificadas como de distribuição ampla, que distinguimos entre as que ocorrem pelas Américas, as ocorrentes na região Neotropical e as conhecidas somente para a América do Sul, das quais destacamos as que ocorrem somente nos Andes e/ou nas Guianas (Andes), onde separamos entre as ocorrentes nos países ao norte dos Andes (AndNorte) das observadas nos países ao sul dos Andes (AndSul). Os gêneros foram classificados em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros atuais de diversidade citados em Safford (2007) que foram obtidos em Mabberley (1996) e por Cleef e colaboradores em estudos fitogeográficas de floras tropicais alpinas (Safford 2007). Os grupos são: austral-antártico - de regiões temperadas do Hemisfério Sul; holártico - centro de diversidade no hemisfério norte temperado; temperado generalizado; cosmopolita - distribuição mundial; tropical generalizado - pelo menos 5% das espécies em um segundo continente; neotropical; e endêmico ao Brasil.

Resultados

Foram coletadas 393 espécies pertencentes a 193 gêneros e 73 famílias (Tabela 1). As famílias com maior riqueza específica foram Asteraceae (94 spp.), Poaceae (29 spp.), Melastomataceae (27 spp.), Rubiaceae (20 spp.), Cyperaceae (14 spp.), Fabaceae, Myrtaceae e Orchidaceae (13 spp.) e Ericaceae (11 spp.). Os gêneros mais ricos foram *Baccharis* (23 spp.), *Leandra* (11 spp.), *Polygala* e *Tibouchina* (09 spp.), *Mikania* (08 spp.), *Gaylussacia* (07 spp.) e *Mimosa*, *Myrcia*, *Myrsine*, *Senecio* e *Solanum* (06 spp.). Nas florestas nebulares foram coletadas 58 (14,7%) espécies pertencentes a 44 gêneros, nas matas de candeia, 102 (25,9%) espécies e 66 gêneros, nos campos quartzíticos, 121 (30,7%) espécies e 88 gêneros, e nos campos nifelíticos, 309 (78,6%) espécies e 161 gêneros. Nas florestas nebulares 20 spp. (5,0%) foram exclusivas, nas matas de candeia 28 spp. (7,1%), nos campos quartzíticos 23 spp. (5,8%) espécies e nos campos nifelíticos 164 spp. (41,7%). Entre março e maio, no outono, observaram-se 290 spp. (73,7%) férteis, entre junho e agosto, no inverno, 208 spp. (52,9%), entre setembro e novembro, na primavera, 143 spp. (36,3%) e no verão, entre dezembro e fevereiro, 100 spp. (25,4%). O mês de março, no outono, apresentou o maior número de espécies férteis (223 spp.), seguido por junho (162 spp.) no inverno, novembro (101 spp.) na primavera e fevereiro (100 spp.) no verão (Gráfico 1).

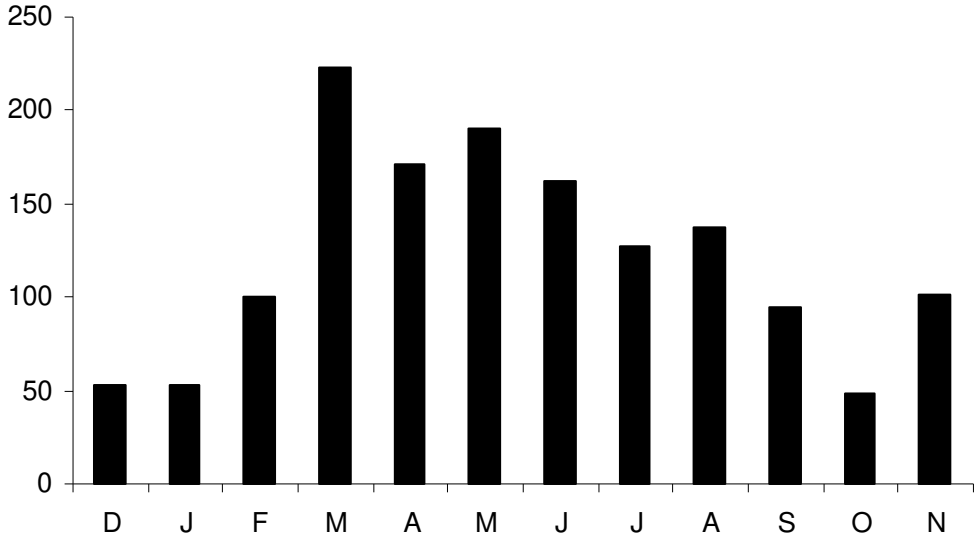


Gráfico 1: Riqueza de espécies férteis coletadas nas formações vegetacionais altimontanas da Serra Fina ao longo dos meses do ano, com sobreposição dos anos de coleta.

A riqueza de espécies por cota altitudinal (Tabela 2) aumentou entre 1.500 m (123 spp.) até 2.000 m (283 spp.) e posteriormente reduziu a partir de 2.100 m (159 spp.) até 2.800 m (31 spp.). A análise de correspondência (CA) identificou uma forte substituição de espécies ao longo do gradiente

altitudinal. Os dois primeiros eixos apresentaram uma inércia acumulada de 53.4 (eixo 1 = 33,4, λ = 0,57 e eixo 2 = 20,0, λ = 0,34). O método aglomerativo divisivo TWINSPAN separou na primeira divisão as cotas entre 1.500 m – 2.000 m de altitude das cotas entre 2.100 m - 2.800 m (λ = 0,538). A divisão posterior separou as cotas entre 1.500 m - 1.800 m das cotas de 1.900 m- 2.000m (λ = 0,349) e as cotas entre 2.100 m - 2.500 m das cotas entre 2.600 m - 2.800 m (λ = 0,400). Na cota 1.500 m – 1.800 m foram registradas 214 spp., das quais 25 spp. foram coletadas somente nesta faixa e de 1.900 m - 2.000 m, 296 spp., das quais 44 spp. foram exclusivas a essas cotas altitudinais. Entre 2.100 m - 2.500 m registraram-se 193 spp., com sete spp. exclusivas e entre 2.600 m- 2.800 m observaram-se 63 spp., das quais sete spp. exclusivas a essas cotas altitudinais.

Tabela 2: Riqueza de espécies ao longo do gradiente altitudinal amostrado na Serra Fina, sudeste do Brasil. Riqueza: número de espécies coletadas na cota indicada.

	COTAS ALTITUDINAIS						
	1500	**1600**	**1700**	**1800**	**1900**	**2000**	**2100**
Riqueza	123	118	179	191	224	283	159
	2200	**2300**	**2400**	**2500**	**2600**	**2700**	
Riqueza	155	140	121	117	63	39	

Entre as espécies que ocorrem somente no Brasil, 94 (23,9% do total) foram restritas ao sudeste (SE), sendo oito (2,0%) conhecidas somente para a Serra Fina (E1), 25 (6,4%) ao Planalto do Itatiaia (E2a) e cinco (1,3%) para a Serra da Mantiqueira Meridional (E2b). Nesse conjunto (SE), 30 (7,6%) distribuem-se pelas florestas alto-montanas e campos de altitude de outras cadeias montanhosas litorâneas do sudeste (E3a) e 23 (5,8%) em campos rupestres e cerrados de Minas Gerais (E3b). As espécies que ocorrem somente em campos de altitude e em campos rupestres e cerrados do sudeste, nordeste e centro-oeste (E3b) foram 25 (6,3%) do total de espécies. O conjunto de espécies distribuídas somente no sul e sudeste (S-SE) compreendeu 100 (25,4%), das quais 32 (8,1%) também ocorrem em países do Cone Sul. Entre essas espécies (S-SE-CS), 57 (14,5%) distribuem-se amplamente na região sul e somente em florestas e campos de áreas de altitude litorâneas no sudeste (P1). As espécies que ocorrem no sul e sudeste em formações planálticas e também nos cerrados e campos rupestres do sudeste, centro-oeste e/ou nordeste (P2) foram 75 (19,1%) espécies, com 15 (3,8%) ocorrentes no Cone Sul. As espécies com ampla distribuição geográfica foram 68 (17,3%), das quais sete (1,7%) ocorrem por todo o continente americano, 18 (4,6%) nos neotrópicos, 11 (2,8%) na América do Sul e 30 (7,6%) somente em países andinos ou no Maciço das Guianas, onde 24 (6,1%) ocorrem na região norte dos Andes, e duas (0,5%) ao sul dos Andes (Gráfico 2). Os gêneros de origem tropical representaram 70,4% da amostra, distribuídos entre 47 tropicais amplos (24,3%), 76 neotropicais (39,4%) e 14

brasileiros (7,2%). Entre os gêneros temperados, 10 (5,2%) são de origem austral-antártica, 07 (3,7%) são holárticos, 16 (8,3%) temperados e 23 (11,9%) cosmopolistas (Tabela 3). Entre as formações as proporções foram similares para os gêneros tropicais (Gráfico 3), enquanto os gêneros temperados tenderam a aumentar com a altitude e representativos principalmente nos campos nifelíticos (Tabela 4).

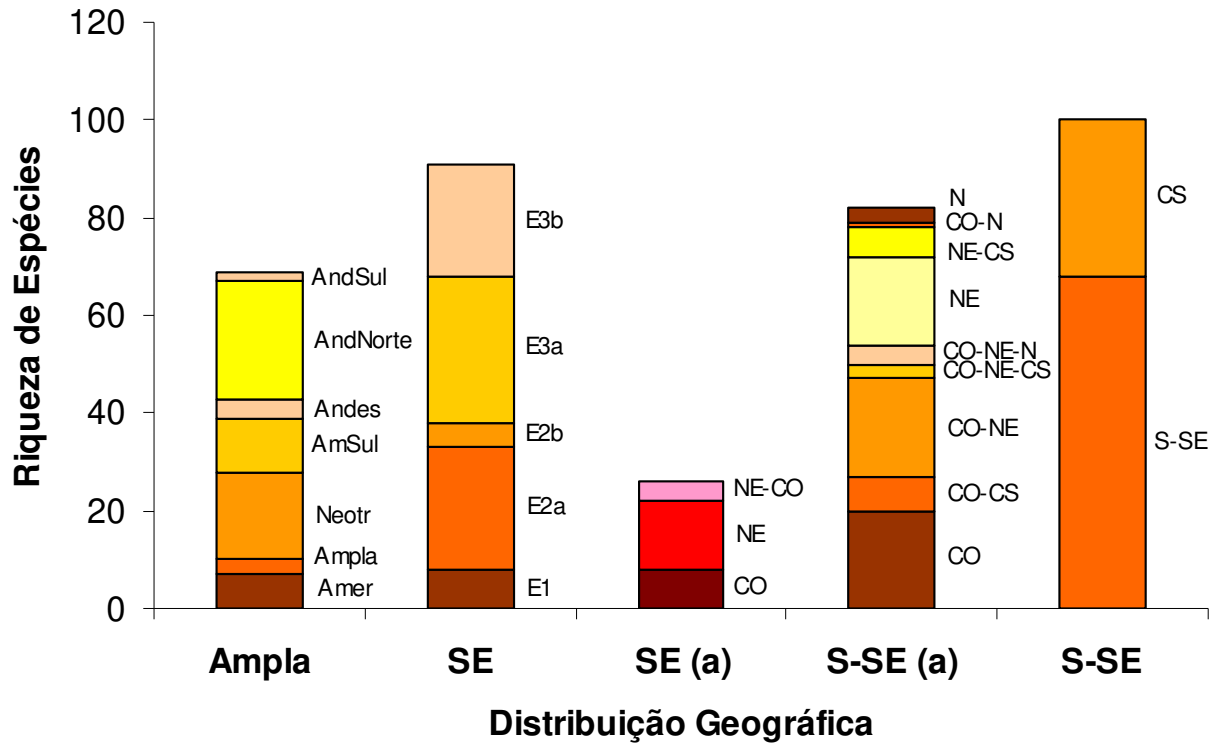


Gráfico 2: Distribuição geográfica das espécies fanerofíticas da Serra Fina, sudeste do Brasil. S: Região Sul; SE: Região Sudeste, CO: Região Centro-oeste, NE: Região Nordeste, N: Região Norte, SE (a): Região Sudeste e Nordeste e Centro-Oeste, S-SE (a): Região Sul, Sudeste, Centro-oeste, Nordeste e Norte, CS: Países do Cone Sul (Argentina, Paraguai e Uruguai), Amer: Continente Americano, Neotr: Neotropical, AmSul: América do Sul, AndNorte: Andes Tropical, AndSul: Andes Temperado.

Tabela 4: Riqueza de gêneros nos grupos fitogeográficos entre as formações vegetacionais da Serra Fina, sudeste do Brasil. Cosmop.: Cosmopolita; Aust.-Ant.: Austral-Antártico, Temper.: Temperado; Neotropr.: Neotropical. N: Número absoluto; P: Porcentagem para a formação. GT: Total de gêneros por formação vegetacional

	Cosmop.		Aust.-Ant.		Holártico		Temper.		Neotropr.		Tropical		Brasil		
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	GT
CANDEIA	7	10,6	2	3,0	0	0,0	0	0,0	31	47,0	21	31,8	5	7,6	66
QUARTZO	14	15,9	4	4,5	0	0,0	6	6,8	37	42,1	23	26,2	4	4,5	88
NEBULAR	7	15,9	6	13,6	1	2,3	2	4,5	16	36,4	8	18,2	4	9,1	44
NIFELINA	21	13,1	10	6,2	7	4,4	14	8,7	61	37,8	39	24,2	9	5,6	161
TOTAIS	23	11,9	10	5,2	7	3,7	16	8,3	76	39,4	47	24,3	14	7,2	193

Tabela 3: Grupos fitogeográficos dos gêneros coletados nas formações vegetacionais alto-montanas da Serra Fina, sudeste do Brasil. Num.: Número absoluto de gêneros por padrão. Porc.: porcentagem em relação ao número total de gêneros.

Grupos Fitogeográficos	Num.	Porc.
TEMPERADOS		
Austral-antártico		
Boopis, Cortaderia, Drimys, Escallonia, Fuchsia, Gaultheria, Griselinia, Myrceugenia, Sisyrinchium, Weinmannia	10	5,2%
Holártico		
Berberis, Cunila, Hypochaeris, Lupinus, Rhamnus, Valeriana, Viola	07	3,7%
Temperado Amplo		
Agrostis, Arenaria, Briza, Calamagrostis, Carex, Convolvulus, Conyza, Danthonia, Hieracium, Hypericum, Juncus, Linum, Melica, Plantago, Ranunculus, Senecio	16	8,3%
Cosmopolitas		
Anagallis, Bidens, Borreria, Cerastium, Dioscorea, Drosera, Erigeron, Eryngium, Euphorbia, Festuca, Galium, Hydrocotyle, Ilex, Lobelia, Machaerina, Oxalis, Panicum, Polygala, Rhynchospora, Salvia, Solanum, Utricularia, Wahlenbergia	23	11,9%
TROPICAIS		
Endêmicas do Brasil		
Actinocephalus, Campomanesia, Chaetostoma, Eremanthus, Fernseea, Graphistylis, Grazielia, Inulopsis, Lavoisierea, Macropeplus, Schlumbergera, Sophronitis, Symphyopappus, Trembleya	14	7,2%
Neotropical		
Abatia, Alibertia, Alophia, Alstroemeria, Axonopus, Baccharis, Banisteriopsis, Barbacenia, Brunfelsia, Byrsonima, Calolisianthus, Camptosema, Chaptalia, Chionolaena, Chromolaena, Chusquea, Coccocypselum, Collaea, Cranichis, Cuphea, Dasyphyllum, Declieuxia, Dendrophorbium, Ditassa, Dyckia, Emmeorhiza, Epidendrum, Esterhazya, Euplassa, Galianthe, Gaylussacia, Hesperozygis, Heterocondylus, Hippeastrum, Hindsia, Ichnanthus, Koanophyllon, Lagenocarpus, Lamanonia, Leandra, Leiothrix, Lepechinia, Lucilia, Manetia, Miconia, Microlicia, Myrcia, Nidularium, Oncidium, Orthosia, Oxypetalum, Paepalanthus, Passiflora, Pelexia, Pentacalia, Pimenta, Piptocarpha, Pleurostachys, Pleurothallis, Praxelis, Prescottia, Rhabdocaulon, Roupala, Sinninga, Siphocampylus, Siphoneugena, Stevia, Struthanthus, Tabebuia, Tibouchina, Tricogonia, Trixis, Verbena, Verbesina, Vriesea, Zygopetalum	76	39,4%
Tropical Amplo		
Achyrocline, Agarista, Alternanthera, Andropogon, Buddleja, Bulbostylis, Chamaecrista, Cissus, Clethra, Crotalaria, Croton, Cyperus, Dalbergia, Dichondra, Erythroxylum, Eugenia, Gamochaeta, Gochnatia, Gordonia, Habenaria, Homolepis, Hypoxis, Hyptis, Jacquemontia, Justicia, Lantana, Maytenus, Microstachys, Mikania, Mimosa, Myrsine, Mytracarpus, Ocotea, Ouratea, Paspalum, Peperomia, Persea, Schizachyrium, Senna, Smilax, Sorghastrum, Stenocline, Symplocos, Ternstroemia, Trachypogon, Vernonia, Xyris	47	24,3%
Totais:	193	100%

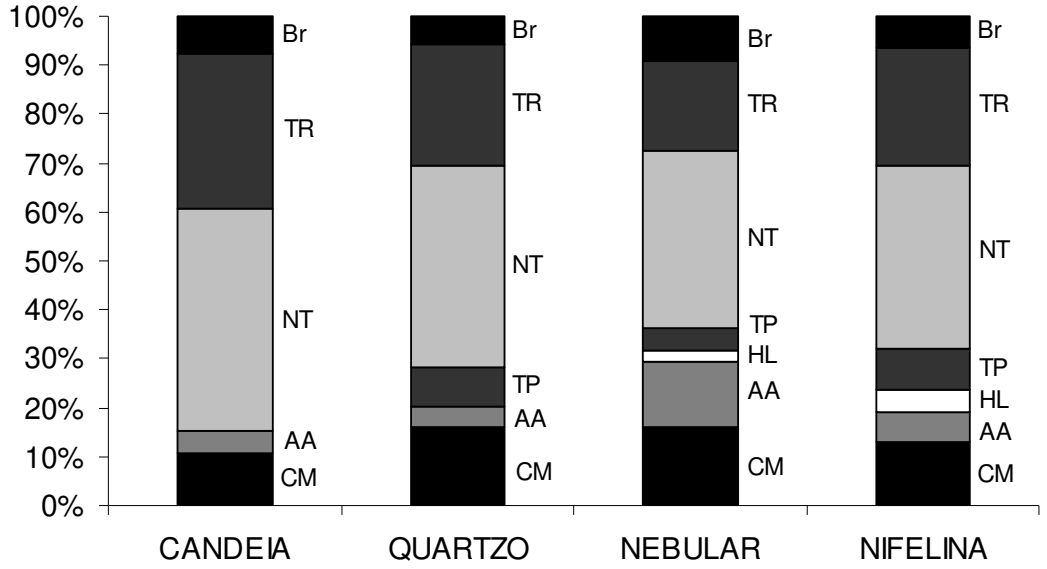


Gráfico 3: Porcentagens dos gêneros entre os sete grupos fitogeográficos ocorrentes nas formações vegetacionais altimontanas da Serra Fina, sudeste do Brasil. AA: austral-antártico; Br: restritos ao Brasil; CM: cosmopolistas; HL: holártico; NT: neotropical; TP: temperado; TR: tropical.

Discussão

Comunidades vegetais locais não devem ser consideradas unidades ecológicas isoladas (Almeida *et al*. 2004). A abundância, diversidade e distribuição de espécies de uma área são determinadas por processos regionais e históricos que operam nas linhagens filogenéticas observadas ao longo do tempo numa escala geográfica (Ricklefs 2006). A distribuição geográfica de cada espécie é única e determinada por características auto-ecológicas, por barreiras geo-climáticas, mudanças climáticas e por processos ecológicos históricos (Janzen 1967, Brown *et al*. 1996). As espécies que ocorrem na Serra Fina toleram condições adversas como temperaturas noturnas congelantes, temperaturas altas durante o dia, geadas, estacionalidade climática e mudanças físicas como alta intensidade luminosa e baixa pressão atmosférica (Dusén 1955, Segadas-Viana & Dau 1965, Medina *et al*. 2006). Entretanto, elas apresentaram padrões de distribuição geográfica distintos sugerindo que as suas difusões ocorreram em momentos climáticos distintos (Rambo 1951, Brade 1956, Rizzini 1997).

Para os maciços montanhosos litorâneos do sudeste brasileiro com floras sistematicamente coletadas a riqueza conhecida variou entre 415 spp. - 456 spp. para a Serra do Itatiaia (Brade 1956, Martinelli & Bandeira 1989), e 347 spp. - 531 spp. para a Serra dos Órgãos (Brade 1951, Martinelli & Bandeira 1989). Na vegetação rupícola em áreas distintas dos Aparados da Serra, na região sul, a riqueza variou de 236 spp. a 354 spp. (Falkenberg 2003), enquanto Rambo (1956) citou entre 289 spp. a 477 spp., incluindo florestas de Araucária. Tramujas (2000) relacionou 140 espécies fanerofíticas nos campos de altitude do Maciço do Ibitiraquiri e Pico Capivari Grande, enquanto Mocochinski & Scheer

(2008) citaram 260 espécies para seis trechos de campos de altitude na Serra do Mar do Paraná. Estas diferenças podem estar relacionadas ao esforço e metodologias de coleta, condicionado ao tempo de amostragem, área total amostrada, critérios de inclusão, a variedade de microambientes e formações vegetacionais, a gradientes climáticos, variações pedológicas, topografia e relevo locais. A posição geográfica da área de estudo focal também é importante, pois está associada à contribuição de diferentes biomas na florística local (Gentry 1995).

As famílias e gêneros das espécies ocorrentes nas formações altimontanas da Serra Fina são de grande importância florística em outras regiões de altitude do sul e sudeste brasileiro (Brade 1951, Brade 1956, Rambo 1956, Falkenberg 2003, Freitas & Sazima 2006). Os campos de altitude da Serra da Mantiqueira são floristicamente relacionados com campos úmidos do sudeste e campos planálticos sulinos (Scaramuzza 2006, Safford 2007). Safford (2007) verificou uma maior similaridade florística entre os campos de altitude do sudeste com os Aparados da Serra (9,1%) e com formações campestres ao norte dos Andes e das Serras de Tucumán (~2%), maior que a semelhança com cerrados no Triângulo Mineiro (0,5%), apenas 740 km de distância. As florestas alto-montanas apresentaram similaridades florísticas com florestas do topo das montanhas da Serra do Mar do estado do Paraná e Santa Catarina, com as quais compartilham um considerável número de espécies e alta similaridade genérica. As matas de candeia ocorrem em outras áreas de altitude do sul de Minas e ao longo da Cadeia do Espinhaço e são dominadas por espécies do gênero *Eremanthus*, normalmente em áreas de transição entre florestas densa e as formações mais abertas. Mas representam uma associação vegetacional pouco estudada, e geralmente são compostas por espécies da vegetação do entorno (Oliveira-Filho & Fluminham-Filho 1999).

Na Serra Fina as diferentes formações contribuíram com proporções distintas para a riqueza total, mas o compartilhamento de espécies entre elas foi relativamente alto. Observou-se um aumento da riqueza de espécies entre 1.500 a 2.000 m e uma redução a partir de 2.100 m até 2.800 m de altitude. A substituição de formações vegetacionais ao longo do gradiente altitudinal está associada à distribuição da riqueza, com as matas de candeia representando a principal formação nas cotas altitudinais mais baixas com uma riqueza mediana e a posterior ocorrência dos campos de altitude que contribuíram com a maior riqueza entre as formações amostradas. O perfil topográfico bastante escarpado da Serra não permite área equânime entre as cotas altitudinais, dificultando também o esforço de coleta entre elas. A redução do número de espécies a partir de 2.100 pode estar relacionada a mudanças micro-climáticas locais e variações pedológicas e grau de decomposição da rocha, quando afloramentos rochosos passam a ser mais representativos (Segadas-Viana & Dau 1965). A partir de 2.500 m de altitude as condições se tornam ainda mais restritivas e a vegetação se torna descontínua

ocorrendo em manchas sobre a rocha aflorada, ocorrendo um número reduzido de espécies e é onde justamente cinco espécies novas e possivelmente endêmicas da Serra Fina foram coletadas. Essas áreas também se encontram freqüentemente acima do limite de nuvens que se formam nessa região.

No início do outono, verificou-se o maior número de espécies férteis na Serra Fina. Freitas & Sazima (2006) verificaram nos campos de altitude da Serra da Bocaina um pico de floração durante os meses úmidos e uma redução nas estações secas. Os meses de maior umidade na Serra Fina foram sub-amostrados, pois representam a época de maior dificuldade de acesso às suas áreas de altitude. Em novembro, observamos um aumento no número de espécies férteis em relação aos meses secos anteriores, sugerindo que durante o verão este número aumente significativamente. Freitas & Sazima (2006) verificaram uma relação entre o número de espécies férteis por estação e o comportamento dos agentes polinizadores em campos de altitude. Durante a estão seca verifica-se uma redução no número de espécies férteis que oferecem recursos para abelhas, que justamente no inverno reduzem sua atividade (Freitas & Sazima 2006). Entretanto, vespas apresentam uma constância em suas atividades durante todo o ano. Espécies vegetais polinizadas por estes agentes foram abundantes durante a estação seca na Serra Fina, como Asteraceae, Cyperaceae e Poaceae. Espécies polinizadas por vespas são também aparentemente anemófilas e isto pode ser um fator que concentre a floração dessas espécies nos meses mais secos do ano (Freitas & Sazima 2006).

A proporção e a distribuição das formações vegetacionais nos maciços de altitude brasileiros variam e estão fortemente associadas às variações topográficas e pedológicas locais (Brade 1951, Brade 1956, Segadas-Viana 1965, Martinelli & Bandeira 1989, Safford 1999a). Segadas-Viana (1965) verificou que o micro-clima e topografia como os principais fatores envolvidos na distribuição e na co-ocorrência das formações vegetacionais ao longo do gradiente altitudinal no Maciço do Itatiaia. Na Serra Fina, a mata de candeia esteve composta por espécies advindas das formações florestais adjacentes, principalmente para o estrato arbóreo-arbustivo, e dos campos de altitude, para o estrato herbáceo e arbustivo. Esta mata está composta predominantemente por *Eremanthus erythropappus* e espécies arbustivas dos gêneros *Croton*, *Euplassa*, *Dalbergia*, *Leandra*, *Maytenus*, *Miconia*, *Myrsine* e várias espécies herbáceas e lianas das famílias Acanthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rubiaceae e Verbenaceae e outras. Esta estreita faixa vegetacional funciona como uma área tampão para os campos adjacentes e sua ocorrência geralmente está associada a solos rasos e o regime de incêndios tem sido um dos fatores destacado para a determinação dos limites deste tipo florestal (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho 1999).

As florestas nebulares dispersaram-se por áreas com relevo de plano a declivoso ou encaixadas em vales relativamente protegidos de ventos e onde a umidade e a e profundidade dos solos e a

concentração de nutrientes permitem sua instalação no topo da Serra (Segadas-Viana 1965). Elas ora ocorrem de forma mais contínua ou como manchas em campos em altitudes até 2.500 metros de altitude. Bambus do gênero *Chusquea* são freqüentes nestas florestas e geralmente formam moitas que preenchem a área vaga do dossel entre as copas das árvores (Meireles *et al*. 2008). Em algumas áreas contínuas às florestas alto-montanas observa-se uma vegetação intransponível composta somente por *Chusquea pinifolia*. Essas florestas apresentam uma composição florística distinta das florestas em altitudes inferiores, sendo comum observar espécies endêmicas e várias delas pertencentes a gêneros frequentemente observados em florestas nebulares por todo globo, destacando-se gêneros de elevada riqueza em formações montanas andinas (Hamilton *et al*. 2005, Falkenberg & Voltolini 2005, Meireles *et al*. 2008). A presença de neblina de forma persistente, freqüente ou sazonal é uma característica climática fundamental para a manutenção destas florestas em áreas de altitude (Hamilton *et al*. 1995).

As espécies arbóreas que compuseram essas florestas na sua maioria são restritas às áreas montanhosas do sul e sudeste brasileiro e algumas são endêmicas do Planalto do Itatiaia, como *Senna itatiaiae* e *Solanum itatiaiae* (Brade 1956, Irwin & Barneby 1982). Asteraceae, Aquifoliaceae, Celastraceae, Clethraceae, Cunoniaceae, Escalloniaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Proteaceae, Solanaceae, Symplocaceae e Winteraceae foram as famílias das espécies que compuseram o dossel destas florestas. São abundantes nas matas da Serra Fina as espécies *Escallonia organensis*, *Myrceugenia alpigena*, *Myrsine gardneriana*, *Symphyopappus itatiayensis*, *Symplocos corymboclados e Weinmannia humilis* e outras espécies correntemente citadas como indicadores de florestas de altitude, como *Clethra scabra*, *Drimys brasiliensis* e *Roupala rhombifolia* (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Meireles *et al*. 2008). Várias destas espécies arbóreas são arburtos e arvoretas nos campos de altitude. O sub-bosque das matas nebulares da Serra Fina apresentou-se pouco denso e esteve composto por arbustos dos gêneros *Baccharis, Leandra*, *Salvia* e ervas e lianas dos gêneros *Carex*, *Fuchsia, Griselinia, Hydrocotyle, Pentacalia*, *Senecio*, *Schlumbergera*, *Valeriana* e outras. Algumas espécies deste estrato são endêmicas da Serra da Mantiqueira como *Baccharis maxima*, *Fuchsia campos-portoi*, *Manetia pauciflora*, *Salvia ombrofila* e *Schlumbergera opuntioides* (Barroso 1957, Pereira 1957, Berry 1989, Macias 2007, Zappi *et al*. 2007).

Os campos de altitude representam a formação vegetacional mais extensa e com a maior variação fisionômica na Serra Fina. Apesar desses campos serem dominados fisionomicamente por gramíneas, Asteraceae representa a família de maior importância para a constituição florística nas formações campestres alto-montanas atlânticas (Brade 1956, Falkenberg 2003, Meireles 2003). A região sudeste brasileira representa um dos centros de riqueza para esta família no Brasil e suas distintas tribos e gêneros apresentam riquezas diferentes entre os campos rupestres, cerrados e campos

de altitude, provavelmente devido às suas especificidades climáticas e pedológicas (Nakajima & Semir 2001, Almeida *et al*. 2004, Caiafa & Silva 2005, Alves *et al*. 2007). Nos campos de altitude, os gêneros *Baccharis, Chionolaena*, *Dendrophorbium*, *Graphystilis* e *Senecio* destacam-se pela riqueza de espécies e importância fisionômica, com muitas de suas espécies restritas aos maciços de altitude atlânticos (Brade 1956, Cabrera 1957, Falkenberg 2003, Freire 1993). Nos cerrados e campos rupestres destacam-se pela riqueza os gêneros *Aspilia*, *Actinoseris*, *Calea*, *Chromolaena*, *Eremanthus*, *Lessingianthus*, *Lychnophora*, *Vernonanthura* (Nakajima & Semir 2000, Almeida *et al*. 2004, Almeida *et al*. 2005, Giulietti *et al*. 1987, Zappi *et al*. 2003). A tribo Eupatoriae apresenta uma riqueza similar entre campos do sul e sudeste, mas o número de registros únicos sugere a especificidade de algumas de suas espécies à determinada região (Almeida *et al.* 2004).

Segadas-Viana (1965) relacionou condições do micro-relevo e grau de drenagem de solo aos principais tipos fisionômico-estruturais dos campos no Itatiaia e os diferenciou em campos graminóides, campos sobre turfeiras, escrubes e afloramentos rochosos, identificando associações distintas de espécies para cada condição fisiográfica. Na Serra Fina os campos variaram também quanto ao tipo de substrato pedológico. Na porção sul, subida para o Pico do Capim Amarelo, os campos ocorreram sobre solos derivados de rochas quartzíticas alcalinas entre 1.500 m e 2.000 m de altitude (Chiesse 2004). Estes campos apresentaram uma matriz graminóidea cespitosa, baixa e contínua e estão compostos por espécies dos gêneros *Briza*, *Danthonia*, *Panicum*, *Paspalum*, *Schizachyrium* e *Trachypogon*. As espécies *Chusquea pinifolia*, *Cortaderia* sp. e *Machaerina ensifolia*, que dominam os campos em altitudes maiores, não são observadas nestes campos. Observa-se também uma fisionomia mais arbustiva ora formada por *Baccharis platypoda* (Figura 3 E) ou *Baccharis reticularia* (Figura 3 D). Pequenos arbustos dos gêneros *Agarista*, *Baccharis*, *Brunfelsia*, *Esterhazya*, *Collaea*, *Crotalaria*, *Gaultheria*, *Gaylussacia*, *Gochnatia*, *Gordonia*, *Myrcia*, *Ocotea*, *Ouratea*, *Persea*, *Roupala*, *Symphyopappus* e *Tibouchina* dispersam-se por estes campos, além de ervas dos gêneros *Actinocephalus*, *Dyckia*, *Epidendrum*, *Eryngium*, *Koanophyllon*, *Lobelia*, *Lucilia*, *Paepalanthus*, *Prescottia*, *Stenocline*, *Xyris* e *Wahlenbergia*.

Os campos que ocorrem sobre as rochas nifelíticas alcalinas foram os que apresentaram maior variação fisionômica. Eles se distribuem por áreas planas e muito declivosas, sobre turfeiras formadas nos vales planos do alto da Serra e em ilhas de vegetação, compostas por distintas espécies-tapete nos afloramentos rochosos. Ocorrem geralmente a partir de 1.900 metros de altitude e estão compostos por gramíneas altas como *Chusquea pinifolia*, *Cortaderia* sp. e *Machaerina ensifolia*, uma ciperácea, em diferentes associações ao longo do gradiente altitudinal. Os campos em áreas declivosas, em altitudes medianas, e no topo de alguns picos, sem rocha aflorada, são dominados por extensas manchas de

Cortaderia sp. associadas à *Machaerina ensifolia*. Indivíduos de *Cortaderia* sp. formam touceiras cespitosas de até 2,0 metros de altura e pode-se observar até outras plantas vegetando sobre elas como *Alstroemeria isabelleana* e *Rhabdcaulon coccineus* (Segadas-Viana 1965, Longhi-Wagner 2001). Neles ocorrem arbustos altos ou baixos com copas arrendodadas e/ou muito ramificados, que podem formar densos escrubes, dos gêneros *Abatia*, *Baccharis*, *Berberis*, *Buddleja, Collaea*, *Escallonia*, *Ilex*, *Hesperozygis*, *Hindsia*, *Lepechinia*, *Maytenus*, *Mimosa*, *Myrceugenia*, *Roupala*, *Salvia*, *Symplocos*, *Ternstroemia*, *Tibouchina*, *Verbesina*, *Weinmannia*. Entre as ervas, *Achyrocline*, *Bulbostylis*, *Coccosypselum*, *Declieuxia*, *Dendrophorbium*, *Drosera*, *Galium*, *Gaylussacia*, *Graphistylis*, *Griselinia*, *Polygala*, *Rhynchospora*, *Senecio*, *Siphocampylus*, *Stevia*, *Trixis*, *Verbena* são exemplos de gêneros ocorrentes nestes campos.

Nos campos do topo da Serra Fina a matriz graminóide ora esteve composta por *Cortaderia* sp. e *Machaerina ensifolia* ora por *Chusquea pinifolia*, que ocorre em maior abundância somente nas áreas de maior altitude. O controle da ocorrência local dessas espécies parece estar relacionado ao tipo do solo e grau de decomposição da rocha e a padrões de drenagem locais (Tramujas 2000, Medina *et al.* 2006). Quando *Cortaderia* sp. e *Chusquea pinifolia* co-ocorrem, elas formam um mosaico de manchas distintas nas vertentes dos vales (Figura 4 D). *Macherina ensifolia* e *Chusquea pinifolia* podem dominar a matriz em algumas áreas, como na face sudoeste da Pedra da Mina (Figura 1 C). As turfeiras no alto da Serra estão dominadas por *Cortaderia* sp. (Figura 2 A-D) e *Chusquea pinifolia* parece não ocorres nessas áreas, sendo substituída por *Chusquea microphylla* (Figura 2 D). Nelas verifica-se a presença de nascentes d'água e pequenas áreas como solos expostos podem ser observadas e provavelmente correspondem aos locais com maior concentração de água durante o ano (Figura 2 C-D). A presença de água e o solo com baixos níveis de decomposição, formados por uma densa cobertura de *Sphagnum* parece ser um ambiente restritivo para a maioria das espécies campestres. *Berberis kleinii* (Figura 8 B), *Juncus microcephalus*, *Cunila galioides*, *Boopsis itatiaiae*, *Chionolaena* sp. (Figura 7 C) são exemplos de espécies coletadas nas turfeiras. Segadas-Viana (1956) descreveu um conjunto maior de fisionomias relacionadas à presença de água para a Serra do Itatiaia. Mas na Serra Fina, os poucos locais onde ocorre água empossada são de difícil acesso, mas podemos observar pequenas empoçadas dominadas por *Machaerina ensifolia* (Figura 4 C).

Afloramentos rochosos distribuem-se por toda a extensão da Serra e predominam na região da Pedra da Mina, acima de 2.500 metros de altitude. Sobre a rocha aflorada as plantas ocorrem em frestas nas rochas ou em "ilhas de vegetação" que se formam em diferentes condições fisiográficas (Caiafa & Silva 2005, Medina *et al*. 2006). Essas ilhas são compostas por algumas espécies-tapete que permitem a acumulação de sedimentos e o estabelecimento de outras espécies, em diferentes associações (Safford

& Martinelli 2000, Caiafa & Silva 2007, Medina *et al*. 2006,). Na face leste da Pedra Mina as ilhas de vegetação estão compostas por *Barbacenia gounelleana*, endêmica do Planalto do Itatiaia e adjacências (Mello-Silva 2005). São freqüentes na Pedra da Mina as espécies *Baccharis* sp., *Baccharis leucopappa*, *Chaetostoma armatum*, *Chionolaena capitata*, *Chionolaena isabellae*, *Chusquea microphylla*, *Croton erythroxyloides*, *Escallonia laevis*, *Galium shepherdii*, *Leiothrix argyroderma*, *Paepalanthus itatiaiensis*, *Symplocos* sp., *Stevia camporum*. *Chusquea pinifolia* é freqüente nos afloramentos e podem formar extensos tapetes em áreas com solos rasos, onde ocorrem as espécies *Baccharis uncinella*, *Chionolaena* sp., *Graphistylis itaitiaie*, *Graphistylis organensis*, *Senecio* sp. Algumas moitas de *Chusquea microphylla*, *Cortaderia* sp., *Machaerina ensifolia* e *Rhynchospora* sp. também ocorem dispersas pelos afloramentos. Em alguns afloramentos dispersos pela Serra, *Chionolaena isabellae* e *Chionolaena capitata* destacam-se pela alta abundância. Nos afloramentos em altitudes menores tornam-se mais freqüentes espécies do gênero *Bulbotylis* spp. formando os tapetes junto com briófitas onde ocorrem *Polygala* spp., *Chaetostoma armatum*, *Esterhazya splendida*, *Hippeastrum psitacinum* e *Oxypetalum glaziovii*. Ribeiro *et al*. (2007) relataram que os afloramentos rochosos da Serra Fina apresentam maior proporção de fanerófitos do que na Serra do Itatiaia, evidenciando condições fisiográficas e uma dinâmica de ocupação distintas entre essas áreas.

A distribuição descontínua dos maciços de altitude ao sul do Brasil promove o isolamento de suas formações vegetacionais montanas e das espécies que as compõem (Safford 1999a). Isto pode restringir o fluxo gênico e a conectividade entre populações inter-cruzantes, promovendo processos de especiação, favorecendo a ocorrência de endemismos (Chaverri-Polini 1998, Barbará *et al*. 2007). Os campos de altitude além de apresentarem uma pequena área estão isolados por uma extensa matriz de florestal ao longo de sua distribuição geográfica (Safford 1999a). Na Serra Fina oito morfoespécies foram identificadas como não descritas e possivelmente endêmicas (Figura 7 A-D). Entre elas, *Baccharis sp.* (Figura 7 B) está relacionada morfologicamente com um espécie boliviana, pertencentes a um sub-gênero ocorrente principalmente em áreas montanhosas (G. Heiden, com.pess.). *Chionolaena* sp. (Figura 7 C)está relacionada a outras espécies do gênero com um único capítulo terminal que apresentam distribuição geográfica restrita em outras maciços de altitude sul-americanos (Freire 1993). *Senecio* sp. (Figura 7 A) está relacionado morfologicamente a outra espécie de cerrado ocorrente principalmente no Mato Grosso do Sul (A.Teles, com.pess.). *Persea* sp. é um pequeno arbusto com folhas glabras, hábito e morfologia pouco freqüente para as outras espécies do gênero (J.B.Baitello, com.pess.). *Rhynchosopora* sp. está relacionada morfologicamente a uma espécie de restinga (W.Thomas, com.pess.). *Symplocos* sp. (Figura D) está relacionada a espécies de matas de araucária e florestas e campos alto-montanos da seção Barberineae (J.Aranha-Filho, com.pess.). *Cortaderia* sp.

pode também se tratar de uma espécie não descrita (Longhi-Wagner 2001) A ocorrência de morfo-espécies com coloração floral distintas, como *Esterhazia splendida* com flores amarelas, geralmente com flores alaranjadas a avermelhadas (Souza 2003), *Collaea speciosa* com flores róseo-azuladas (Figura 6 F), geralmente com flores avermelhadas (Sazima *et al*. 1996), além de *Camponanesia* sp., que pode se tratar de um híbrido (I.R.Costa com.pess.), denotam a ocorrência de variações morfológicas e genéticas que podem estar associadas às condições ecológicas diferenciadas em áreas com altitude elevada.

A especificidade climática de várias espécies vegetais montanas, associada à distribuição descontínua das montanhas ao sul do Brasil também promovem uma distribuição geográfica disjunta de muitas das espécies campestres e florestais montanas atlânticas. Mudanças climáticas que causam fragmentação na distribuição de formações vegetacionais, eficiência da dispersão, extinção de populações intermediárias, mudanças geomorfológicas e a influência causada pelo homem estão entre os fatores comumente associados a estas hipóteses (Pielou 1979, Brow & Lomolino 1998, Spellerberg & Sawyer 2000). No caso de espécies montanas a distribuição disjunta pode estar associada a efeitos latitudinais e altitudinais que influenciam na similaridade climática entre áreas numa escala geográfica (Pielou 1979). Para as espécies restritas ao sudeste destacamos disjunções com a Serra do Caparaó e de alguns registros recentes para o Pico das Almas, na Bahia e com o Maciço Goiano, como os de maior distância geográfica. As demais podem estar distribuídas em mais de uma serra litorânea e geralmente são pouco freqüentes e abundantes.

Várias espécies apresentam uma distribuição geográfica disjunta com a região sul provavelmente devido à ausência de um clima temperado nas áreas de altitude intermediárias entre a Serra da Mantiqueira e o Planalto Sulino. Algumas dessas espécies são observadas no Planalto Atlântico Paulista na região do município de São Paulo, sugerindo uma reocupação vegetacional nesta região (Ledru *et al*. 2005, Catharino *et al*. 2006). *Berberis kleinii* (Figura 8 B), por exemplo, tem coletas conhecidas somente para os Aparados da Serra e o Planalto do Itatiaia e é pouco freqüente nessas regiões (Mattos 1967). *Chionolanea latifolia* (Figura 8 D) é uma espécie disjunta com o Maciço das Guianas e o Planalto do Itaitaia, e que pode representar um exemplo de dispersão à longa distância ou extinções de populações intermediárias (Freire 1993). *Cissus striata, Griselinia ruscifolia* e *Myrceugenia ovata* ocorrem em florestas temperadas chilenas e argentinas e distribuem-se pelas florestas e campos montanos atlânticos, e suas distribuições disjuntas podem estar associda a presença de um clima seco com formações xéricas no Chaco Argentino (Landrum 1981a, Lombardi 2000, Barros 2002, Spichiger *et al*. 2004).

A Serra Fina e a Serra do Itatiaia são dois maciços de rochas alcalinas com o maior desnível altitudinal no Brasil e apresentam grandes similaridades climáticas e vegetacionais. Brade (1956) delimitou cinco elementos florísticos para a flora da Serra do Itatiaia: o elemento subtropical, o elemento xerófilo do Brasil Central, o elemento antártico, o elemento austral-andino e o elemento andino. A flora da Serra Fina está em parte composta por um conjunto de espécies endêmicas ou compartilhadas somente com Planalto do Itatiaia, cerca de 8% do total de espécies, e algumas restritas a Serra da Mantiqueira Meridional (Figura 6 A,C,E, - Fig 7 A-D, Figura 8 A,C, D). As porcentagens de espécies endêmicas em outros campos de altitude variam entre 3% a 4%, na Serra da Bocaina e Serra dos Órgãos, a 7% a 11% no Caparaó e no Itatiaia (Martinelli & Bandeira 1989, Safford 2007). As espécies restritas ao sudeste brasileiro que ocorrem nas formações alto-montanas e montanas de uma ou mais serras de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, com algumas ocorrendo nas montanhas litorâneas do Espírito Santo, representaram 7,6% dessa flora. O conjunto de espécies que se distribuem pelos campos de rupestres e cerrados do estado de Minas Gerais, e também em áreas montanas da Bahia e Goiás, correspondeu à cerca de 30%, incluindo espécies que ocorrem também na região sul. Martinelli & Bandeira (1989) citaram uma porcentagem menor de espécies compartilhadas com campos rupestres, de aproximadamente de 6% a 20%, para outros campos de altitude do sudeste. Estas diferenças podem estar relacionadas à posição geográfica e a duração do período seco entre montanhas da Serra do Mar e da Mantiqueira (Martinelli & Bandeira 1989, Alves *et al*. 2007).

As espécies que se dispersam pelas áreas de altitude do sul e sudeste brasileiro, típicas de climas frios e úmidos com estacionalidade menos acentuada, representaram 25% do total de espécies. Muitas delas são amplamente distribuídas nos campos planálticos e nas florestas de Araucária sulinas e ocorrem no sudeste somente em formações em maiores altitudes, e algumas são pouco freqüentes em ambas as regiões. Algumas se distribuem somente nas áreas de altitude da costa atlântica e outras ocorrem também nos cerrados e campos rupestres do sudeste e centro-oeste. Do conjunto de espécies que ocorrem além do território brasileiro (17,3%), destacam-se aquelas que ocorrem ao longo dos Andes. Uma maior proporção de espécies é compartilhada com formações dos Andes Tropicais, do que com regiões andinas temperadas. Safford (2007) verificou que pelo menos 11% das espécies vegetais ocorrentes nos campos de altitude brasileiros são compartilhadas com regiões andinas, e geralmente pertencem a gêneros da família Asteraceae, e muitas apresentam um comportamento ruderal (Safford 2007). Algumas espécies herbáceas, epífitas e arbóreas, que podem ser arbustos em campos de altitude, apresentam uma distribuição peri-amazônica e ocorrem em florestas montanas tropicais andinas, como *Clethra scabra*, *Rhamnus sphaerosperma* e *Pimenta pseudocaryophyllus* (Johnston & Johnston 1978, Landrum 1986, Granville 1992, Oliveira-Filho & Ratter 1995).

Para as formações campestres brasileiras, Scaramuzza (2006) verificou que a isotermalidade, sazonalidade térmica e precipitação dos meses mais úmidos como as variáveis mais correlacionadas à distribuição das espécies. A tolerância a temperaturas baixas e às geadas são uma das principais adaptações fisiológicas exigidas para as plantas em altitudes elevadas (Smith & Young 1987, Safford 2007). Nos campos de altitude do sudeste, as temperaturas mínimas podem chegar a -6°C e ocorrer mais de 30 dias de geadas por durante o ano, enquanto na região sul podem alcançar até -10°C e 60 dias de geadas (Nimer 1977a,b, Safford 1999b). Cerca de dois terços da flora da Serra Fina distribuem-se por áreas litorâneas de altitude mais úmidas e frias do sul e sudeste brasileiros. As espécies que ocorrem nos cerrados e campos rupestres toleram maiores temperaturas médias anuais e estacionalidade climática (Alves *et al*. 2007). Dentre essas, principalmente espécies arbóreas, são encontradas em florestas de galeria ou florestas interioranas com maior altitude. Muitas dessas espécies não ocorrem na região sul, tendo seu limite setentrional nas montanhas litorâneas do sudeste brasileiro, que representariam uma barreira geográfica para as espécies do interior ocuparem campos litôraneos mais baixos ou restingas (Alves *et al*. 2007). As populações dessas espécies tolerariam maior incidência de geadas na Serra Fina e estão localizadas em altitudes medianas. Em direção o sul, com o decréscimo das temperaturas mínimas e aumento das geadas restringe tanto a distribuição de espécies tropicais ou mesmo aquelas que toleram maior estacionalidade (Rambo 1951, Smith 1962). Entretanto, as condições menos restritivas das áreas de altitude do sudeste em relação às regiões sulinas, permite a ocorrência de várias espécies sub-tropicais (Rambo 1951, Brade 1956).

A especificidade climática nas áreas de altitude atlânticas selecionou um conjunto específico de gêneros com várias espécies endêmicas ou restritas às formações montanas com características morfológicas diferenciadas, tanto para gêneros temperados como para tropicais (Brade 1956, Safford 1999, Camerik & Weger 1981, Smith & Young 1987, Safford 1999b). Os campos de altitude e as florestas alto-montanas do sul e sudeste, além das florestas de Araucária, são as formações vegetacionais atlânticas com maior representatividade de gêneros de maior riqueza na região andina (Rambo 1951, Brade 1956, Safford 1999a, Safford 2007). Smith (1962) verificou que os gêneros andinos, representados no sul do Brasil, podem possuir espécies disjuntas em ambos os lados da América do Sul, enquanto outros apresentam diferentes espécies, indicando um longo tempo decorrido entre a primeira e última migração. Os primeiros representariam migrações recentes e o segundo migrações mais antigas, havendo muitos casos intermediários (Smith 1962). Gêneros de holárticos, comospolitas e até netropicais podem também apresentar estes padrões e têm-se admitido que muitos deles chegaram ao sul do Brasil por migração através de habitats favoráveis, ao invés de dispersão à longa distância (Safford 2007). Safford (2007) sugeriu um modelo vicarianista para explicar os padrões

de endemismo nas montanhas brasileiras, através de mecanismos de especiação alopátrica, impulsionado por interações entre mudanças climáticas e a insularidade dos habitats montanhosos.

Entre as formações vegetacionais na Serra Fina, os gêneros com centro de diversidade tropical foram mais representativos, enquanto os gêneros temperados aumentaram conforme a altitude, sendo representativos principalmente nos campos de nifelina e nas florestas nebulares. Os gêneros holárticos, por exemplo, não foram coletados nas matas de candeia e nos campos quartzíticos em altitudes inferiores. Smith & Cleef (1988) verificaram que a flora de regiões tropicais alpinas está em grande parte composta por táxons de baixas ou médias altitudes adaptados ao clima restritivo de altitude elevadas do que pela emigração de táxons de maiores latitudes. Safford (2007) verificou que dois terços dos gêneros nos campos de altitude brasileiros são tropicais e os demais de origem temperada ou cosmopolitas. Dentre os gêneros tropicais, os de origem atlântica nas formações campestres são predominantemente derivados dos altiplanos secos interiorioranos do Brasil (Rizzini 1997, Safford 2007). Na floresta nebular também se observou o predomínio de gêneros tropicais, dos quais os gêneros atlânticos estão compostos por espécies florestais e destaca-se a representatividade de táxons austrais-antárticos no estrato arbóreo entre os gêneros temperados.

Na América do Sul, o aumento da representatividade dos táxons adaptados às condições temperadas está relacionado ao aumento da altitude e da latitude, destacando-se no Brasil, os Aparados da Serra (Rambo 1951, Safford 2007). Safford (2007) verificou que os campos de altitude do sudeste apresentam maior similaridade genérica com os Aparados da Serra, na região sul (41,4%), com o Pico das Almas, na Bahia (30,4%), com as Serras de Tucumán, entre a Bolívia e Argentina (26,9%) e com o norte dos Andes (22,7%). Similaridades florísticas e climáticas também são observadas entre os campos de altitude e as áreas marítimo-temperadas do Chile. Mas as semelhanças de clima e flora são ainda mais acentuadas entre os campos de altitude e as montanhas andinas tropicais, o que levou a Safford (1999a,b) propor que os campos de altitude são essencialmente um variante em maiores latitudes e com maior sazonalidade dos páramos andinos tropicais.

Entre os gêneros endêmicos ao Brasil, alguns são restritos às formações montanas da Floresta Atlântica, como *Fernseea*, *Graphistylis*, *Macropeplus,* enquanto *Symplocos* - secão Neosymplocos e *Tibouchina* - seção Purpurela, apresentam maior riqueza em áreas de altitude litorâneas (Cabrera 1957, Oliveira 2001, Santos & Ariane 2005, Aranha-Filho *et al*. 2007, Proença & Wanderley 2007). *Actinocephalus, Barbacenia*, *Cambessedesia, Chaetostoma, Eremanthus, Lavoisiera e Trembleya* são gêneros atlânticos, que apresentam maior riqueza nos campos rupestres, com algumas espécies presentes nos campos de altitude (Giulietti & Pirani 1988). Dentre os gêneros neotropicais *Abatia, Baccharis*, *Chusquea*, *Dasyphyllum*, *Dendrophorbium*, *Lepechinia, Gaylussacia*, *Pentacalia*

apresentam maior riqueza nos Andes, enquanto *Chionolaena, Hindsia, Hesperozygis*, *Leiothrix, Rhabdocaulon* são mais ricos nas montanhas do leste do Brasil (Brade 1945, Brade 1956, Cabrera 1959, Sleumer 1980, Clark 1992, Di Maio 1996, Giulietti & Pirani 1988, Díaz-Piedrahita & Cuatrecasas 1999, Luteyn 2002, Freire 1993, Müller 2006). Na Floresta Atlântica a maioria dos gêneros com preferências ecológicas a climas temperados apresentam maior riqueza em maciços de altitude. Entre os gêneros austral-antárticos, *Boopis*, *Cortaderia*, *Drimys*, *Escallonia*, *Fuchsia*, *Gaultheria*, *Griselinia, Sisyrinchium* e *Weinmannia* apresentam poucos representantes atlânticos, enquanto *Myrceugenia* é mais rico ao leste do Brasil (Rambo 1951, Brade 1956, Landrum 1981b). *Berberis*, *Cunila*, *Lupinus*, *Valeriana*, *Viola*, gêneros holárticos, *Briza*, *Senecio,* gêneros temperados, apresentam espécies endêmicas em áreas de altitude atlânticas (Brade 1945, Rambo 1951, Cabrera 1957, Mattos 1967, Longhi-Wagner 2001, Scalon *et al*. 2002, Souza & Souza 2002). *Machaerina* representa um gênero temperado comosmopolita que na América do Sul diversificou-se somente em áreas de maior altitude (Strong 1997).

Formações campestres análogas aos campos de altitude atuais ocorriam no Planalto Brasileiro desde o Terciário (Rizzini 1997). Fósseis de táxons austrais-antárticos e de alguns gêneros holárticos, como *Berberis,* encontrados desde o Chile ao sul do Brasil, foram datatos para este período (Rizzini 1997, Safford 2007). Os gêneros austrais-antárticos integravam uma antiga flora dispersa entre a Austrália, Antártica e América do Sul no início do Paleogeno e durante o Mioceno expandiram-se para o sul do Brasil (Raven & Axelrod 1974, Landrum 1981a, Berry 1989). A presença de elementos holárticos na flora neotropical tem sido associada à proximidade entre a América do Norte e do Sul, durante o Cretáceo, por arcos de ilhas continentais e vulcânicas na região da América Central, a eventos de dispersão à longa distância durante o Cenozóico, e a formação do Istmo do Panamá e elevação do norte dos Andes entre o Mioceno e o Plioceno, a cerca de 3,5 milhões de anos (Raven & Axelrod 1974, Gentry 1982, Burnham & Graham 1999).

Táxons temperados, principalmente holárticos são bem mais representativos na flora andina do que nas montanhas brasileira, devido a uma série de fatores geográficos e históricos, a menores altitudes e a área mais limitida das montanhas no Brasil (Safford 2007). Safford (2007) relacionou três hipóteses para a menor representatividade dos gêneros temperados nos campos de altitude brasileiros: (a) o clima seco da diagonal xérica que se estende da Argentina até as caatingas, que atuou fortemente no Mioceno e interrompeu ligações vegetacionais anteriores entre o leste e oeste na América do Sul; (b) a quantidade limitada de tempo para a migração de táxons temperados da América do Norte, desde a formação do Istmo do Panamá, sendo a dispersão anterior pelas Antilhas, limitante para muitos

táxons holárticos; e (c) a distância das montanhas brasileiras das áreas "fonte" destes táxons na América do Sul.

As montanhas litorâneas atlânticas compunham a paisagem no Cretáceo quando apresentavam altitudes maiores do que as atuais, pré-datadas por milhões de anos da ascensão do centro e do norte da Andes (Almeida & Carneiro 1998, Safford 2007). Durante períodos de seca no Terciário, elas tornaram-se importantes refúgios orográficos para táxons adaptados a condições mais frias e úmidas no leste do Brasil, principalmente para os táxons austrais-antárticos (Rizzini 1997, Safford 2007). Períodos climáticos mais frios podem ter permitido um maior contato entre as formações vegetacionais do leste e oeste da América do Sul e a uma expansão da distribuição dos táxons montanos. Este contato pode ter ocorrido várias vezes e as florestas tropicais atlânticas podem ter sido uma fonte importante para a colonização dos novos ambientes montanos desenvolvidos tardiamente ao norte do Andes (Safford 2007). Embora os estudos fitogeográficos incidam sobre o componente andino na composição da flora montana atlântica, o inverso também pode ter ocorrido. Isto permitiu recolonizações em ambos os lados e indícios da origem brasileira de táxons montanos andinos existem em alguns casos como *Chusquea*, *Drimys*, *Viola* (Safford 2007). A dispersão do gênero *Hedyosmum* para o Brasil e Escudos das Guianas, foi datada para o Mioceno, e as relações filogenéticas entre *Hedyosmum brasiliense* e espécies andinas e das Guianas tanto sugere que o ancestral deste grupo possa ter ocorrido no Escudo das Guianas e norte dos Andes ou reocupou estas áreas advindo do Brasil, ocorrendo uma posterior especiação local (Antonelli 2008).

Durante o Quaternário, a dispersão de espécies e o contato entre as formações montanas andinas e atlânticas podem ter sido dificultados (Safford 2007). A alternância entre períodos frios e quentes, ora úmidos ou secos afetou a distribuição e prevalência de formações campestres e florestais no Quaternário Tardio na América do Sul (Behling 2002, Ledru *et al*. 2005). Essas mudanças climáticas ocorreram muitas vezes, mesmo em curtos períodos, e atingiram de forma distinta a vegetação do leste e oeste da América do Sul (Behling 2002, Hooghiemstra *et al*. 2002). Elas não promoveram somente deslocamentos vegetacionais impactando também a distribuição das espécies adaptadas ou não ao clima vigente. No sul do Brasil, os registros para o Último Inter Glacial são escassos, mas indicam uma intensa variação na freqüência entre pólen arbóreo e herbáceo (Behling 1998, Behling *et al*. 2002, Ledru *et al*. 2005). Durante o Último Máximo Glacial e Pleistoceno Tardio, entre cerca de 24.000 e 18.000 anos A.P., estima-se uma redução entre 5°C a 6°C na temperatura para o leste da América do Sul (Stute *et al*. 2005, Behling 1998). Os registros das áreas de altitude sugerem um clima seco e uma maior proporção de pólen herbáceo em detrimento aos florestais para o final do Último Máximo Glacial, cerca de 21.000 anos A.P., e o Pleistoceno Tardio (Behling 1998, Behling 2000). Behling

(2002) estimou que as formações campestres dominaram a paisagem e extendenderam-se por mais de 750 km, ocorrendo entre 28°-27°S, a pelo menos 20°S de latitude S. Este cenário sugere que a Mata atlântica ao sul do Brasil foi significativamente reduzida e substituída por táxons florestais adaptados ao frio, e que espécies tropicais teriam se deslocado em direção ao norte (Behling & Negrelle 2001). Estas condições climáticas promoveram intensas modificações na distribuição dos táxons montanos e talvez tenha sido a última vez em que formações campestres sulinas e das altas montanhas do sudeste tenham obtido um maior contato. Alguns registros anteriores à época mais seca do Último Máximo Glacial sugerem a presença de táxons montanos em cerrados de Minas Gerais e Goiás, sugerindo um clima frio e úmido, que teria permitido a expansão de alguns táxons em direção ao centro-oeste (Ledru *et al*. 1996, Salgado-Labouriau 1997). Durante o Holoceno um período de uma intensa seca pode ter impactado fortemente as populações das espécies adaptadas à climas mais frios e favorecido a difusão de espécies tolerantes a períodos secos mais longos (Ledru *et al.* 1998). O aumento da precipatação nos últimos 7.000 anos a 3.000 anos A.P. favoreceu o reestabelecimento de formações florestais e o aumento da temperatura teria deslocado os táxons tolerantes ao frio para as áreas de maior altitude atlântica, como observado atualmente (Ledru *et al*. 1998, Behling 2002, Behling *et al*. 2007).

A flora da Serra Fina atualmente comporta espécies adaptadas a climas mais frios e um conjunto de espécies que toleram maior estacionalidade climática. Ela apresenta uma posição geográfica estratégica para a conservação da flora que compõe a vegetação ao sul de Minas de Gerais, Rio de Janeiro e norte de São Paulo, principalmente pela presença dos campos de altitude ocorrentes sobre as rochas alcalinas do MAPQ, além das florestas estacionais, florestas ombrófilas montanas mistas e ombrófilas sobre o seu sopé e florestas alto-montanas em suas áreas elevadas. A ocorrência deste tipo de rocha no sudeste brasileiro é bastante restrita, mas somente no Planalto do Itatiaia eleva-se a altitudes tão elevadas, formando um ambiente único no território brasileiro. Observa-se um grande número de espécies endêmicas, restritas aos maciços alcalinos do Planalto do Itatiaia, tanto nas formações campestres e florestais. A Serra Fina representava uma região pouca coletada do sudeste brasileiro, mesmo localizada entre as principais capitais brasileiras. O número de espécies novas, variações morfológicas e os novos registros de ocorrência demonstram a necessidade de estudos florísticos sistemáticos principalmente em regiões de altitude do sudeste brasileiro (Shepherd 1998, Donoghue & Alverson 2000).

A riqueza específica amostrada denota a importância das áreas de altitude na diversidade da Floresta Atlântica, principalmente devido às espécies endêmicas e com distribuição geográfica restrita. Várias das espécies montanas têm poucas populações conhecidas e apresentam distribuição geográfica restrita, diminuindo a complementaridade entre as áreas em que ocorrem. As formações que compõem

a vegetação local são altamente insubstituíveis devido à pequena área de ocupação, ao substrato rochoso diferenciado e a baixa representativade de áreas acima de 1.500 metros de altitude no território brasileiro. Essas formações são altamente vulneráveis por ações antrópicas como o fogo, agricultura e o turismo desordenado. O aumento da temperatura coloca em risco todos os ecossistemas montanos em escala global ameaçando as suas espécies autóctones adaptadas ao clima temperado das áreas de altitude, seja pelo favorecimento das espécies alóctones nativas tolerantes a maiores temperaturas ou a entrada de espécies exóticas. O aquecimento global pode causar mudanças na estrutura vegetacional ao destituir dos campos de altitude brasileiros os táxons temperados e tropicais adaptados ao frio e promover uma brusca substituição por espécies capazes de tolerar um clima mais quente e seco nas áreas de altitude. Isto denota a importância da inserção dos ecossistemas montanhas na lista de áreas prioritárias para a conservação da flora atlântica e a necessidade de estudos ecológicos nessas regiões.



Figura 1: Vista da travessia entre o Pico do Capim Amarelo e a Pedra da Mina (área mais elevada à direita), destacando o relevo escarpado da Serra Fina (A); Vista da face oeste da Pedra da Mina, destacando os campos dominados por *Cortaderia* sp. e manchas de florestas nebulares (B); Vegetação dominada por *Machaerina ensifolia* e *Chusquea pinifolia* na subida para o alto da Pedra da Mina pela face oeste, destacando-se ao fundo o relevo erodido do Vale do Paraíba e as primeiras elevações da Serra da Bocaina (C); Vista da face sul da Pedra da Mina destacando os afloramentos rochosos com ilhas de vegetação compostas por *Chusquea pinifolia* e manchas de *Cortadeira* sp. (D); Pequeno vale encaixando entre os cumes da Pedra da Mina vegetacionado por *Chusquea pinifolia* e arbustos de *Baccharis uncinella* e uma pequena mancha de *Cortadeira* sp. (E); Área de camping próximo ao topo da Pedra da Mina protegida por moitas de *Cortaderia* sp. e um escrube formando por *Myrceugenia alpigena*, *Baccharis macrophylla* e *Tibouchina hospita* e outros (F).



Figura 2: Vista panorâmica do Vale do Ruah, um dos vales encaixados no topo da Serra Fina, ao lado da Pedra de Mina (A); Área de rocha aflorada dentro do Vale do Ruah voltada para o sul do estado de Minas Gerais, destacando-se uma linha de nuvens ao fundo (B); Interior do Vale do Ruah, destacando-se uma das nascentes do Rio Verde (C); Interior do Vale do Ruah e a densa camada formada por *Cortaderia* sp. que pode ultrapassar 1,5 metros de altura e uma das áreas abertas que alagam temporariamente vegetacionada por *Chusquea* cf. *microphylla* e sub-arbustos de *Chionolaena* sp. (nova) e ciperáceas (D); Topo do Pico dos Três Estados e o marco de ferro que representa a divisa entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, destacando-se ao fundo a Serra do Itatiaia e a densa camada de nuvens advindas do sul do estado de Minas Gerais (E); Área próxima ao Pico do Três Estados aparentemente úmida recoberta por moitas de briófitas e liquens com vários indivíduos de pteridófitas arborescentes (F).

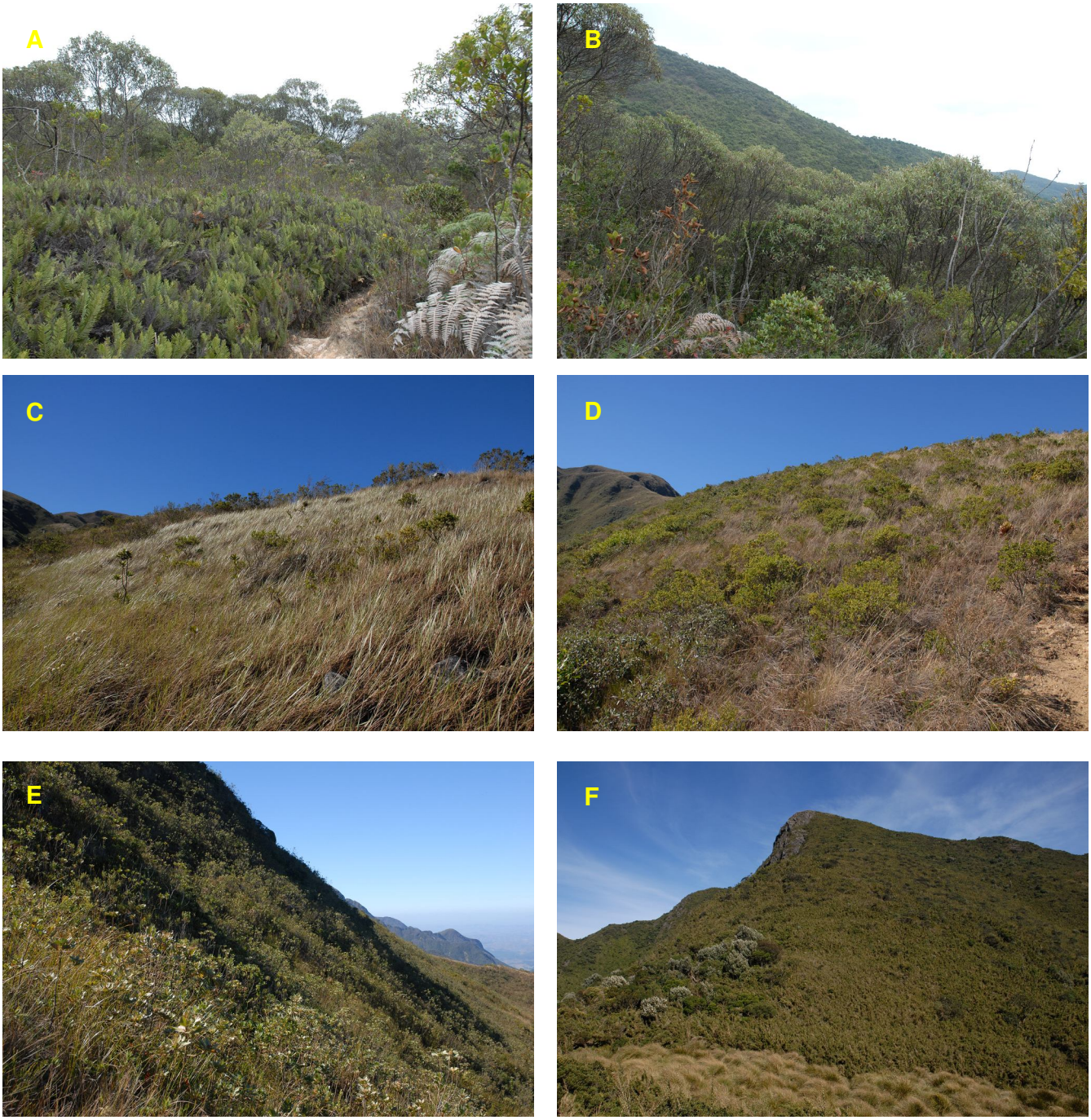


Figura 3: Fisionomia da mata de candeia ou candeial na subida para a Pedra da Mina denotando o solo compacto e algumas áreas dominadas por pteridófitas (A); Candeial na trilha de subida para a Pedra da Mina, nesta imagem verifica-se o predomínio de *Eremanthus erythropappus,* mas outras espécies arbustivas também ocorrem nesta faixa de vegetação que bordeia os campos de altitude na Serra Fina (B); Fisionomia dos campos sobre solos quartzíticos dominados por gramíneas baixas na subida para o Pico do Capim Amarelo (C), Campos sobre solos quartzíticos dominados por arbustos de *Baccharis reticularia* na subida para o Pico do Capim Amarelo (D), Área dominada por uma população extensa de *Baccharis platypoda*, também na subida para o Pico do Capim Amarelo (E); Vista do da face norte do Pico do Capim Amarelo dominada por uma extensa de mancha de bambus, provavelmente *Chusquea heterophylla* e uma pequena extensão de floresta nebular onde se verifica o predomínio visual de *Piptocarpha organensis* com suas folhas prateadas (F).



Figura 4: Campo de altitude arbustivo sobre substrato de rocha nifelítica na subida para a Pedra da Mina, região central da Serra Fina (A); Campo de altitude sobre rocha nifelítica na subida para a Pedra da Mina, onde observam-se manchas de *Cortaderia* sp. e de *Chusquea pinifolia* (B). Área alagada na travessia entre o Pico do Capim Amarelo e a Pedra da Mina onde se verifica o predomínio de *Machaerina ensifolia* (C); Pico próxima à Pedra da Mina onde observa-se claramente a exclusão espacial entre indivíduos de *Cortaderia* sp. (mancha creme) e *Chusquea pinifolia* (manha verde) (D); Vale no sopé à esquerda da Pedra da Mina, dominado por *Cortaderia* sp. e ocorrrem fragmentos de floresta nebular (E); Vista panorâmica da Serra da Mantiqueira Meridional, o pico mais elevado em primeiro plano corresponde ao Pico do Capim Amarelo, a montanha logo atrás é denominada Pico da Gomeira, ao fundo observa-se os Picos dos Marins e do Itaguaré e posteriormente o Planalto de Campos do Jordão (F).

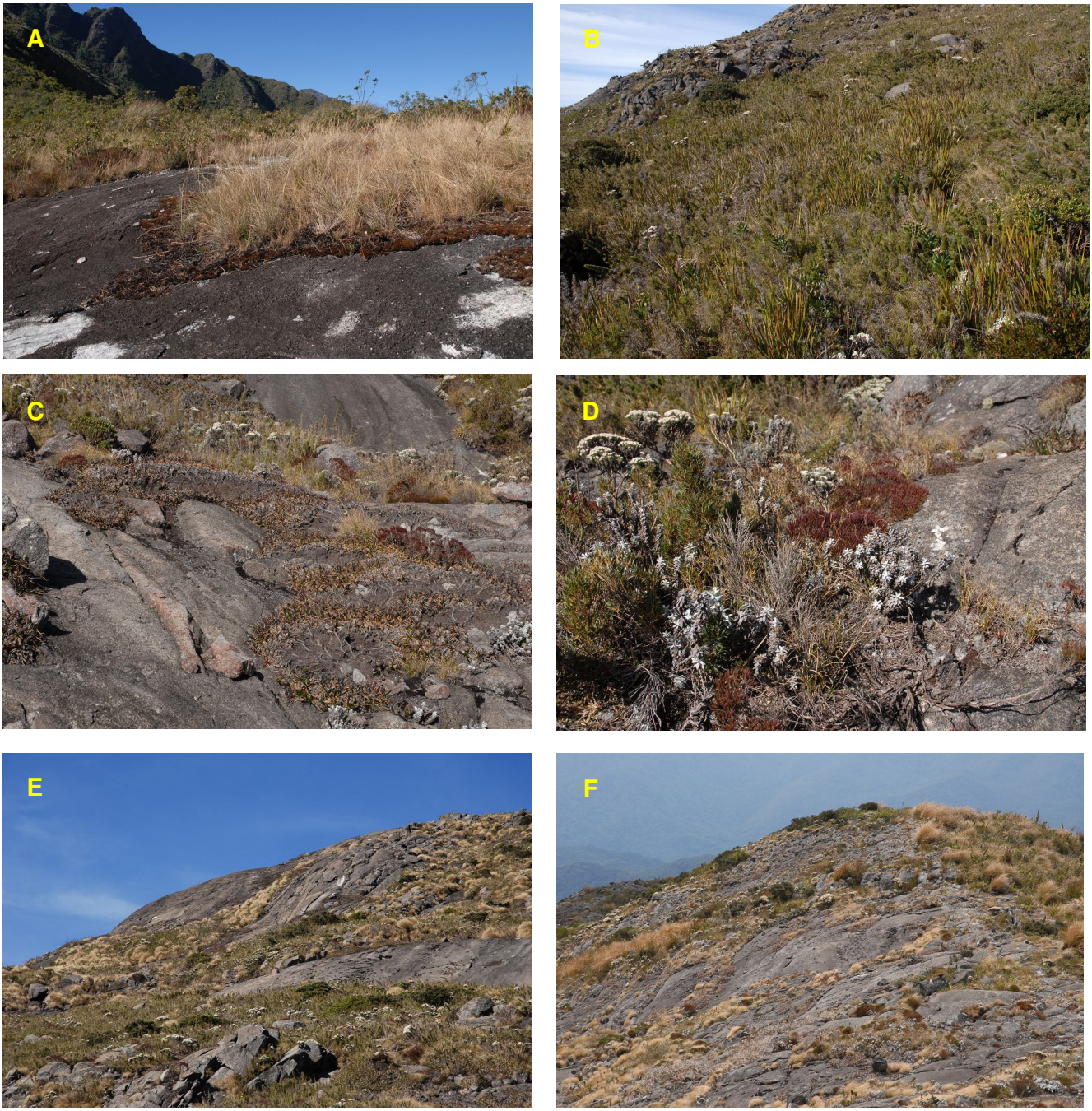


Figura 5: Ilhas de vegetação na subida para o Pico do Capim Amarelo formadas por briófitas, gramíneas e ciperáceas, onde podem se instalar geófitas, ervas e sub-arbustos (A); Ilha de vegetação na Pedra da Mina composta por *Chusquea pinifolia* e *Machaerina ensifolia* que se formam com mais freqüência onde ocorre acúmulo de partículas sólidas e formam-se neossolos (B); Manchas de indivíduos de *Barbacenia gounelleana*, freqüente na região da Pedra da Mina e que apresentam um crescimento centrífugo (C); Ilha de vegetação formada em áreas côncavas, onde geralmente se instalam vários arbustos, *Chionolaena isabellae* (primeiro plano) e *Chionolaena capitata* (plano de fundo), geralmente predominam nessas ilhas de vegetação (D), Vista panorâmica de afloramento na região da Pedra da Mina, onde observa-se manchas de *Cortaderia* sp. (manchas creme) e ilhas formadas por *Chusquea pinifolia* (manchas esverdeadas) e verifica-se um predomínio de *Chionolaena capitata* (E); Afloramento na região do Pico dos Três Estados dominado por *Chionolaena isabellae*, no primeiro plano à esquerda observa-se uma mancha de *Barbacenia mantiqueirae* (F).



Figura 6: *Galium shepherdii*, espécie endêmica da Serra Fina, conhecida somente para os afloramentos rochosos da Pedra da Mina (A); *Galium diphyllum*, espécie citada na literatura como ocorrente na região sudeste, mas sua última coleta data de cerca de 50 anos atrás (B); *Baccharis macrophylla*, espécie endêmica do Planalto do Itatiaia. (C); *Chionolaena latifolia*, espécie com distribuição disjunta com o Maciço das Guianas, ao norte da América do Sul (D); *Buddleja speciosissima*, espécie endêmica do Planalto do Itatiaia, com uma possível coletada para a região do Planalto de Campos do Jordão (E); *Collaea speciosa*, espécie amplamente distribuída mas geralmente observada com flores avermelhadas (F).



Figura 7: *Senecio* sp. (nova), espécie da família Asteraceae observada nas ilhas de vegetação nos afloramentos rochosos na Pedra da Mina acima de 2.500 metros de altitude (A); *Baccharis* sp. (nova), arbusto da família Asteraceae observado nos afloramentos rochosos da Pedra da Mina, foram poucos indivíduos férteis coletados, sendo a maioria deles masculinos (B); *Chionolaena* sp. (nova), arbusto cespitoso da família Asteraceae com ramos ascendentes podendo formar moitas, observadas nos campos de altitude do entorno da Pedra Mina e no Vale do Ruah (C); *Symplocos* sp. (novo), arbusto baixo bastante ramificado da família Symplocaceae observado nos campos de altitude na região central da Serra Fina, na trilha de subida para a Pedra da Mina (D).



Figura 8: *Berberis glazioviana*, espécie endêmica ao Planalto do Itatiaia, similar à *B. laurina*, da qual difere pela inflorescência pauciflora (A); *Berberis kleinii*, espécie com folhas decíduas e com poucas coletas para o estado de Santa Catarina, na região dos Aparados da Serra e observada com poucos indivíduos na Serra Fina e algumas coletas para a Serra do Itatiaia (B); *Fuchsia campos-portoi* antes conhecida somente para a Serra do Itatiaia e na Serra Fina foi observada na região do Pico do Capim Amarelo nos campos de altitude e no interior das florestas nebulares (C); *Schlumbergera opuntioides* espécie dispersa ao longo das áreas de altitude da Serra da Mantiqueira Meridional e também coletada no Serra do Ibitipoca (D); e *Schlumbergera microspherica* espécie ocorrente no Planalto do Itatiaia e na Serra do Caparaó, divisa entre o estado de Minas Gerais e Espírito Santo (E).

Tabela 1: Relação das espécies fanerofíticas coletadas na vegetacão altimontana da Serra Fina, Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil. Distr.Geog: Distribuição Geográfica; N.C.: Número do Coletor de Leonardo Dias Meireles e George John Shepherd (97/x); Fenol.: Fenologia; Form.Veget.: Formação Vegetacional (CN: campo nifelítico, CQ: campo quartzítico, MC: mata de candeia, FN: floresta nebular); Fx.Altit.: Faixa Altitudinal; Distr.Geog.: Distribuição geográfica (S: região sul, SE: sudeste, CO: Centro-oeste, NE: nordeste, N: Norte, CS: Cone Sul, AndNorte: Andes Tropicais, AndSul: Andes Temperados, Neotrop.: Neotropical, AmSul: América do Sul).

Família	**Espécie**	**Distr.Geog.**	**N.C.**	**Fenol.**	**Form.Veg.**	**Fx.Altit.**
Acanthaceae	*Justicia brasiliana* Roth	S-SE-CS	1760	JUN-AGO	MC-CQ	1500-1600
Alstroemeriaceae	*Alstroemeria foliosa* Mart. Ex Schult. & Schult.	SE-NE-CO (E3b)	1464	FEV-MAI	CN	1700-2400
	Alstroemeria isabelleana Herb.	S-SE-CS (P1)	2958	MAR-ABR	CN	1900-2400
	Alstroemeria radula Dusén	SE (E3a)	1465	FEV-MAR	MN	2000-2300
Amaranthaceae	*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze	AmSul	2788	MAR	CN	2000
Amaryllidaceae	*Hippeastrum psitacinum* (Ker Gawl.) Herb.	S-SE (P1)	1723	MAR-NOV	CN	2000-2500
Apiaceae	*Eryngium horridum* Malme	S-SE-CS (P2)	1691	MAR-MAI	CQ-CN	1500-2800
	Eryngium junceum Cham. & Schltdl.	S-SE-CO-CS (P2)	2208	MAR	CN	1700-2000
	Eryngium pandanifolium Cham. & Schltdl.	S-SE-CS	1690	FEV-MAI	CN	2500-2800
	Hydrocotyle itatiaiensis Brade	S-SE (P1)	3051	MAR-ABR	MN	2000-2300
	Hydrocotyle quinqueloba Ruiz & Pav.	AndNorte	1756	MAR-JUN	MC-CQ	1500-2000
Aquifoliaceae	*Ilex buxifolia* Gardner	SE-NE (E3b)	1641	MAI-JUN	CN	2000-2800
	Ilex amara (Vell.) Loes	S-SE-CO-NE	2600	NOV-MAR	CN	1700-2000
	Ilex taubertiana Loes	S-SE (P1)	3065	SET-MAR	MN	1500-2200
	Ilex sp.	-	1495	FEV-MAI	CQ-CN	1500-2000
Apocynaceae	*Ditassa conceptionis* Fontella	SE (E3a)	1586	MAR-JUN	MC-CN	1800-2500
	Ditassa linearis Mart.	SE (E3b)	2229	MAR	CN	1800
	Ditassa mucronata Mart.	S-SE (P2)	1585	MAI	MC	1500-1800
	Ditassa tomentosa (Decne.) Fontella	S-SE-CO (P2)	2933	MAR-ABR	MC	1500-1600
	Orthosia scoparia (Nutt.) Liede & Meve	Amer.	3115	ABR-JUN	MN-CQ	2000-2300
	Oxypetalum appendiculatum Mart.	S-SE-CS	2852	MAR	CN	2000
	Oxypetalum glaziovii (E.Fourn) Fontella & Marquete	SE (E2a)	1685	MAR-NOV	CQ-CN	1900-2500
	Oxypetalum regnelli (Malme) Malme	SE (E3a)	1490	NOV-FEV	CN	2000
	Oxypetalum sublanatum Malme	S-SE-CS (P1)	2215	NOV-MAI	CQ-CN	1500-2000
Asteraceae	*Achyrocline alata* DC.	AndNorte	1628	MAR-JUN	CN	1900-2500
	Achyrocline satureoides (Lam.) DC.	AmSul	1631	NOV-AGO	MC-CN	1900-2500
	Asteraceae sp.1	-	1811	MAR-JUN	CN	1900-2500
	Baccharis brevifolia DC.	S-SE-CO-NE (P2)	1638	MAI-AGO	CQ-CN	1500-2800
	Baccharis calvescens DC.	S-SE-NE	1923	JUL-AGO	CQ-CN	1500-2000

Asteraceae	*Baccharis crispa* Spreng.	S-SE-CS	3229	MAI-NOV	MC-CQ-CN	1500-2100
	Baccharis curitybensis Heering ex Malme	S-SE (P1)	2620	NOV	CN	1700-1800
	Baccharis dentata (Vell.) G.M. Barroso	S-SE-CO-NE	2989	FEV-JUN	MN-CN	1900-2500
	Baccharis erioclada DC.	S-SE (P2)	1459	FEV	CN	2000
	Baccharis glaziovii Baker	S-SE (P1)	2563	JUN-SET	MN-CN	1900-2500
	Baccharis gracilis A. DC.	S-SE-CO (P2)	2594	NOV	CN	1700-1800
	Baccharis grandimucronata Teodoro	S-SE (P1)	1635	MAI-SET	MN-CN	1900-2500
	Baccharis itatiaiae Wawra	SE (E3b)	2461	JUN-JUL	CQ	1500-1900
	Baccharis lateralis Baker	S-SE (P1)	2936	MAR	MC	1500
	Baccharis leucopappa DC.	S-SE (P2)	2402	MAI-JUN	CN	2500-2800
	Baccharis macrophylla Dusén	SE (E2a)	1652	MAI-AGO	CN	2000-2800
	Baccharis maxima Baker	SE (E2a)	2320	ABR-MAI	MN-CN	1900-2500
	Baccharis organensis Baker	S-SE (P1)	2720	NOV	CN	2000
	Baccharis parvidentata Malag.	S-SE (P1)	1790	MAR-JUN	CN	1900-2500
	Baccharis platypoda DC.	SE-NE (E3b)	1575	MAR-AGO	MC-CQ-CN	1500-2000
	Baccharis pseudomyriocephala Malag.	S-SE-NE	1637	MAR-MAI	CN	2000-2500
	Baccharis reticularia DC.	S-SE-CO-NE	1576	MAI-AGO	MC-CQ-CN	1500-2100
	Baccharis retusa DC.	S-SE-CO (P2)	1577	MAR-AGO	MC-CQ-CN	1500-2500
	Baccharis sp. (nova)	SE (E1)	1693	MAI-JUN	CN	2600-2800
	Baccharis tarchonanthoides Baker	S-SE-CO (P2)	1807	JUN-SET	CQ-CN	1500-2000
	Baccharis uncinella DC.	S-SE (P1)	3193	JUN-AGO	CN	2600-2800
	Bidens segetum Mart. Ex Colla	Neotrop.	1502	FEV-MAR	CN	2000
	Chaptalia piloselloides (Vahl) Baker	AndNorte	1840	MAR-NOV	CN	1900-2200
	Chaptalia integerrima (Vell.) Burkart	S-SE-CO-NE-CS	3032	MAR	CQ	1800
	Chionolaena capitata (Baker in Martius) Freire	S-SE (P1)	1650	JUN-SET	CN	2000-2800
	Chionolaena isabellae Baker	SE (E2a)	3191	MAI-JUN	CN	2500-2800
	*Chionolaena latifolia (*Benth.) Baker	AndNorte	3181	JUN	CN	2500-2600
	Chionolaena sp. (nova)	SE (E1)	2397	JUN-AGO	CN	2400-2800
	Chionolaena wittigiana Baker in Martius	SE (E2a)	3213	JUL-SET	MC-CN	1900-2500
	Chromolaena ascendens (Sch. Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob	S-SE-CO-CS (P2)	3076	ABR	CQ	1800
	Chromolaena pedalis (Sch. Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob	SE-CO (E3b)	2255	MAR	CN	1700-2000
	Chromolaena squalida (DC.) R.M. King & H. Robins.	AmSul	3077	ABR-MAI	CQ	1500-1900
	Conyza monorchis (Griseb.) Cabrera	S-SE-CS (P1)	2578	NOV	CN	1700-1800
	Conyza primulaefolia (Lam.) Cuatrec. & Lourteig	Neotrop.	2225	MAR	CN	1700-2000
	Conyza sumatrensis (Retz.) E. Walker	Ampla	2772	MAR	CN	1900-2000

Asteraceae	*Dasyphyllum flagellare* (Casar.) Cabrera	S-SE	1757	MAR-AGO	MC-CQ-CN	1500-2100
	Dasyphyllum leptacanthum (Gard.) Cabrera	SE-NE (E3b)	2295	MAI-SET	MN-CN	1900-2500
	Dendrophorbium pellucidinerve (Sch. Bip. ex Baker) C. Jeffrey	SE (E3b)	1796	JUN-AGO	MC-MN-CQ-CN	1500-2500
	Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish	SE-NE (E3b)	1605	ABR-SET	MC-CQ-CN	1500-2000
	Erigeron maximus (D. Don) Otto ex DC.	S-SE-CO-CS (P2)	1623	NOV-JUL	MC-CN	1700-2600
	Gamochaeta calviceps (Fernald) Cabrera	S-SE-CS	3083	ABR	CN	1900-2000
	Gamochaeta coarctata (Willd.) Kerguélen	America	2774	MAR	CN	2000
	Gamochaeta purpurea (L.) Cabrera	America	2800	MAR-ABR	CN	1900-2000
	Gochnatia paniculata (Less.) Cabr.	S-SE-CO-NE (P2)	3233	JUL-NOV	CQ-CN	1500-2100
	Graphistylis argyrotricha (Dusén) B.Nord.	SE (E2a)	1798	FEV-JUN	CN	1900-2600
	Graphistylis dichroa (Bong.) D.J.N.Hind	SE-CO (E3b)	3187	JUN-JUL	MN	2200-2500
	Graphistylis itatiaiae (Dusén) B.Nord.	SE (E3a)	1833	ABR-JUN	CN	1900-2500
	Graphistylis organensis (Bong.) D.J.N.Hind	S-SE (P1)	1674	MAI-JUN	CN	2600-2800
	Grazielia alpestris (Gardner) R.L.Esteves	S-SE (P2)	1649	MAR-AGO	CN	1700-2500
	Grazielia gaudichaudeana (DC.) R.M. King & H. Robins.	S-SE-CO (P2)	3129	MAR-ABR	CN	1900-2100
	Grazielia intermedia (DC.) R.M. King & H. Robins.	S-SE-CO (P2)	1594	MAR-MAI	MC	1500-2000
	Heterocondylus alatus (Vell.) R.M.King & H.Rob.	S-SE-CO (P2)	1950	AGO	MC	1500-2000
	Heterocondylus pumilus (Gardner) R.M.King & H.Rob.	S-SE-CO (P2)	2205	MAR	CN	1700-1800
	Hieracium commersonii Monn.	S-SE-CS (P1)	2746	MAR	CQ-CN	1500-2100
	Hypochaeris lutea Britton	S-SE-CS (P1)	1655	NOV-JUN	CN	1700-2600
	Inulopsis scaposa (DC.) O.Hoffm.	S-SE-CS (P2)	2245	NOV-MAR	CN	1700-1800
	Koanophyllon thysanolepis (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	SE (E3b)	1772	MAR-JUL	CQ-CN	1500-2000
	Lucilia lycopodioides (Less.) Freire	S-SE-CO	1917	JUL-AGO	CQ-CN	1500-2000
	Mikania additicia Robinson	SE (E3a)	2318	ABR-MAI	CN	1900-2300
	Mikania camporum Robinson	SE (E2b)	2934	MAR	MC	1500
	Mikania hemisphaerica Sch.Bip. ex Baker	S-SE-CS	3045	MAR	MN	2200-2300
	Mikania lasiandre DC.	S-SE (P1)	1736	MAI	CN	2000-2400
	Mikania lindbergii Baker	S-SE-NE (P2)	1562	MAI-JUN	MC	1800-2000
	Mikania microdonta DC.	SE-CO (E3b)	1559	MAI-JUN	MC	1800-2000
	Mikania nummularia DC.	S-SE (P2)	2000	MAR-AGO	CN	1700-1800
	Mikania schenkii Hieron.	SE (E3b)	1518	FEV-AGO	MC-CQ-CN	1500-2100
	Pentacalia desiderabilis (Vell.) Cuatrec.	S-SE-NE (P2)	2502	SET	MN	2200-2300
	Piptocarpha regnelli (Sch. Bip.) Cabrera	S-SE (P1)	2656	NOV	CN	1700
	Piptocarpha organensis Cabrera	S-SE (P1)	3172	JUN	MN	2400-2600
	Praxelis decumbens (Gardner) R.L.Esteves	SE (E3b)	1589	MAR-MAI	MC-CQ-CN	1700-2100

Asteraceae	*Senecio* sp. (nova)	SE (E1)	1657	MAI-JUN	CN	2500-2800
	Senecio brasiliensis (Spreng.) Less.	S-SE-CS	1907	AGO-SET	CQ	1900
	Senecio hemmendorffii Malme	S-SE (P1)	2568	SET	MN	2000-2200
	Senecio oleosus Vell.	S-SE (P2)	2797	NOV-JUN	CN	2000-2700
	Senecio pseudostigophlebius Cabrera	SE	1958	AGO-SET	CN	1900-2500
	Senecio pulcher Hook. et Arn.	S-SE-CS (P1)	2406	JUN	CN	2400-2600
	Symphyopappus compressus (Gardner) B.L. Rob.	S-SE-CO-NE	2247	MAR-ABR	MC-CN	1500-2000
	Symphyopappus itatiayensis (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	S-SE-CO (P2)	2336	MAR-MAI	MN-CN	1900-2400
	Stenocline chionaea DC.	SE-CO (E3b)	2541	MAR-SET	MC-CQ-CN	1500-2100
	Stevia camporum Baker	SE (E3a)	1508	FEV-JUN	CQ-CN	1500-2600
	Stevia menthaefolia Sch.Bip.	S-SE-CO (P2)	1601	MAI	MC	1800-2000
	Stevia myriadenia Schulltz-Bip. ex Baker	S-SE-CO (P2)	1726	MAR-MAI	CN	1700-2000
	Tricogonia sp.	-	2253	MAR	CN	1700-2000
	Trixis glaziovii Baker	S-SE (P1)	1677	FEV-JUL	MN-CN	1900-2600
	Trixis lessingii DC.	S-SE-CS (P2)	1519	FEV-MAR	CN	2000
	Trixis nobilis (Vell.) Katinas	S-SE-CS	1571	MAI-JUN	MC-CN	1800-2400
	Verbesina glabrata Hook. et Arn.	S-SE-NE	1642	FEV-MAI	CN	1900-2500
	Vernonia rubriramea Mart. ex DC.	S-SE-CO-N	2211	MAR	CN	1700-1800
	Vernonia salzmannii DC.	Neotrop.	2764	MAR	CN	1700-2000
Berberidaceae	*Berberis kleinii* Mattos	S-SE (P1)	3297	AGO	CN	2600
	Berberis glazioviana Brade	SE (E2a)	3287	AGO-SET	CN	2000-2500
Bignoniaceae	*Tabebuia vellosoi* Toledo	S-SE	1905	AGO	CQ	1700
Bromeliaceae	*Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer	S-SE (P2)	2288	MAI-NOV	CQ-CN	1500-2500
	Fernseea itatiaiae (Wawra) Baker	SE (E2a)	3289	MAI-AGO	CN	1900-2700
	Nidularium antoineanum Wawra	SE (E3a)	2433	JUL	MN	2200-2300
	Vriesea itatiaiae Wawra	SE (E3a)	3105	ABR	CN	2000
Buddlejaceae	*Buddleja speciosissima* Taub.	SE (E2a)	3182	JUN-AGO	CN	2400-2600
Cactaceae	*Schlumbergera opuntioides* (Loefgr. & Dusén) D.R. Hunt	SE (E2b)	2464	JUN-JUL	MN-CQ	1600-2600
	Schlumbergera microspherica (Schumm.) Hövel & Kart	SE (E3a)	3307	AGO	MN	2400
Calyceraceae	*Boopis itatiaiae* Dusén	SE (E2a)	1492	FEV-JUL	CN	2000
Campanulaceae	*Wahlenbergia brasiliensis* Cham.	SE (E3b)	1915	AGO-MAR	CQ-CN	1500-2000
	Lobelia camporum Pohl	S-SE-CO-CS (P2)	1731	MAR-JUL	CQ-CN	1500-2100
	Siphocampylus westinianus (Thunb.) Pohl	SE-CO (E3b)	1521	NOV-MAI	CN	2000-2400
Caryophyllaceae	*Arenaria lanuginosa* (Michr.) Rohrb.	America	2676	NOV	CN	2000
	Cerastium mollissimum Poir.	AmSul	2417	JUN-SET	MN-CN	2200-2500

Celastraceae	*Maytenus boaria* Molina	Andes	1846	JUL-SET	MN-CN	2000-2200
	Maytenus glaucescens Reissek	S-SE-NE (P2)	1613	MAR-AGO	MC-CN	1900-2500
Clethraceae	*Clethra scabra* Pers.	AndNorte	1715	MAR-AGO	MC-MN-CQ-CN	1500-2500
Convolvulaceae	*Convolvulus crenatifolius* Meisn.	S-SE-CS (P1)	2783	MAR	CN	2000
	Jacquemontia grandiflora Meisn.	S-SE	1515	FEV-ABR	MC-CN	1500-2000
	Dichondra sericea Sw.	Neotrop.	2777	MAR	CN	2000
Griseliniaceae	*Griselinia ruscifolia* (Clos) Taub.	AndSul	3247	JUL-SET	MN-CN	2200-2700
Cunoniaceae	*Lamanonia grandistipularis* (Taub.) Taub.	SE	3370	SET	MC	1500
	Weinmannia humilis Engl.	S-SE	1483	FEV-JUN	MN-CN	1900-2400
Cyperaceae	*Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke	America	2790	MAR	CQ-CN	1500-2000
	Bulbostylis consanguinea (Kunth) C. B. Clarke	S-SE-CS	2914	MAR	CQ	1500-1900
	Bulbostylis sphaerocephala (Boeck.) C.B. Clarke	AmSul	1725	MAR-AGO	MC-CN	1800-2500
	Carex brasiliensis A. St.-Hil.	S-SE-CS (P2)	97/99	FEV	CN	2500
	Carex vesca C.B. Clarke	-	3060	MAR	MN	2200-2300
	Cyperus sp.	-	3099	ABR	CN	1900-2000
	Lagenocarpus triquetrus (Boeck.) Kuntze	S-SE-NE (P2)	2470	MAR-JUL	CQ	1500-1900
	Machaerina ensifolia (Boeck.) T. Koyama	S-SE (P1)	1947	MAI-AGO	CQ-CN	1900-2800
	Pleurostachys stricta Kunth	S-SE-NE	3186	JUN	MN	2300
	Rhynchospora corymbosa (L.) Britton	Neotrop.	1845	MAR-SET	MC-MN-CQ-CN	1500-2300
	Rhynchospora setigera Griseb.	S-SE-NE-CS (P2)	2607	NOV-MAR	MC-CN	1700-2100
	Rhynchospora sp. (nova)	SE (E1)	1970	JUN-AGO	CN	1900-2800
	Rhynchospora sp.1	-	2605	NOV	CN	1700-2000
	Rhynchospora sp.2	-	2560	SET	CN	1900-2000
Dioscoreaceae	*Dioscorea campestris* Griseb.	S-SE-CO-CS (P2)	1474	NOV-FEV	CN	2000
	Dioscorea debilis Uline ex. R. Knuth	S-SE-NE (P2)	2888	MAR	CQ	1800
Droseracee	*Drosera montana* A. St-Hil.	SE-NE-CO (E3b)	3272	AGO	CN	2000
Ericaceae	*Agarista hispidula* (DC.) J.D. Hooker ex Nied.	SE-NE-CO (E3b)	1581	AGO-NOV	MC-CQ-CN	1500-2500
	Gaultheria eriophylla (Pers.) Sleum. ex Burtt	SE (E3b)	1572	ABR-MAI	MC-CN	1500-2000
	Gaultheria itatiaiae Wawra	S-SE (P1)	1494	FEV-ABR	CQ-CN	1500-2100
	Gaultheria serrata (Vell.) Sleum. ex Kinoshita-Gouvêa	S-SE (P1)	3078	MAR-SET	CQ-CN	1500-2600
	Gaylussacia amoena (Pers.) Sleum. ex Burtt	S-SE (P1)	3104	ABR-NOV	CQ-CN	1500-2600
	Gaylussacia chamissonis Meisn.	SE (E3b)	1491	FEV-NOV	CQ-CN	1500-2500
	Gaylussacia decipiens Cham.	SE (E3b)	2498	JUL-SET	CQ-CN	1500-2000
	Gaylussacia densa Cham.	S-SE (P2)	2529	AGO-SET	CQ-CN	1500-2000
	Gaylussacia incana Cham. & Schlecht.	SE-NE (E3b)	1684	MAR-SET	CQ-CN	1600-2600

Ericaceae	*Gaylussacia jordanensis* Sleum.	SE (E3a)	1692	NOV-MAI	CQ-CN	1700-2700
	Gaylussacia rigida Casar	SE (E3a)	2322	MAI	CN	2300-2400
Eriocaulaceae	*Actinocephalus polyanthus* (Bong.) Sano	S-SE-CS	1921	MAR-AGO	CQ-CN	1500-2000
	Leiothrix beckii (Szysz.) Ruhland	SE (E3a)	1493	FEV	CN	2000
	Leiothrix argyroderma Ruhland	SE (E2a)	1654	MAI-JUL	CN	2500-2700
	Paepalanthus itatiaiensis Ruhland	SE (E2a)	1672	MAI-JUN	CN	2500-2700
	Paepalanthus multicostatus Ruhland	SE (E3b)	1767	MAR-NOV	CQ-CN	1500-2000
Erythroxylaceae	*Erythroxylum microphyllum* A. St.Hil.	S-SE-CO-CS	3305	AGO	CN	2600
Escalloniaceae	*Escallonia bifida* Link & Otto	S-SE-CS (P1)	1595	MAR-JUL	MC-CQ-CN	1800-2100
	Escallonia farinacea A. St.Hil.	S-SE-CS (P1)	2641	NOV	CN	1700
	Escallonia laevis (Vell.) Sleumer	S-SE (P1)	1625	FEV-JUN	CN	1900-2800
	Escallonia organensis Gardner	SE (E3a)	2337	NOV-ABR	MN-CN	2000-2300
Euphorbiaceae	*Croton celtidifolius* Baill.	S-SE-CO (P2)	1468	NOV-MAR	CQ-CN	1700-2000
	Croton erythroxyloides Baill.	S-SE-NE-CS (P2)	1818	MAR-AGO	CN	2000-2800
	Euphorbia peperomioides Boiss.	S-SE-NE (P1)	2748	MAR	CN	2000
	Microstachys daphnoides (Mart.) Mull. Arg.	SE-NE (E3b)	2345	MAR-MAI	MC	1500-1700
Fabaceae	*Chamaecrista cathartica* (Mart.) Irwin & Banerbe	S-SE-CO-NE	1558	MAI	MC	1800
	Collaea speciosa DC.	AndNorte	1561	NOV-JUN	MC-CQ-CN	1500-2100
	Crotalaria miottoae A.S. Flores & A.M.G. Azevedo	SE (E3a)	1503	FEV-AGO	MC-CQ-CN	1500-2500
	Dalbergia foliolosa Benth.	SE-NE-CO	2262	MAI	MC	1500-2000
	Camptosema scarlatinum (Mart. ex Benth) Burkart	S-SE-CO-NE (P2)	2209	NOV-MAI	MC-CN	1500-1700
	Lupinus heptaphyllus (Vell.) Hassl.	S-SE-CS (P1)	2304	MAI-SET	CN	1900-2500
	Mimosa calothamnos Mart. ex Benth.	SE (E3b)	2639	NOV-MAR	CN	1700-2000
	Mimosa dryandroides Taub.	S-SE (P1)	3329	JUN-SET	CN	1900-2300
	Mimosa insidiosa Mart.	SE (E3b)	2796	MAR	CN	1700-2000
	Mimosa itatiaiaensis Dusén	SE (E2a)	2327	NOV-JUN	CN	1900-2500
	Mimosa monticola Dusén	S-SE (P1)	1482	FEV-SET	CN	1900-2600
	Mimosa ourobrancoensis Burkart	SE (E3b)	3283	JUN-AGO	CN	2000-2500
	Senna itatiaiae Irwin & Barnerbe	SE (E2a)	2306	ABR-MAI	MN-CN	1900-2300
Gentianaceae	*Calolisianthus pendulus* (Mart.) Gilg.	SE-NE (E3b)	1750	MAR-AGO	CQ	1500-1900
Gesneriaceae	*Sinninga* sp.	-	1501	FEV	CN	2000
Hypericaceae	*Hypericum brasiliense* Choisy	AndNorte	2239	NOV-MAI	MC-CQ-CN	1500-2000
	Hypericum ternum A. St.Hil.	S-SE (P2)	2223	NOV-MAR	CQ	1700-1800
Hypoxidaceae	*Hypoxis decumbens* L.	Neotrop.	1475	NOV-FEV	CN	1700-2000
Iridaceae	*Alophia coerulea* (Vell.) Chukr	S-SE-CO-NE	1600	MAR-MAI	MC-CN	1700-2800
	Sisyrinchium palmifolium L.	AmSul	1662	MAR-NOV	CQ-CN	1500-2600

Iridaceae	*Sisyrinchium restioides* Spreng.	S-SE-NE-CS (P2)	1630	MAR-MAI	CQ-CN	1500-2400
	Sisyrinchium vaginatum Spreng.	S-SE-CO-NE-N	2586	NOV-JUN	MC-CN	1700-2000
Juncaceae	*Juncus microcephalus* H.B.K	Neotrop.	3299	AGO	CN	2600
Lamiaceae	*Cunila galioides* Benth.	S-SE (P1)	2785	MAR	CN	2000
	Hesperozygis myrtoides (A. St.Hil.) Epling	SE (E3a)	1485	FEV-NOV	CN	1900-2800
	Hyptis lippioides Pohl.	S-SE (P2)	1998	AGO	CN	2000
	Hyptis propinqua Epling.	SE (E3a)	2243	MAR-JUN	CN	1700-2400
	Lepechinia speciosa (St. Hill.) Epling.	SE (E3a)	1489	FEV-MAI	CN	1700-2400
	Rhabdocaulon coccineus Epling.	SE (E2a)	1832	MAR-JUN	CQ-CN	1500-2500
	Salvia arenaria St. Hill ex Benth.	SE (E3a)	1504	FEV-ABR	MN-CN	1900-2200
	Salvia itatiaiensis Dusén	SE (E3a)	1678	MAI-JUN	CN	1900-2600
	Salvia ombrofila Dusén	SE (E2a)	1675	MAR-SET	MN-CN	1900-2500
Lauraceae	*Persea* sp. (nova)	SE (E1)	1934	MAR-AGO	CQ	1500-1900
	Ocotea tristis (Ness) Mez	S-SE (P2)	1624	MAR-SET	MC-CQ-CN	1500-2500
	Ocotea variabilis (Ness) Mez	S-SE-CO-NE	2700	NOV	CN	2000
Lentibulariaceae	*Utricularia reniformis* A. St.-Hil.	S-SE (P1)	1709	MAR-MAI	CQ-CN	1500-2500
Linaceae	*Linum litorale* A. St.-Hil. & Naudin	S-SE-NE-CS	2469	MAR-JUL	CQ	1500-1900
Loranthaceae	*Struthanthus polyrrhizus* Mart.	S-SE-NE	1516	FEV-JUL	MC-CQ-CN	1500-2000
Lythraceae	*Cuphea glutinosa* Cham. & Schltdl.	S-SE-NE-CS	2752	MAR	CN	2000
Malpighiaceae	*Byrsonima variabilis* A.Juss	S-SE-CO-NE-N	1599	MAI	MC	1800-2000
	Banisteriopsis campestris (A.Juss.) Little	S-SE-CO-NE (P2)	2843	MAR	CN	1800
Melastomataceae	*Chaetostoma armatum* (Spreng.) Cogn.	S-SE-CO (P2)	1462	AGO-MAR	CN	1700-2500
	Lavoisierea imbricata (Thumb.) DC.	S-SE-CO (P2)	2647	AGO-MAR	CN	1700-2000
	Leandra aurea (Cham.) Cogn.	S-SE-CO (P2)	1570	MAI-NOV	MC-CQ-CN	1500-2000
	Leandra barbinervis (Cham. ex Triana) Cogn.	S-SE (P1)	1523	SET-FEV	MN-CN	2000-2200
	Leandra carassana (DC.) Cogn.	S-SE-NE	1615	MAI-SET	MN	2000-2300
	Leandra erostrata (DC.) Cogn.	S-SE-NE (P2)	2220	JUL-MAR	CQ-CN	1700-2000
	Leandra foveolata Cogn.	S-SE-N	1761	MAR-AGO	MC-CQ	1500-2000
	Leandra neurotricha Cogn.	SE (E3a)	2303	MAR-JUN	MN-CN	1900-2300
	Leandra pennipilis Cogn.	SE (E2b)	1694	MAI-NOV	CN	1700-2600
	Leandra quinquedentata (DC.) Cogn.	S-SE-NE (P2)	3174	JUN	MN	2500
	Leandra sulfurea (Naud.) Cogn.	S-SE (P2)	1480	FEV-JUN	MC-MN-CN	1800-2600
	Leandra sp.1	-	3041	MAR	MC	1500-1600
	Leandra sp.2	-	1989	AGO-NOV	MC-CN	1700-1800
	Miconia cinerascens Miq.	S-SE-CS	1616	NOV-MAI	MC-CN	1700-2000
	Miconia hyemalis Naudin	S-SE-CS	1506	NOV-JUL	MC-CN	1700-2000

Melastomataceae	*Miconia theezans* (Bongl.) Cogn.	Neotrop.	1887	MAR-JUL	MC	1500-1600
	Microlicia isophylla DC.	SE-NE (E3b)	2342	NOV-MAI	CQ-CN	1500-2000
	Tibouchina alba Cogn.	SE-NE (E3b)	3019	FEV-AGO	CQ-CN	1500-2000
	Tibouchina fothergillae Cogn.	S-SE-NE	3036	MAR-MAI	MC	1500-2000
	Tibouchina foveolata Cogn.	S-SE (P2)	2537	SET	CQ	1500
	Tibouchina frigidula Cogn.	S-SE (P2)	2374	MAR-JUL	MC-CQ-CN	1500-2000
	Tibouchina hospita Cogn.	S-SE (P1)	1481	NOV-MAI	MN-CN	1900-2500
	Tibouchina itatiaiae Cogn.	SE (E2a)	3018	MAR-MAI	CN	1900-2400
	Tibouchina martialis Cogn.	S-SE-CO (P2)	1470	NOV-JUN	MC-CQ-CN	1500-2000
	Tibouchina minor Cogn.	SE (E3b)	2219	MAR	CN	1700-1800
	Tibouchina mosenii Cogn.	S-SE (P1)	2761	MAR-MAI	CN	1700-2200
	Trembleya parviflora (D.Don) Cogn.	S-SE-CO-NE (P2)	2261	ABR-AGO	MC-CQ	1500-1600
Monimiaceae	*Macropeplus dentatus* (Perkins) I. Santos & Peixoto	SE (E3a)	1909	AGO	MC	1600
Myrsinaceae	*Anagallis filiformis* Cham. & Schltdl.	AmSul	2165	FEV-MAR	CN	2500
	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult	Neotrop.	1463	FEV-NOV	MC-CQ-CN	1500-2400
	Myrsine emarginella Miq.	SE (E3b)	1564	MAI	MC	1500-2000
	Myrsine gardneriana A. DC.	S-SE-CO-NE	1596	MAR-SET	MC-MN-CQ-CN	1500-2500
	Myrsine squarrosa (Mez) Freitas	S-SE (P2)	1597	MAI-AGO	MC-CQ	1500-2000
	Myrsine umbellata Mart.	AndNorte	3372	SET	MC	1500
	Myrsine villosissima Mart.	SE (E3b)	3073	MAR-ABR	MC	1500
Myrtaceae	*Campomanesia* sp.	-	3340	SET	MC	1500
	Eugenia pyriformis Cambess.	S-SE-CO-NE-CS	1622	MAI-JUN	MC-CN	2000-2220
	Myrceugenia alpigena (DC.) Landrum	S-SE-CO-NE (P2)	1661	JUN-SET	MN-CN	1900-2800
	Myrceugenia bracteosa (DC.) Legrand & Kausel	S-SE (P2)	1457	AGO	MC-CN	1700-2000
	Myrceugenia ovata (Hook. & Arn.) O. Berg	AndSul	1681	MAI	MN-CN	2200-2500
	Myrcia arborescens O.Berg	S-SE-N	3263	AGO	MC	1800
	Myrcia guianensis (Aubl.) DC.	AndNorte	2236	AGO-MAR	MC-CQ-CN	1500-2000
	Myrcia montana Cambess.	SE-NE (E3b)	2532	FEV-SET	CQ-CN	1500-2500
	Myrcia pulchra (O. Berg) Kiaersk.	S-SE-CO (P2)	1737	MAI	CN	2000
	Myrcia splendens (Sw.) DC.	Neotrop.	3225	JUL	CQ	1500
	Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	AndNorte	2732	AGO-NOV	MC-CN	1900-2200
	Pimenta pseudocaryophyllus (Gomes) Landrum	AndNorte	1469	FEV-MAR	CN	1900-2000
	Siphoneugena widgreniana O.Berg	S-SE (P2)	1617	MAI	MC-CN	2000
Ochnaceae	*Ouratea semisserrata* (Mart. et Nees) Engl.	S-SE-CO-NE (P2)	1487	JUL-FEV	CQ-CN	1500-2000
Onagraceae	*Fuchsia campos-portoi* Pilger & Schulze	SE (E2a)	2311	ABR-MAI	MN-CN	2200-2500

Onagraceae	*Fuchsia regia* (Vell.) Munz	S-SE (P2)	1471	AGO-MAI	MN-CQ-CN	1500-2500
Orchidaceae	*Cranichis candida* (Barb.Rodr.) Cogn.	S-SE-CO-NE (P2)	2768	MAR-ABR	CQ-CN	1600-2100
	Epidendrum secundum Jacq.	AndNorte	1557	MAR-SET	MC-CQ	1500-2000
	Habenaria nasuta Rchb. f. & Warm.	SE-CO (E3b)	2750	MAR	CN	2000
	Habenaria parviflora Lindl.	AndNorte	2751	MAR	CN	1900-2000
	Habenaria rupicola Barb. Rodr.	S-SE (P2)	2813	MAR	CQ-CN	2000
	Oncidium blanchetii Reichb.f	S-SE-NE (P2)	1703	MAR-NOV	CQ-CN	1500-2000
	Oncidium barbaceniae Lindl.	S-SE (P2)	2613	NOV	CN	1700-1800
	Oncidium warmmingii Reichb.f	AndNorte	1598	MAR-AGO	MC	1700-1800
	Pelexia oestrifera (Reichb.f & Warm.) Schltr.	S-SE (P1)	2781	MAR	CN	2000
	Pleurothallis prolifera Herb. ex Lindl.	SE (E3b)	2267	MAI	MC	1700-1800
	Prescottia plantaginea Lindl.	SE-NE (E3b)	2526	SET	CQ	1700
	Sophronitis coccinea (Lindl.) Reichb.f	S-SE (P1)	1740	MAR-AGO	MN	2000-2400
	Zygopetalum mackay Hook.	S-SE (P2)	1565	MAR-SET	MC-CQ	1500-2000
Orobanchaceae	*Esterhazya macrodonta* (Cham.) Benth.	S-SE-NE (P2)	1555	ABR-NOV	MC-CQ-CN	1500-2200
	Esterhazya splendida J.C.Mikan	S-SE-NE-CS (P2)	1953	ABR-NOV	MC-CQ-CN	1700-2500
Oxalidaceae	*Oxalis confertissima* A. St.Hil.	S-SE (P1)	1496	FEV-NOV	MC-CN	1700-2500
Passifloraceae	*Passiflora campanulata* Mast	S-SE (P1)	1476	FEV	CN	2000
Piperaceae	*Peperomia galioides* Kunth	Neotrop.	1507	FEV	CN	2000
	Peperomia trineura Miq.	S-SE-CO-NE-N	3341	SET	MN	2200
Plantaginaceae	*Plantago australis* Lam.	Neotrop.	1656	ABR-NOV	CN	1900-2800
	Plantago guilleminiana Decne.	S-SE (P2)	2664	SET-NOV	CN	2000-2300
Poaceae	*Agrostis* cf. *exasperat*a Trin.	-	1658	MAR-JUN	CN	2000-2800
	Andropogon macrothrix Trin.	AndNorte	2672	NOV-MAR	CN	2000
	Axonopus siccus (Nees) Kuhlm.	AndNorte	2681	AGO-MAR	MC-CN	1900-2000
	Briza brasiliensis (Nees ex Steud.) Ekman	S-SE (P1)	2018	AGO-SET	CQ-CN	1500-2000
	Briza calotheca (Trin.) Hack.	S-SE-CS (P2)	3273	AGO	CN	2000-2500
	Briza itatiaiae Ekman	SE (E2a)	2162	NOV-JUN	CN	1900-2800
	Briza uniolae (Nees) Nees ex Steud.	S-SE-CS (P1)	1961	AGO-NOV	CN	1700-2000
	Calamagrostis viridiflavescens (Poir.) Steud.	AndNorte	1713	NOV-MAI	CN	1900-2600
	Calamagrostis longearistata (Wedd.) Hack. Ex Sodiro	Andes	3025	MAR	CN	1900-2000
	Chusquea microphylla (Döel in Mart.) L.G. Clark	SE (E2a)	3292	AGO	CN	2000-2800
	Chusquea leptophylla Rupr. ex Döll in Mart	SE (E3a)	2340	MAI	MN-CN	1900-2300
	Chusquea pinifolia (Nees) Nees	S-SE-CO (P2)	3274	AGO	CN	2000-2800
	Chusquea meyerina Rupr. ex Döll in Mart	SE (E3a)	3027	OUT	CN	1900-2000
	Cortaderia sp. (nova)	SE (E1)	2601	NOV	CN	1800-2700

Poaceae	*Danthonia cirrata* Hack & Arevach.	S-SE-CS (P1)	1666	MAI-NOV	CQ-CN	1600-2800
	Danthonia montana Döll in Mart.	AndNorte	2682	NOV	CN	2000
	Festuca ampliflora Döll in Mart.	S-SE-CS (P1)	3062	FEV-MAR	MC-MN	1900-2300
	Ichnanthus pallens (Sw.) Munro ex Benth.	Ampla	2939	MAR	MC	1500
	Melica arzivencoi Valls & Barcellos	S-SE (P1)	97/91	FEV	CN	2600-2700
	Panicum cf. *millegrama* Hitch	-	1990	MAR	MC	1500
	Panicum cf. *cyanescens* Nees ex Trian.	-	3031	MAR	CQ	1500-1900
	Homolepis cf. *glutinosa* (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	-	3044	MAR	MC	1500
	Panicum sp.1	-	2276	MAR-MAI	CQ-CN	1500-2000
	Panicum sp.2	-	2595	NOV	CQ	1900
	Paspalum polyphyllum Nees ex Train.	AndNorte	1699	MAR-MAI	MC-CQ-CN	1500-2500
	Schizachyrium condensatum Ness.	AmSul	2421	MAR-JUN	CQ-CN	1500-2500
	Schizachyrium sp.	-	2889	MAR-ABR	CQ	1500-1900
	Sorghastrum cf. *nutans* (L.) Nash	-	2845	MAR	CN	1700-1800
	Trachypogon plumosus (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Nees	America	2909	MAR-JUN	CQ	1500-1900
Polygalaceae	*Polygala brasiliensis* L.	S-SE-CS (P1)	2017	AGO-MAR	CN	1700-1800
	Polygala campestris Gardner	S-SE (P1)	2684	NOV-MAR	CN	2000
	Polygala cneorum A. St.Hil.	SE (E3b)	1510	AGO-MAR	CQ-CN	1500-2100
	Polygala glazioui Chodat	S-SE (P1)	1591	FEV-SET	MC-CN	1700-2600
	Polygala insignis Chodat	SE-NE (E3b)	1511	NOV-JUL	CN	2000-2400
	Polygala itatiaiae Wawra	SE (E2a)	2210	NOV-MAR	CN	1700-1800
	Polygala lancifolia A. St.Hil. & Moq.	S-SE-CS	1588	AGO-ABR	MC-CQ-CN	1500-2100
	Polygala pulchella A. St.Hil. & Moq.	S-SE-CO-CS (P2)	1964	AGO-MAR	CN	1700-2000
	Polygala sp.	-	3152	ABR	CN	2000
Proteaceae	*Roupala rhombifolia* Mart. Ex Meisn.	S-SE-NE (P2)	S/N	-	MN	2200-2300
	Roupala montana Aubl.	America	1587	FEV-NOV	CQ-CN	1500-2800
	Euplassa rufa (Loen.) Sleumer	SE (E3b)	3216	-	CN	2000
	Euplassa itatiaiae Sleumer	SE (E2b)	3368	-	CN	1500-2000
Ranunculaceae	*Ranunculus bonariensis* Poir.	Andes	1500	FEV	CN	2000
Rhamnaceae	*Rhamnus sphaerosperma* Sw.	Neotrop.	2701	NOV	CN	2000
Rubiaceae	*Alibertia* sp.	-	1466	NOV-AGO	MC-CN	1800-2500
	Borreria capitata (Ruiz & Pav.) DC.	AmSul	2904	MAR-JUL	CQ	1500-1900
	Borreria verticillata (L.) G. Mey	Ampla	2754	MAR	CN	2000
	Coccocypselum condalia Pers.	AndNorte	1592	NOV-JUL	MC-CN	1800-2500
	Coccocypselum erytrocephalum Cham. & Schltdl.	S-SE-CO-NE	1584	MAI-NOV	MC-CN	1800-2500
	Coccocypselum lanceolatum (Ruiz & Pav.) Pers.	Neotrop.	1808	MAR-JUL	CQ-CN	1500-2000

Rubiaceae	*Coccocypselum lymansmithii* Standl.	S-SE (P1)	1774	MAR-AGO	CN	1900-2100
	Declieuxia fruticosa (Willd. ex Roem. & Schult) Kuntze	AndNorte	2278	MAR-JUL	CQ-CN	1500-2100
	Emmeorhiza umbellata (Spreng.) K.Schum.	AmSul	1604	MAR-JUN	MC-CQ	1500-2000
	Galianthe angustifolia (Cham. & Schltdl.) E.L. Cabral	SE-CO (E3b)	2830	MAR	CN	1700-1800
	Galianthe brasiliensis (Spreng.) E.L.Cabral	S-SE-CO-NE-CS	3101	FEV-JUL	MC-CQ-CN	1500-2000
	Galianthe vaginata E.L.Cabral & Bacigalupo	SE (E3a)	1467	FEV-JUL	CN	2000
	Galium diphyllum (K. Schum) Dempster	SE-CO (E3b)	3276	AGO	CN	2000
	Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb	AmSul	1590	MAR-AGO	MC-CQ-CN	1500-2500
	Galium noxium (A. St-Hil.) Dempster	AndNorte	2230	MAR	MC-CN	1700-2000
	Galium shepherdii Jung-Mendaçolli	SE (E1)	3294	AGO	CN	2500-2800
	Galium sp.	SE	2974	MAR	CN	2000
	Hindsia glabra K.Schum.	SE (E3a)	1634	ABR-AGO	CQ-CN	1900-2800
	Manetia pauciflora Dusén	SE (E2a)	3133	MAR-ABR	MN	2000-2300
	Mytracarpus sp.	-	2873	MAR	CN	1700-1800
Salicaceae	*Abatia americana* (Gardner) Eichler	SE (E3b)	1456	FEV-MAR	MC-CN	1500-2000
	Abatia glabra Sleumer	SE (E2b)	1513	FEV-JUN	CN	2000-2200
Smilacaceae	*Smilax elastica* Griseb.	S-SE-CO-NE-N	1610	ABR-NOV	MC-CQ-CN	1500-2200
Solanaceae	*Brunfelsia brasiliensis* (Spreng.) Smith & Downs.	S-SE-CO-NE	1775	MAR-SET	MC-CQ-CN	1500-2100
	Solanum americanum Mill.	Neotrop.	2872	MAR	CN	1700-1800
	Solanum enantiophyllantum Bitter	SE (E3a)	3118	ABR	MN	2200-2300
	Solanum itatiaiae Glaz. ex Edmonds	SE (E3a)	2699	NOV-ABR	MN-CN	1900-2300
	Solanum megalochiton Mart.	S-SE-CO-NE	3224	JUN-JUL	CQ	1500-1900
	Solanum nigrescens M.Martens & Galeotti	Neotrop.	3089	ABR-MAI	CN	1900-2500
	Solanum velleum Thumb.	S-SE-N	2638	NOV	CN	1700-1800
Symplocaceae	*Symplocos corymboclados* Brand	S-SE (P1)	1697	MAR-SET	MN-CN	2200-2500
	Symplocos falcata Brand	SE (E3b)	2258	MAR-NOV	MN-CQ	1500-2200
	Symplocos itatiaiae Wawra	SE (E3a)	2505	SET	MN-CN	2200-2500
	Symplocos sp. (nova)	SE (E1)	3288	MAI-AGO	CN	2500-2800
	Symplocos pubescens Klotzch ex Benth.	S-SE-CO (P2)	2024	AGO-MAR	MC-CN	1700-1800
Theaceae	*Gordonia fruticosa* (Schrader) H.Keng	AndNorte	1770	MAR-NOV	CQ-CN	1500-2200
	Ternstroemia cuneifolia Gardner	SE (E3a)	1701	MAR-NOV	CQ-CN	1500-2200
Valerianaceae	*Valeriana glaziovii* Taub.	SE (E2a)	1827	MAR-JUL	CN	1900-2400
	Valeriana scandens L.	Neotrop.	3124	ABR	MN	2200
Velloziaceae	*Barbacenia gounelleana* Baeuverd	SE (E2a)	2234	NOV-MAR	CN	1700-1800
	Barbacenia mantiqueirae Goethart & Henrad	SE (E3a)	1653	MAR-MAI	CN	1900-2800
Verbenaceae	*Lantana fucata* Lindl.	AndNorte	1755	JUN-SET	MC-CQ	1500-1800

Verbenaceae	*Verbena hirta* Spreng.	S-SE (P1)	2576	NOV	CN	1700-2000
	Verbena litoralis Kunth	Neotrop.	2760	MAR	CN	2000
	Verbena lobata Vell.	S-SE (P1)	1527	FEV-NOV	MN-CN	1700-2600
Violaceae	*Viola cerasifolia* A. St-Hil.	SE (E3b)	2667	NOV-MAR	CN	2000
Vitaceae	*Cissus striata* Ruiz & Pav.	Andes	2370	MAR-JUN	MN-CN	2000-2300
Winteraceae	*Drimys brasiliensis* Miers	S-SE-CO-NE (P2)	2422	JUN-SET	MN-CN	2000-2300
Xyridaceae	*Xyris augusto-coburgi* Szyszyl.	SE-NE (E3b)	2533	SET	CQ	1700
	Xyris itatiayensis (Malme) Wanderley & Sajo	SE (E2a)	2850	MAR	CN	1700-1800
	Xyris obtusiuscula Alb. Nilss.	SE-NE (E3b)	2270	MAR-MAI	CQ-CN	1500-2000

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A. M., PRADO, P. I. & LEWINSOHN, T. M. 2004. Geographical distribution of Eupatorieae (Asteraceae) in South-eastern and South Brazilian Mountain Ranges. Plant Ecology 174: 163-181.

ALMEIDA, A. M., FONSECA, C. R. S. D., PRADO, P. I., NETO, M. A., DINIZ, S., KUBOTA, U., BRAUN, M. R., RAIMUNDO, R. L. G., ANJOS, L. A., MENDONÇA, T. G., FUTADA, S. M., LEWINSOHN, T. M. 2005. Diversidade e ocorrência de Asteraceae em cerrados de São Paulo. Biota Neotropica 5: 1-17.

ALMEIDA, F. F. M. & CARNEIRO, C. D. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências 28: 135-150.

ALVES, R. J. V., CARDIN, L. & KROPF, M. S. 2007. Angiosperm disjunction "Campos rupestres – restingas": a re-evaluation. Acta Botanica Brasilica 21: 675-685.

ANTONELLI, A. 2008. Spatiotemporal evolution of neotropical organisms: new insights into an old riddle. Tese de Doutorado, University of Gothenburg, Göteborg.

APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399-436.

ARANHA-FILHO, J. L. M., MEIRELES, L. D. & LEONI, L. S. 2007. Flora Fanerogâmica do Parque Nacional do Caparaó: Symplocaceae. Pasbtia 18(4): 1-8.

AZEVEDO, L. G. 1962. Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências 34: 225-234.

BARBARÁ, T., MARTINELLI, G., FAY, M. F., MAYO, S. J. & LEXER, C. 2007. Population differentiation and species cohesion in two closely related plants adapted to neotropical high-altitude 'inselbergs', *Alcantarea imperialis* and *Alcantarea geniculata* (Bromeliaceae). Molecular Ecology 16: 1981-1992.

BARROSO, G. M. 1957. Flora do Itatiaia I: Compositae. Rodriguésia 32: 175-241.

BARROS, F. 2002. Cornaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.2, p.93-94.

BEHLING, H. 1998. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. Review of Paleobotany and Palynology 99: 143-156.

BEHLING, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 177: 19–27.

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 56: 383-389.

BEHLING, H., ARZ, H. W., PÄTZOLD, J. & WEFER, G. 2002. Late Quaternary vegetacional and climate dynamics in southeastern Brazil, inferences from marine cores GeoB 3229-2 and GeoB 3202-1. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology 179: 227-243.

BEHLING, H., DUPONT, L., SAFFORD, H. D. & WEFER, G. 2007. Late Quaternary vegetation and climate dynamics in the Serra da Bocaina, southeastern Brazil. Quaternary International 161: 22-31.

BELL, C. D. & DONOGHUE, M. J. 2005. Phylogeny and biogeography of Valerianaceae (Dipsacales) with special reference to the South American valerians. Organisms, Diversity & Evolution 5: 147–159.

BERRY, P. E. 1989. A systematic revision of *Fuchsia* sect. Quelusia (Onagraceae). Annals of Missouri Botanical Garden 76: 532-584.

BRADE, A. C. 1945. Contribuição para o conhecimento da flora dos Parques Nacionais de Itatiaia e Serra dos Órgãos. Rodriguésia 19: 9-19.

BRADE, A. C. 1956. A Flora do Parque Nacional do Itatiaia. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia 5: 1-114.

BRADE, A. C. 1951. Relatório da excursão a Serra da Bocaina, no estado de São Paulo. Rodriguésia 15: 55-66.

BROWN, J. H., STEVENS, G. C. & KAUFMAN, D. M. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. Annals Review of Ecology and Systematics 27: 597-623.

BROW, J. H. & LOMOLINO, M. V. 1998. Biogeography. Sinauer Associates, Sunderland.

BURNHAM, R. J. & GRAHAM, A. 1999. The history of neotropical vegetation: new developments and status. Annals of Missouri Botanical Garden 86: 546-589.

CABRERA, A. L. 1957. El genero *Senecio* (Compositae) en Brasil, Paraguay y Uruguay. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 15: 163-264.

CABRERA, A. L. 1959. Revision del genero *Dasyphyllum* (Compositae). Revista del Museo de La Plata 9 (38): 1-100.

CAIAFA, A. N. & SILVA, A. F. 2005. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. Rodriguésia 56: 163-173.

CAMERIK, A. M. & WERGER, M. J. A. 1981. Leaf characteristics of the flora of the High Plateau of Itatiaia, Brasil. Biotropica 13: 39-48.

CATHARINO, E. L. M., BERNACCI, L. C., FRANCO, G. A. D. C., DURIGAN, G. & METZER, J. P. 2006. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. Biota Neotropica 6(2): 1-28.

CHAVERRI-POLINI, A. 1998. Mountains, biodiversity and conservation. Unasylva 195: 22-33.

CHIESSI, C. M. 2004. Tectônica cenozóica do Maciço Alcalino de Passa Quatro (SP-MG-RJ). Tese de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CLARK, L. G. 1992. *Chusquea* sect. Swallenochloa (Poaceae: Bambusoideae) and allies in Brazil. Brittonia 44: 387-422.

DÍAZ-PIEDRAHITA, S. & CUATRECASAS, J. 1999. Asteraceas de la flora de Colombia. Senecioneae-I, Generos *Dendrophorbium* y *Pentacalia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 12: 1-389.

DI MAIO, F. R. 1996. Revisão taxonômica do gênero *Hindsia* Bentham (Rubiaceae, Hedyotideae). Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 34: 51-92.

DONOGHUE, M. J. & ALVERSON, W. S. 2000. A new age of discovery. Annals of Missouri Botanical Garden 97: 110-126.

DUSÉN, P.K.H. 1955. Contribuições para a flora do Itatiaia. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia 4: 67-91.

EHRENDORFER, F., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1979. Variation on the population, racial, and species-level in the primitive relic angiosperm genus *Drimys* (Winteraceae) in South America. Plant Systematics and Evolution 132: 53–83.

FALKENBERG, D. B. 2003. Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FALKENBERG, D. B. & VOLTOLINI, J. C. 1995. The montane cloud forest in Southern Brazil *In* Tropical montane cloud forests (L. S. Hamilton, J. O. Juvik & F. N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.138-149.

FRANCO, A. O. B, HACKSPACHER, P. C., GOGOY, D. F., RIBEIRO, L. F. B. & GUEDES, S. 2005 História térmica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (SP/MG) e adjacências através da análise de datação por traços de fissão em apatitas. Revista Brasileira de Geociências 35: 351-358.

FREIRE, S. E. 1993. A revision of *Chionolaena* (Compositae, Gnaphalieae). Annals of the Missouri Botanical Garden 80: 397-438.

FREITAS, L. & SAZIMA, M. 2006. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. Annals of Missouri Botanical Garden 93: 465-516.

GARCIA, R. J. F. & PIRANI, J. R. 2003. Revisão sobre o diagnóstico e caracterização da vegetação campestre junto à crista de serras no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. Hoehnea 30: 217-242.

GENTRY, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connection between Central and South America, Pleistocene climatic flutuations, or an accident of the Andean orogeny? Annals of Missouri Botanical Garden 69: 557-593.

GENTRY, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. *In* Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests (S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn, eds.). The New York Botanical Garden, New York, p.103-126.

GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R., MENEZES, N. L., MEGURO, M. & WANDERLEY, M. G. L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e Lista das Espécies. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 9:1-151.

GIULIETTI, A.M. & PIRANI, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaco Range, Minas Gerais and Bahia, Brasil. *In* Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.

GRANVILLE, J. 1992. Un cas de distribution particulier: les especies forestieres peri-amazoniennes. Compte Rendu des Séances de la Société de Biogéographie 68:1-33.

HAMILTON, L. S., JUVIK, J. O. & SCATENA, F. N. 1995. The Puerto Rico tropical cloud forests symposium: introduction and workshop synthesis. *In* Tropical montane cloud forests (L. S. Hamilton, J. O. Juvik & F. N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.1-23.

HILL, M. O. 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. Journal of Ecology 61: 237-249.

HILL, M. O. 1979. TWINSPAN – a FORTRAN program for arraging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca. ´

HOOGHIENSTRA, H., VAN DER HAMMEM, T. & CLEEF, A. 2000. Palaeoecología de la flora boscosa. *In* Ecología y coservación de Bosques Neotropicales (M. R. Guariguata & G. H. Kattan, eds.). Libro Universitario Regional, Cartago, p.43-58.

HUECK, K. 1972. As Florestas da América do Sul. Brasília: Editora da Universidade de Brasília.

IRWIN, H. S. & BARNEBY, R. C. 1982. The American Cassiinae. Memoirs of the New York Botanical Garden 35: 1-918.

JANZEN, D. H. 1967. Why mountain passes are higher in the tropics. American Naturalist 101: 233-249.

JOHNSTON, M. C. & JOHNSTON, L. A. 1978. *Rhamnus*. Flora Neotropica 20: 1-96.

KÖRNER, C. 1999. Alpine Plant Life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer-Verlag, Berlim, Heidelberg.

LANDRUM, L. R. 1981a. The phylogeny and geography of *Myrceugenia* (Myrtaceae). Brittonia 33: 105-129.

LANDRUM, L. R. 1981b. A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). Flora Neotropica 29: 1-137.

LANDRUM, L. R. 1986. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). Flora Neotropica 45: 1-178.

LEDRU, M., SALGADO-LABOURIAU, M. L. & LORSCHEITTER, M. L. 1998. Vegetation dynamics in south and central Brazil during the last 10,000 years BP. Review of Palaeobotany and Palynology 99: 131-142.

LEDRU, M. P., ROUSSEAU, D. D., CRUZ Jr., F. W., RICCOMINI, C., KARMANN, I. & MARTIN, L. 2005. Paleoclimate changes during the last 100,000 yr from a record in the Brazilian Atlantic rainforest region and interhemispheric comparison. Quaternary Research 64: 444-450.

LOMBARDI, J. A. 2000. Vitaceae – Gêneros *Ampelocissus*, *Ampelopsis* e *Cissus*. Flora Neotropica 80: 1-251.

LONGHI-WAGNER, H. M. *Briza*. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.1, p.259-261.

LONGHI-WAGNER, H. M. *Cortaderia*. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.1, p.18-19.

LUTEYN, J. L. 1999. Páramos: a checklist of plant diveristy, geografhical distribution, and botanical literature. Memoirs of the New York Botanical Garden 84: 1-278.

LUTEYN, J. L. 2002. Diversity, adaptation, and endemism in neotropical Ericaceae: biogeographical patterns in the Vaccinieae. The Botanical Review 68: 55-87.

MABBERLEY, D. J. 1996. The plant book: a portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press, Cambridge.

MACOCHINSKI, A. Y. & SCHEER, M. B. 2008. Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: aspectos florísticos. Floresta 38: 625-640.

MACHADO FILHO, L., RIBEIRO, M. W., GONZALEZ, S. R., SCHENINI, C. A., SANTOS-NETO, A., PALMEIRA, R. C. B., PIRES, J. L., TEIXEIRA, W. & CASTRO, H. E. F. 1983. Geologia. *In* Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF:23/24 Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. MEE/SG, Rio de Janeiro, v.32, p.56-66.

MACIAS, L. 2007. *Manetia*. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, T. S. Melhem & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Instituto de Botânica, São Paulo, v.5, p.364-373.

MARTINELLI, G. & BANDEIRA, J. 1989. Campos de altitude. Editora Index, Rio de Janeiro.

MARTINS, C. S. 2000. Caracterização física e fitogeográfica de Minas Gerais. *In* Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais. (M. P. Mendonça, & L.V. Lins, orgs.). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p.35-43.

MATTOS, J. R. 1967 Berberidáceas. *In* Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz & R. M. Klein, eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

MEDINA, B. O., RIBEIRO, K. T. & SCARANO, F. R. 2006. Plant-plant and plant-topography interactions on a rock outcrop at high altitude in Southeastern Brazil. Biotropica 38: 27-34.

MEIRELES, L. D. 2003. Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MEIRELES, L. D., SHEPHERD, G. J. & KINOSHITA, L. S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. Revista Brasileira de Botânica 31: 559-574.

MELLO-SILVA, R. 2005. Velloziaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S. Melhem & A.M. Giulietti &, eds.). Fapesp, Rima, São Paulo, v.4, p.371-376.

MOREIRA, A. A. N. & CAMELIER, C. 1977. Relevo. *In* Geografia do Brasil (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ed.). IBGE, Rio de Janeiro, v.3, p.1-150.

MÜLLER, J. 2006. Systematics of *Baccharis* (Compositae–Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. Systematic Botany Monographs 6: 1–341.

NAKAJIMA, J. N. & SEMIR, J. 2001. Asteraceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 24: 471-478.

NIMER, E. 1977a. Clima. *In* Geografia do Brasil: Região Sudeste (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). SERGRAF, Rio de Janeiro, p.51-89.

NIMER, E. 1977b. Clima. *In* Geografia do Brasil: Região Sul (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). SERGRAF, Rio de Janeiro, p.35-79.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FLUMINHAM-FILHO, M. 1999. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. Cerne 5: 51-64.

OLIVEIRA, C. M. S. 2001. *Tibouchina* sect. Diotanthera, Diplostegia, Peseudopterolepis, Purpurella e Simplicicaules (Mestastomaceae) no estado de São Paulo. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. 1995. Study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. Edinburg Journal of Botany 52: 141-194.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. & FONTES, M. A. L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. Biotropica 32: 793-810.

PIELOU, E. C. 1979. Biogeography. John Wiley & Sons. Nova York.

PEREIRA, E. 1957. Flora do Itatiaia I. Labiatae. Rodriguésia 20: 89-104.

PROENÇA, S. L. & WANDERLEY, M. G. L. 2007. *Fernseea*. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, T. S. Melhem & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Instituto de Botânica, São Paulo, v.5, p.85-86.

RAMBO, B. 1951. O elemento andino no pinhal riograndense. Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 3: 7-39.

RAMBO, B. 1956. A flora fanerogâmica dos Aparados da Serra. Sellowia 7: 235–298.

RAVEN, P. H. & AXELROD, D. I. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. Annals of the Missouri Botanical Garden 61: 539–673.

RIBEIRO, K. T. 2002. Estrutura, dinâmica e funcionalidade em comunidades rupícolas no Planalto do Itatiaia. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIBEIRO, K. T., MEDINA, B. O. & SCARANO, F. R. 2007. Species composition and geographic relations of the flora on rocky outcrops at the high altitude plateau of Itatiaia, Se - Brazil. Revista Brasileira de Botânica 30: 623-639.

RICKLEFS, R. E. 2006. Evolutionary diversification and the origin of the diversity-environment relationship. Ecology 87(7): 3-13.

RIZZINI, C. T. 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil. 2ª ed. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro.

SAFFORD, H. D. 1999a. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography 26: 693-712.

SAFFORD, H. D. 1999b. Brazilian Páramos II. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography 26: 713-737.

SAFFORD, H. D. 2007. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. Journal of Biogeography 34: 1701-1722.

SAFFORD, H. D. & MARTINELLI, G. 2000. Southeast Brazil. *In* Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in the tropics. (W. Barthlott & S. Porembski, eds.). Ecological Studies. Springer-Verlag, Berlin, 146, p.339-389.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. 1997. Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. Journal of Quaternary Science 12: 371-379.

SALVADOR, E. D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica da região do Alto Estrutural de Queluz, SP-RJ, Brasil. Revista Brasileira de Geociências 15: 151-164.

SANTOS, I. S. & PEIXOTO, A. L. 2005. Taxonomia do gênero *Macropeplus* Perkins (Monimiaceae, Monimoideae). Rodriguésia 52(81): 65-105.

SAZIMA, I., SAZIMA, M. & BUZATO, S. 1996. Na assamblage of hummingbird-pollinated flower in a montane forest in southeastern Brazil. Botanica Acta 109: 149-160.

SCALON, V. R., SOUZA, V. C. & RODRIGUES, R. R. 2002. Valerianaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.2, p.349-351.

SCARAMUZZA, C. A. M. 2006. Flora e ecologia dos campos de Itararé, São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SEGADAS-VIANNA, F. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. I. Altitudinal zonation of the vegetation. Arquivos do Museu Nacional 53: 7-30.

SEGADAS-VIANNA, F. & DAU, L. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. II-Climates and altitudinal climatic zonation. Arquivos do Museu Nacional 53: 31-53.

SHEPHERD, G. J. 1998. Estudo da diversidade de espécies de Spermatophyta (Fanerógamas) do estado de São Paulo. *In* Biodiversidade do estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX. 2. Fungos Macroscópicos e Plantas (C. E. M. Bicudo & G. J. Shepherd, eds.). FAPESP, São Paulo, p.63-76.

SHEPHERD, G. J. FITOPAC 1. Manual do usuário. Departamento de Botânica. UNICAMP. 1995.

SILVA, J. U. L. E. & LEITE, W. C. A. 2000. Distribuição do coeficiente de variação da pluviosidade na região oriental paulista. *In* XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, p.1-8.

SLEUMER, H. O. 1980. Flacourtiaceae. Flora Neotropica 22: 1-499.

SMITH, A. P & YOUNG, T. P. 1987. Tropical alpine plant ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 18: 137-158.

SMITH, J. M. B. & CLEEF, A. M. 1988. Composition and origins of the world's tropicalpine floras. Journal of Biogeography 15: 631-645.

SMITH, L. B. 1962. Origins of the flora of southern Brazil. Contributions of the US National Herbarium 35: 215–249.

SOUZA, J. P. & SOUZA, V. C. 2002. Violaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd & A. M. Giulietti eds.) Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.2, p. 353-363.

SOUZA, V. C. 2003. Scrophulariaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, A. M. Giulietti & T. S. Melhem, eds.). Fapesp, Rima, São Paulo, v.3, p.297-321.

SPELLERBERG, I. F. & SAWYER, J. W. D. 2000. An introduction to applied biogeography. Cambridge University Press, Cambridge.

SPICHIGER, R., CALENGE, C. & BISE, B. 2004. Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Paraná Basin. Journal of Biogeography 31: 1489-1501.

STRONG, M. 1997. *Machaerina* (Cyperaceae) in South America. Novon 7: 308-319.

STUTE, M., FORSTER, M., FRICHKORN, H., SEREJO, A., CLARK, J. F., SCHOLSSER, P., BROECKER, W. S. & BONANI, G. 1995. Cooling of tropical Brazil (5ºC) during the Last Glacial Maximum. Science 269: 379-383.

TRAMUJAS, A. P. 2000. A vegetação dos campos de altitude no Maciço do Ibitiraquiri – Serra do Mar no estado do Paraná. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L. 1980. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. Nobel, São Paulo.

WILLIS, E. O. 1996. Estimating diversity in brazilian birds: in the Mantiqueira Range. *In* Biodiversity in Brazil: a first approach (C. E. BICUDO & N. A. MENEZES, orgs.). CNPQ, São Paulo, p.297-307.

ZAPPI, D. C., LUCAS, E., STANNARD, B. L., NICLUGHADHA, E., PIRANI, J. R., QUEIROZ, L. P., ATKINS, S., HIND, D. J. N., GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M. & CARVALHO, A. M. 2003. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 21: 345-398.

ZAPPI, D, AONA, L. Y. S. & TAYLOR, N. 2007. Cactaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd, T. S. Melhem & A. M. Giulietti, eds.). Fapesp, Instituto de Botânica, São Paulo, v.5, p.163-193.

A Floresta Nebular do Pico do Capim Amarelo, Serra Fina (MG, SP, RJ): estrutura comunitária e comparação com outras florestas montanas e alto-montanas do sul e sudeste brasileiros

> "*Com o aumento da altitude nas montanhas tropicais úmidas, mudanças na estrutura e fisionomia das florestas ocorrem, o que vem confundindo e irritando pesquisadores por um longo tempo...*" (T.C. Whitmore 1989).

Resumo

As florestas ombrófilas densas alto-montanas representam uma das formações vegetacionais menos conhecidas da Floresta Atlântica. Elas ocorrem de forma descontínua nos topos de cadeias montanhosas do sul e sudeste brasileiro e apresentam uma composição florística diferenciada e uma estrutura característica com alta densidade de indivíduos e um dossel baixo. Um levantamento fitossociológico foi realizado em manchas florestais entre 2.200 e 2.300 m de altitude no Pico do Capim Amarelo, Serra Fina, sudeste do Brasil, para investigar a composição florística e a estrutura de florestas próximo ao seu limite superior de ocorrência. Este estudo representa o levantamento fitossociológico de maior altitude realizado no Brasil. Devido à distribuição descontínua e a reduzida área ocupada por florestas nas áreas de maior altitude, três amostras foram instaladas utilizando-se 30 parcelas de 10 x 10 m, amostrando-se uma área total de 0,30 ha. A composição florística e a estrutura dessas três amostragens foram analisadas por métodos multivariados e estatísticos e comparadas com outras florestas ombrófilas densas alto-montanas e florestas montanas do Planalto Atlântico Paulista. Foram amostrados 704 indivíduos, pertencentes a 24 espécies, sendo 22 arborescentes e 2 lianas lenhosas, distribuídas em 15 famílias e 19 gêneros. Myrsinaceae apresentou o maior valor de importância (60,8), seguida por Myrtaceae (45,3), Symplocaceae (37,7) e Cunoniaceae (37,2). *Myrsine gardneriana* apresentou o maior VI (59,8), seguida por *Myrceugenia alpigena* (42,9), *Weinmannia humilis* (36,7) e *Symplocos corymboclados* (28,8). A maioria das espécies apresentou uma distribuição geográfica restrita aos maciços de altitude ou são endêmicas do Planalto do Itatiaia. Entre os três fragmentos houve diferenças na abundância das espécies, densidade, altura do dossel e número de ramificações por indivíduo, sugerindo que condições ambientais distintas entre os locais onde florestas se estabelecem em áreas de altitude. Diferenças significativas de alguns parâmetros estruturais foram observadas entre florestas ombrófilas densas alto-montanas e destas com as florestas montanas. As florestas alto-montanas do sudeste brasileiro apresentaram uma similaridade florística maior com florestas alto-montanas da região sul do que com as florestas montanas da matriz vegetacional adjacente. **Palavras Chaves**: Fitossociologia, Floresta Atlântica, Florística, Serra da Mantiqueira, Florestas Alto-montanas, Florestas Montanas, Florestas Nebulares

Abstract

The Upper Montane Forests are one of the lesser known formations of the Atlantic Forest. They have a discontinuous distribution on the tops of the coastal mountain ranges in southern and southeastern Brazil. These forests have a distinct floristic composition and characteristic structure with a high density of individuals and a low canopy. With the aim of investigating the composition and structure of this forest type near its upper altitudinal limit, a phytosociological survey was carried out in forest patches between 2,200 and 2,300 m.a.s.l. at Pico do Capim Amarelo, Serra Fina, southeastern Brazil. This is the highest altitude forest survey made up to now in Brazil. Because of the discontinuous nature of the forest and the reduced size of the individual areas of forest at this altitude, three individual patches were sampled using 10 x 10 m plots, giving a total sample area of 0,3 ha in 30 plots. Variation in floristic composition and structure of these three blocks was analyzed and compared with structural parameters and composition of others upper montane forests and montane forests of Planalto Atlântico Paulista. The sample included a total of 704 individuals belonging to 24 species (22 trees and two woody climbers), belonging to 15 families and 19 genera. Myrsinaceae had the highest importance value (60.8), followed by Myrtaceae (45.3), Symplocaceae (37.7) and Cunoniaceae (37.2), while among the species, *Myrsine gardneriana* presented the highest IV (59.8), followed by *Myrceugenia alpigena* (42.9), *Weinmannia humilis* (36.7) and *Symplocos corymboclados* (28.8). Most of the species have restricted geographical distributions confined to high-altitude massifs while others are endemic to the Itatiaia Plateau. Differences were observed in the abundance of species, density, height of the canopy and the number of branches per individual among the three patches sampled, suggesting that the environmental conditions are heterogeneous in high altitude areas. Significant differences in some structural parameters were observed between upper montane forests and montane forests. Upper Montane Atlantic Forest from the southeast of Brazil shows a greater floristic similarity with the geographically distant upper montane forests from the south of the country than with the montane forests of the surrounding vegetation matrix.

Key Words: Phytosociology, Floristic, Atlantic Rain Forest, Mantiqueira Range, upper montane forest, cloud forest, montane forest

Introdução

Nos topos das cadeias montanhosas litorâneas do sul e sudeste brasileiros observa-se uma formação florestal com composição florística e estrutura fitossociológica distintas das florestas em cotas altitudinais inferiores (Falkenberg & Voltolini 1995, Portes & Galvão 2002, Meireles *et al*. 2008). Essas formações florestais ocorrem tipicamente em uma estreita faixa altitudinal onde as condições topoclimáticas são favoráveis à formação de nuvens ou de neblina que recobre a vegetação de forma persistente, freqüente ou sazonal (Doumenge *et al*. 1995). No Brasil estas florestas são denominadas florestas ombrófilas densas alto-montanas *sensu* Veloso (1992), e correspondem as florestas ombrófilas tropicais nebulares *sensu* UNESCO (1973), e as florestas tropicais montanas nebulares *sensu* Hamilton *et al*. (1995). Elas recebem várias denominações na literatura, associadas às diferentes línguas ou regiões e por apresentarem variações fisionômicas. Seus nomes estão relacionados à presença de neblina: floresta nebular, floresta nuvígena; à sua estatura: matinha nebular, mata anã ou de duendes; à altitude: floresta ombrófila densa alto-montana; ou ao intenso epifitismo avascular: mata de musgos (Stadtmüller 1987).

As florestas montanas nebulares tropicais (*sensu* Hamilton *et al*. 2005) apresentam uma significativa variação na posição altitudinal e podem estar inseridas nas faixas vegetacionais montana ou sub-montana (Doumenge *et al*. 1995). Numa escala global ocorrem em regime de chuvas de perene a sazonal, com precipitação total entre 500-10.000 mm ano^{-1} (Hamilton *et al*. 1995). Em cadeias montanhosas interioranas, como nos Andes, as florestas alto-montanas ocorrem entre 2.000-3.000 metros de altitude, podendo ocorrer a 1.000 m em costas litorâneas e montanhas insulares, como no Havaí. Abaixo disto em condições úmidas, marinhas e equatoriais, elas podem se desenvolver em declives de pequenas ilhas montanhosas com elevações de até 500 m ou menos (Hamilton *et al*. 1995). No continente africano, como no Gabão e Congo, elas ocorrem também a distâncias entre 800 a 1.000 km do mar (Gioda *et al*. 1995).

Essas florestas apresentam grande importância na manutenção de recursos hídricos, ao capturar a água da neblina, um processo denominado precipitação horizontal (Bruijnzeel & Proctor 1995). Esta água, que poderia ser perdida, é então retida, o que as tornam bastante distintas de outros tipos florestais (Stadtmüller 1987). A ocorrência e a captação de água da neblina promovem o aumento da umidade atmosférica e permitem que estas florestas ocorram em regiões onde a matriz vegetacional é predominantemente estacional. A neblina interfere na quantidade de energia recebida influenciando na qualidade e intensidade da luz, promovendo uma redução na radiação solar incidente que provoca um déficit da evaporação e supressão da evapotranspiração nestas florestas (Flenley 1995, Hamilton *et al*.

1995). Essas condições também favorecem a ocorrência de vegetais avasculares poiquiloídricos, como briófitas, liquens e pteridófitas membranáceas (Hamilton *et al*. 1995).

Em áreas de altitudes elevadas, mudanças climáticas e físicas como ventos fortes, temperaturas baixas, maior pluviosidade, maior incidência de raios UB-V e menor pressão atmosférica influenciam no estabelecimento, fisionomia, estrutura e composição florística das florestas alto-montanas (Lawton 1982, Flenley 1995). Os solos dessas florestas geralmente são rasos e apresentam grande quantidade de matéria orgânica, sendo extremamente ácidos e muito úmidos, podendo estar ocasionalmente saturados de água (Bruijnzeel & Venaklaas 1998, Portes & Galvão 2002). Fatores como a baixa temperatura, que influencia na taxas decomposição da matéria orgânica e mineralização dos nutrientes, a liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição, a lixiviação de bases pela precipitação e declividade do relevo, e o pH da neblina, mais ácido do que da chuva vertical, contribuem com a acidificação desses solos (Stadtmüller 1987). Eles podem apresentar uma grande quantidade de raízes finas superficiais, que os tornam bem sensíveis ao pisoteio, sendo freqüente a presença de *Sphagnum* e a formação de turfeiras quando os solos são mais úmidos (Hamilton *et al*. 1995).

A diversidade de espécies vegetais nessas florestas é relativamente alta ao considerarmos a pequena extensão que geralmente ocupam. Verifica-se um elevado número de espécies endêmicas, alta proporção de epífitas vasculares e/ou avasculares e redução de lianas lenhosas (Hamilton *et al*. 1995). Dentre as principais diferenças fisionômicas dessas florestas destacam-se a redução na altura do dossel e no número de estratos arbóreos, a alta densidade de indivíduos e menor número de espécies, parâmetros que geralmente respondem ao aumento da altitude em regiões montanhosas (Hamilton *et al*. 1995). As árvores que as compõem geralmente não apresentam grande porte e podem apresentar copas compactas, ramos e troncos bastante ramificados. Suas folhas geralmente são simples, com menor proporção de espécies com folhas compostas, geralmente pequenas, espessas e muitas vezes coriáceas. Nestas florestas o crescimento dos indivíduos seria mais lento, os entrenós mais curtos, as folhas pequenas, espessas, com hipoderme e freqüentemente com pigmentos extras, como antocianinas e flavonóides, atributos morfológicos distintos do que seria esperado para ambientes úmidos e sombreados (Flenley 1995).

As florestas montanas nebulares tropicais ocorrem com maior freqüência na América Tropical e no sul da Ásia, devido à ocorrência de cadeias montanhosas que recebem maior influência de massas de ar oceânicas, do que na África Tropical (Doumenge *et al*. 1995). Elas ocorrem por toda a cadeia montanhosa da América Central, especialmente nas encostas voltadas para os ventos de orientação norte, no México, onde apresentam uma composição florística composta por gêneros temperados como *Alnus*, *Quercus*, *Liquidambar* e tropicais, como *Eugenia*, *Myrsine* e *Ternstroemia* (Long 1995, Arriaga

2000, Luna Vega *et al*. 2001). Distribuem-se por toda a faixa tropical e subtropical andina, apresentando grande expressão no norte desta Cordilheira (Long 1995). Ao sul do continente americano, na Argentina, ocorrem sob um clima temperado e são compostas por comunidades distintas, ora dominadas por espécies do gênero *Podocarpus* ou *Alnus* (Brown 1995). Uma característica geográfica distinta destas florestas é sua distribuição geográfica descontínua ou em arquipélago, associada à descontinuidade espacial das áreas de altitude nas regiões onde ocorrem. Esta distribuição descontínua, a presença de táxons endêmicos e sua alta diversidade destacam a importância biológica e biogeográfica dessa formação.

No Brasil essas florestas ocorrem na região norte na divisa com a Venezuela e Guiana, como no Parque Nacional do Pico da Neblina, e nas cadeias montanhosas litorâneas ao sul da cota leste atlântica (Hamilton *et al*. 1995). Na Serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil, as florestas alto-montanas ocorrem de forma descontínua em áreas acima de 1.500 metros de altitude, no Planalto do Caparaó, e do Planalto do Itatiaia até a região sul do Planalto de Campos do Jordão, e em serras interioranas, como a do Ibitipoca e do Brigadeiro, acima de 1.400 m de altitude (Hueck 1972, Carvalho *et al*. 2000, Ribeiro 2003, Schumm 2006, Meireles *et al*. 2008). Na Serra do Mar, nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, as florestas alto-montanas ocorrem na Serra dos Órgãos em altitudes acima de 1.400 m, na Serra da Bocaina, acima de 1.200 m de altitude, na borda do Planalto Atlântico ou em topos de morros litorâneos do estado de São Paulo, entre 800 m a 1.300 m de altitude, desde Ubatuba e o Núcleo do Curucutu, na cidade de São Paulo, até o sul na Serra de Paranapiacaba (Hueck 1972, Neto 2007, Bertoncello 2009). Na região sul do Brasil, as florestas alto-montanas são observadas nos topos das montanhas da Serra do Mar, nos estados do Paraná e Santa Catarina, freqüentemente acima dos 1.200 m, no estado do Paraná, onde podem ocorrer em altitudes menores em vales protegidos do vento, e na borda do platô da Serra Geral, nos Aparados da Serra, entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre 700 m a 1.700 m de altitude (Falkenberg & Voltolini 1995, Koehler *et al*. 2002, Portes & Galvão 2002, Falkenberg 2003).

As florestas alto-montanas foram pouco tratadas nos sistemas biogeográficos brasileiros o que não permitiu o acúmulo de informações florísticas, estruturais e eco-fisiológicas por um longo período de tempo para essa formação (Falkenberg & Voltolini 1995). A primeira descrição deste tipo florestal foi no Brasil realizada por Rambo (1949) para a região do sul (Falkenberg & Voltolini 1995). Elas representam o limite superior das formações florestais na Floresta Atlântica e ocorrem até cerca de 2.300 metros no Planalto do Itatiaia, com fragmentos em locais mais protegidos, a cerca de 100 a 200 m acima desta cota (Hueck 1972). Hueck (1972) citou que o limite inferior para essas florestas estaria a 1.200 metros de altitude na Serra do Mar e entre 1.300 e 1.400 metros na Serra da Mantiqueira.

Entretanto, Meireles *et al*. (2008) verificaram que este limite na Serra da Mantiqueira Meridional estaria a 1.500 metros de altitude. Nas últimas décadas os estudos sobre a composição florística e estrutura fitossociológica dessas florestas têm se acumulado, mas até então foram realizados em altitudes de até 1.900 metros (Koehler *et al*. 2002, Meireles *et al*. 2008).

Veloso & Góes-Filho (1982) descreveram uma formação denominada "mata nuvígena" como uma formação arbórea baixa, como mais ou menos 5 metros de altura, constituída por arvoretas de troncos e galhos finos, casca grossa, fissurada e cobertas de folhagem nanofoliada, coriácea, que denominaram floresta ombrófila densa altomontana. Posteriormente, Veloso (1992) descreveu "mata nuvígena" ou "mata nebular" como uma formação arbórea mesofanerofítica com aproximadamente 20 m de altura, denominada floresta ombrófila densa alto-montana. Falkenberg & Voltolini (1995) descreveram florestas nebulares como uma formação densa e sombreada, dominada por pequenas árvores, de seis a oito metros de altura, e arbustos, frequentemente sem uma clara distinção entre estratos e como uma alta abundância e diversidade de epífitas. Na Classificação Internacional e Cartografia da Vegetação (UNESCO 1973), um grupo de formações constituídas por árvores copadas frequentemente perfilhadas, com casca áspera, com troncos e ramos bem como lianas, recobertos com epífitas, principalmente briófitas, com solos cobertos com caméfitas higromórficas e raramente excedendo 20 metros de altura foram denominadas florestas ombrófilas tropicais nebulares.

Objetivamos neste trabalho verificar a composição florística e descrever a estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da floresta ombrófila densa alto-montana da região do Pico do Capim Amarelo e verificar em que estes se assemelham florística e estruturalmente com outras florestas alto-montanas do sul e sudeste brasileiros. Comparações entre florestas montanas do Planalto Atlântico Paulista e florestas ombrófilas densas alto-montanas foram realizadas para verificar se essas florestas difeririam estruturalmente e se as florestas alto-montanas das cadeias montanhosas litorâneas brasileiras representam uma formação florestal homogênea ou apresentam variações na estrutura vertical ao longo de sua ocorrência no sul e sudeste brasileiros.

Materiais e Métodos

Região de Amostragem

O Pico do Capim Amarelo localiza-se na Serra Fina, entre os municípios de Passa Quatro, Minas Gerais, e Lavrinhas, São Paulo, nas coordenadas geográficas 22°25'59"S e 44°53'21"W e apresenta uma altitude de 2.392 metros. A Serra Fina localiza-se no sudeste brasileiro e representa uma região intermediária entre o Planalto de Campos do Jordão e a Serra do Itatiaia, que correspondem aos

extremos geográficos da Serra da Mantiqueira Meridional. Ela é em grande parte coincidente com o Maciço Alcalino de Passa Quatro, que corresponde a um batólito mesozóico-cenozóico, de forma elíptica, com o maior eixo orientado na direção ENE-WSW. Está localizado entre os paralelos 22º20' e 22º30' de latitude sul e os meridianos 44º45' e 45º00' de longitude oeste. Sua superfície de aproximadamente 165 km^2 compreende parte dos municípios de Lavrinhas e Queluz pelo lado paulista, Passa Quatro, Itanhandu e Itamonte pela vertente mineira e Resende do lado carioca (Chiesse 2004). A Serra Fina apresenta um relevo marcado por declividades muito acentuadas com um destacado gradiente altitudinal que ultrapassa a 1.500 metros de altitude. Três picos se destacam ao longo da Serra, a Pedra da Mina, a 2.798 metros de altitude, o quarto pico brasileiro em altitude, o Pico do Três Estados, a 2.665 m, além do Pico do Capim Amarelo. Esta região representa a área de altitude da Serra da Mantiqueira que apresenta poucas informações sobre a vegetação e das espécies botânicas que nela ocorrem. Sua vegetação apresenta-se bastante conservada e está constituída por formações campestres e florestais montanas e alto-montanas.

A precipitação média anual nas áreas de altitude da Mantiqueira está entre 1.500 mm a 1.700 mm, e podem alcançar cerca de 2.400 mm no Itatiaia (Huek 1972, Nimer 1977a, Silva & Leite 2000). A precipitação apresenta distribuição sazonal, sendo abundante nos meses quentes (dezembro-março), cerca de 200 a 250 mm mensais, e baixa, nos meses frios e secos (junho-agosto), cerca de 20 a 50 mm mensais, mas sem estação seca pronunciada (Nimer 1977a). A temperatura média anual, acima de 1.500 m de altitude, está em torno de 15º a 12ºC, e no trimestre mais frio em torno de 8º a 5ºC (Safford 1999). A temperatura mímina nos meses mais frios (junho-julho) pode ser menor do que 0ºC, alcançando entre -4ºC a -6ºC na estação seca (Safford 1999, Nimer 1977a). A cadeia principal da Mantiqueira pode apresentar mais de 100 dias com ocorrência de nuvens ao ano (Tubelis e Nascimento 1980), e é uma região com grande incidência de geadas, com média entre 10 a 30 dias no ano (Nimer 1977a), podendo ser observadas geadas esporádicas que congelam totalmente a vegetação florestal. Estas condições caracterizam um clima subtropical de altitude para esta região (Martins 2000).

O Pico do Capim Amarelo está na divisa entre o estado de São Paulo e Minas Gerais (Figura 5). Localiza-se na região sul da Serra Fina sendo que sua face sudeste está voltada para o Vale do Paraíba e a face oeste para o Sul de Minas. A subida para o Pico do Capim Amarelo segue a borda sul da Serra Fina que se inicia na Toca do Lobo, onde se observam florestas montanas, matas de candeia e posteriormente campos de altitude quartzíticos que são substituídos por campos de altitude nifelíticos, a cerca de 2.000 metros de altitude. O Alto do Capim Amarelo corresponde a uma área pequena e plana composta por afloramentos rochosos e campos de altitude onde ocorrem moitas de até 1,8 m de *Cortaderia* sp. Escrubes e florestas nebulares são observados nas encostas mais úmidas e com solo

mais desenvolvido no entorno do Pico. O Alto do Capim Amarelo destaca-se acima do encontro de uma longa escarpa advinda do Vale do Paraíba que forma um profundo vale coberto por formações florestais e um braço da Serra, que se inicia no Campo do Muro, em Passa Quatro. Nesta região as florestas da face oeste da Serra Fina, voltada para Passa Quatro (MG), e as florestas da encosta leste, advindas do Vale do Paraíba, município de Lavrinhas (SP), apresentam maior proximidade espacial.

Levantamento Fitossociológico

Realizou-se uma amostragem fitossociológica em três manchas de floresta ombrófila alto-montana no entorno do Pico do Capim Amarelo (Amostras VP, FO e MN – figura 1). Para descrever a vegetação florestal do entorno do Capim Amarelo foram instaladas 30 parcelas de 10 m x 10 m, divididas em três blocos independentes, cada um contendo 10 parcelas, totalizando-se 3.000 m^2, 1.000 m^2 por amostra. Todos os indivíduos com circunferência a altura do peito igual ou maior que 15 cm foram amostrados. Estes tiveram sua altura, circunferência e identificação anotadas e foram plaqueteados com uma numeração em ordem crescente. A Amostra VP encontra-se abaixo do Alto do Pico do Capim Amarelo, na face sudeste voltada para o Vale do Paraíba numa área de relevo inclinado a 2.250 m de altitude, a cerca de 200 metros da subida final para o Alto do Capim Amarelo, nas coordenadas 22°26'08"S e 44°51'27"W (Figura 5). O solo apresentou-se recoberto esparsamente por *Sphagnum* e uma serrapilheira composta por um emaranhado de raízes superficiais e folhagem bastante decomposta que se demonstrou bem frágil ao pisoteio. Por estar encaixado num vale é uma área melhor protegida dos intensos ventos que são freqüentes no alto da Serra. Observamos um estrato arbóreo dominante composto por árvores com copas compactas, até 13 metros de altura. O sub-bosque esteve formado por poucos arbustos pequenos, principalmente dos gêneros *Salvia* e *Leandra,* e um estrato herbáceo formando por espécies pertencentes aos gêneros *Carex*, *Senecio, Solanum,* e densas moitas de *Hydrocotyle*. Este fragmento encontra-se envolto por um denso escrube formado por arbustos dos gêneros *Baccharis*, *Escallonia*, *Senecio* e outros.

A Amostra FO localiza-se na face oeste do Alto do Pico do Capim Amarelo, nas coordenadas 22°25'57"S e 44°53'24"W, a 2.320 metros de altitude (Figura 5). Encontra-se encaixada em um pequeno vale e está totalmente envolta por uma matriz de campo de altitude bastante pedregoso. Este vale localiza-se no final de um braço da Serra Fina que se inicia no Campo do Muro, próximo à cidade de Passa Quatro, MG. O solo se apresentou úmido, coberto por *Sphagnum* e moitas de *Hydrocotyle,* com uma serrapilheira mais compacta em relação à Amostra VP. O dossel apresentou entre cinco a sete metros de altura e esteve composto por árvores baixas, muitas perfilhadas ao nível do solo, imersas em moitas de bambu. Um sub-bosque com baixa densidade de indivíduos foi observado e esteve composto por espécies de *Salvia, Leandra, Berberis*. Foram também observados *Fuchsia campos-portoi* e

Fuchsia regia ocorrendo como arbustos escandentes e moitas de *Valeriana scandens* e *Orthosia scoparia*.

A Amostra MN foi alocada a cerca de 1.000 metros de distância ao norte do Alto do Capim Amarelo, numa região denominada Maracanã, na travessia para a Pedra da Mina, nas coordenadas 22°25'45"S e 44°52'46"W, a 2.280 metros de altitude (Figura 5). Os fragmentos florestais desta região encontram-se em áreas relativamente planas e são contínuos às matas que recobrem a face leste da Serra Fina, voltada para o Vale do Paraíba. O dossel esteve composto por árvores com copas menos compactas em relação à Amostra VP e o sub-bosque demonstrou-se pouco denso. Moitas de *Cerastium mollissimum* foram observadas nas clareiras abertas pelo bambu. O solo apresentou-se mais compactado, coberto por uma serrapilheira pouco desenvolvida e não se observou a presença de evidente de *Sphagnum* e não esteve intensamente coberto por espécies herbáceas. O fragmento amostrado encontra-se envolto por uma matriz arbustiva, onde predominam arbustos do gênero *Baccharis*, *Escallonia* e *Mimosa*.

Em todos os fragmentos observaram-se moitas mortas de bambu do gênero *Chusquea,* provavelmente *Chusquea leptophylla,* para a qual não existem informações fenológicas (Clark 2001). Esta espécie forma moitas entremeadas aos indivíduos arbóreos e chegam até o dossel preenchendo os espaços vagos entre as copas (Figura 6). Houve a morte em massa desta espécie por toda a Serra, o que não permitiu uma quantificação do número de moitas e dos perfilhos que as compunham. Uma densa biomassa morta foi formada e ora adensava-se sobre as moitas anteriores vivas ou sobre as copa de árvores mais baixas. No fragmento VP algumas plântulas dessa espécie foram observadas em agosto de 2007. *Chusquea pinifolia* (ou possivelmente *Chusquea heterophylla*) pode ocorrer na borda desses fragmentos em algumas áreas onde poderiam se estabelecer florestas, e forma densas moitas intransponíveis como na face noroeste do Capim Amarelo e na região do Pico dos Três Estados, divisa com o estado Rio de Janeiro.

Para a descrição da estrutura florestal foi elaborada uma listagem florística e calculados os parâmetros fitossociológicos de densidade relativa, freqüência relativa, dominância relativa, valor de cobertura e valor de importância por amostra (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Wiener, equabilidade de Pielou e o índice de Simpson (Magurran 1988) para a análise da heterogeneidade florística. Para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos utilizou-se o programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006). O método de agrupamento hierárquico por médias não-ponderadas (UPGMA - Sneath & Sokal 1973) foi utilizado para verificar a similaridade florística entre as parcelas utilizando a presença e ausência das espécies a partir das distâncias calculadas pelo índice de Jaccard. Utilizou-se uma análise de correspondência (CA - Hill 1973) para

analisar a ordenação indireta das amostras pela abundância das espécies. Para esta análise foram eliminadas as espécies ocorrentes em somente um dos conjuntos de parcelas, pois a CA é bastante sensível à presença de espécies raras ou concentradas em subgrupos de amostras espacialmente relacionadas (McCune & Grace 2002). Estas análises foram realizadas no programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006). Verificamos se haviam diferenças estatísticas entre os fragmentos relativas a altura e diâmetro dos indivíduos, pelo método não paramétrico Kruskal-Wallis, enquanto a proporção de indivíduos perfilhados e o número de ramos por indivíduo perfilhado, pelo método Qui-Quadrado (Zar 1999).

Comparações entre florestas montanas e alto-montanas

Para verificar se existem diferenças significativas na estrutura horizontal entre levantamentos de florestas montanas do Planalto Atlântico de São Paulo e florestas alto-montanas *sensu lato* foram elencados os parâmetros estruturais riqueza (S), diversidade pelo índice de Shannon-Wiener (H'), densidade (De) e dominância (Do) absolutas. Calculou-se o parâmetro denominado número efetivo de espécies ($D_{H'}$ - MacArthur 1965 apud Jost 2006) dado pelo valor exponencial do índice de Shannon-Wiener (H'), que se equivale ao número de espécies esperado se suas abundâncias fossem equânimes na amostra (Jost 2006). O exponencial de H' corresponde ao ponto crítico em que o peso de todas as espécies não favorece aquelas comuns ou raras, ou seja, quando a ordem de uma diversidade (q) é igual a 1 (Jost 2006). Para os 18 levantamentos de florestas montanas, as variáveis foram compiladas dos trabalhos de Dislich *et al*. (2001) e Rodrigues *et al*. (1989). Para os oito levantamentos de florestas alto-montanas *sensu lato,* as variáveis foram compiladas das seguintes teses e publicações: Roderjan 1994, Rocha 1999, Falkenberg 2003, França & Stehmann 2005, Meireles *et al*. 2008.

Para os parâmetros que apresentaram homocedasticidade foram realizados testes com ANOVA (Zar 1999) para verificar se havia diferenças significativas entre as médias dos parâmetros estruturais dos conjuntos de florestas do Planalto Atlântico e de florestas alto-montanas *sensu lato*, no progama Bioestat 5.0 (Ayres *et al*. 2007). Para os parâmetros onde não foi observado homocedasticidade foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar 1999), no progama Bioestat 5.0 (Ayres *et al*. 2007). Na tentativa de padronizar os critérios de inclusão entre os levantamentos do Planalto Atlântico e os de florestas alto-montanas, utilizamos aqueles que foram realizados com PAP entre 15 cm e 16 cm e testou-se novamente se havia diferenças significativas entre as médias dos parâmetros estruturais. Entretanto, todos os levantamentos nesta faixa de inclusão para as florestas alto-montanas foram realizados pelo método de parcela, enquanto os levantamentos das florestas planálticas foram realizados pelo método de ponto quadrante. Os mesmos procedimentos foram utilizados para verificar se havia diferenças significativas na estrutura horizontal e vertical entre os extremos altitudinais

mínimos e máximos ente as florestas alto-montanas analisadas. Os levantamentos de florestas alto-montanas foram discriminados como florestas alto-montanas (FA) ou como florestas nebulares (FN). Levantamentos que foram realizados em cotas altitudinais distintas ou em fragmentos florestais distintos, numa mesma área, foram considerados separadamente para este teste. Para analisar a variação florística entre os levantamentos de florestas alto-montanas, elencaram-se as cinco espécies com os maiores valores de importância (VI) em cada levantamento. Com uma análise de componentes principais (PCA - McCune & Grace 2002) verificamos se os levantamentos de formações semelhantes tendiam a se agrupar em uma ordenação indireta com parâmetros descritores de comunidades. Escolhemos os parâmetros: número efetivo de espécies ($D_{H'}$), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), densidade absoluta (DE) e dominância absoluta (DO) por serem estimativas menos tendenciosas.

Resultados

Estrutura Fitossociológica

Nas três manchas florestais do Capim Amarelo foram amostrados 704 indivíduos, pertencentes a 24 espécies, sendo 22 arborescentes e 2 lianas lenhosas, distribuídas em 15 famílias e 19 gêneros, além da classe de mortos. Asteraceae (07 spp.) foi a família que apresentou a maior riqueza específica, seguida por Symplocaceae (03 spp.) e Myrtaceae (02 spp.). Myrsinaceae destacou-se como a família com maior valor de importância (VI = 60,88), seguida por Myrtaceae (VI = 45,3), Symplocaceae (VI = 37,75) e Cunoniaceae (VI = 37,22), representando 70,3% do total do valor de importância. Asteraceae (VI = 26,83), Solanaceae (VI = 15,76), Escalloniaceae (VI = 11,95), Winteraceae (VI = 8,83), Proteaceae (VI = 8,07), Celastraceae (VI = 6,87), Melastomataceae (VI = 6,56), Aquifoliaceae (VI = 2,65), Onagraceae (VI = 1,15) e Clethraceae (VI = 1,13) representaram 29,4 % do valor de importância total. Fabaceae foi a família com o menor VI observado (0,90), 0,3% do VI total. *Baccharis* apresentou três espécies, enquanto *Myrceugenia* e *Symplocos* estiveram representados por duas espécies.

Myrsine gardneriana (tabela 1) apresentou o maior VI (59,86) e o maior número de indivíduos (222 ind), representando 31,5% do total de indivíduos e a maior densidade relativa (31,5%). Esta espécie esteve presente em 29 parcelas, apresentando a maior freqüência relativa (13,5%), mas sua dominância relativa (14,77%) foi menor do que a de *Myrceugenia alpigena* (21,84%) e de *Weinmannia humilis* (21,81%), que apresentaram VI de 42,98 e 36,73, respectivamente. *Myrceugenia alpigena* e *Weinmannia humilis*, estiveram representadas por 83 e 59 indivíduos, respectivamente, correspondendo cerca de 11,7% e 8,3% do total de indivíduos amostrados. Essas três espécies representaram 46,5% do VI total. *Escallonia organensis*, *Solanum itatiaiae*, *Symphyopappus itatiayensis* e *Symplocos corymboclados* foram representadas por mais de 30 indivíduos, apresentando VI entre 11,6 e 28,78,

correspondente a 24,2% do VI total. A densidade total estimada para a amostra foi de 2.346 ind ha^{-1} e a dominância de 31,40 m^2ha^{-1}. O índice de Shannon-Wiener (H') foi de 2,367 nat ind^{-1}, a equabilidade (J) de 0,735 e o índice de Simpson (D) de 0,146.

Na Amostra VP foram amostrados 191 indivíduos, distribuídos entre 11 espécies arbóreas e duas lianas (tabela 2). Na Amostra FO amostraram-se 316 indivíduos, distribuídos entre 16 espécies arbóreas e na Amostra MN foram 197 indivíduos, distribuídos entre 14 espécies arbóreas, além da classe de mortos (tabela 2). A densidade de indivíduos na amostra FO foi cerca de 1,6 vezes maior do que em VP e MN, que apresentaram densidades similares. FO apresentou a menor dominância, 20,67 m^2 ha^{-1}, enquanto VP foi de 41,55 m^2 ha^{-1}. As médias das alturas (H = 311,9, P < 0,0001) e dos diâmetros (H = 126,2313, P < 0,0001) dos indivíduos em FO foram significativamente menores em relação a VP e MN, que não apresentaram diferenças significativas entre si. As amostras MN e FO foram similares em número de indivíduos perfilhados, 29,9% e 29,1%, respectivamente, enquanto VP apresentou cerca de 21,4% dos indivíduos perfilhados, entretanto a proporção de indivíduos perfilhados entre as amostras não apresentou diferenças significativas (X^2 = 2,647, P = 0,2663, GL = 2). Mas FO apresentou uma proporção maior de ramos por indivíduo perfilhado do que as outras amostras (X^2 = 14,906, P = 0.0006, GL = 2). O índice de Shannon-Wiener (H') e equabilidade (J) foram menores em FO, 1,919 nat ind^{-1} e 0,677 do que em VP e MN, enquanto o índice de Simpson (D) foi maior em FO.

As diferenças estruturais foram acompanhadas por diferenças na composição florística e na distribuição de abundância das espécies entre as amostras. Do total de 24 espécies amostradas, 13 (54%) estiveram presente em somente uma das amostras, três (12%) em duas amostras e oito (33%) estiveram presentes nas três amostras. A similaridade das parcelas pela presença das espécies e a ordenação pela abundância das espécies destacaram maior similaridade entre VP e MN, do que com FO (figura 2). A inércia explicada pelos dois primeiros eixos da Análise de Correspondência (CA) foi de 56,74% e sugere que a presença das espécies entre as distintas amostras está condicionada por especificidades locais (figura 3). *Myrsine gardneriana* foi abundante em todas as amostras, mas está fortemente associada na ordenação às parcelas da amostra FO. *Weinmannia humilis* e *Symplocos corymboclados* apresentaram-se associadas às parcelas da amostra VP, enquanto *Myrceugenia alpigena* destacou-se nas parcelas da amostra MN.

Na Amostra VP, *Weinmannia humilis* apresentou o maior VI (84,90), acompanhada por *Symplocos corymboclados* (55,54) e *Myrsine gardneriana* (40,45), representando juntas cerca de 60,2% do VI total e 62,7% dos indivíduos amostrados. *Myrceugenia alpigena* apresentou um VI menor do que a classe de mortas, mas está entre as espécies que apresentaram VI entre 28,3% e 9,4% do total, enquanto *Solanum itatiaiae* representa somente 5,2% do VI total. A classe artificial de indivíduos

mortos apresentou o quarto maior valor de importância (29,35) devido aos valores de densidade e freqüência relativas, 12,04% e 13,51%, respectivamente. Para as demais espécies, três estiveram representadas por um indivíduo, enquanto cinco espécies apresentaram de dois a oito indivíduos. Para este conjunto, os valores de VI variaram entre 2,18 e 15,60, que representam valores entre 4,8% e 0,7% do VI total.

Na Amostra FO, *Myrsine gardneriana* apresentou o maior VI (85,39), acompanhada por *Symphyopappus itatiayensis* (52,53) e *Escallonia organensis* (33,98), representando juntas cerca de 57,2% do VI total e 70,5% dos indivíduos amostrados (tabela 1). A classe artificial de indivíduos mortos apresentou o quarto maior valor de importância (26,37) devido aos valores de densidade e frequência relativas, 7,28% e 12,66%, respectivamente. *Symplocos corymboclados* apresentou o quinto maior VI (26,98), e junto com as espécies anteriores apresentam VI entre 28,4% e 8,9% do total, enquanto *Tibouchina hospita* representou somente 4,5% do VI total. Para as demais espécies, três estiveram representadas somente por um indivíduo, enquanto sete espécies apresentaram de dois a 11 indivíduos. Para este conjunto, os valores de VI variaram entre 1,74 e 12,97, que representam valores entre 4,3% e 0,58% do VI total.

Na Amostra MN, *Myrceugenia alpigena* apresentou o maior VI (97,25), representada por 63 indivíduos, acompanhada por *Myrsine gardneriana* (53,79), representada por 50 indivíduos, totalizando juntas cerca de 50,3% do VI total e 57,3% dos indivíduos amostrados. Estas espécies também apresentaram as maiores dominâncias relativas observadas, 52,04% para *Myrceugenia alpigena* e 13,70% para *Myrsine gardneriana*. A classe artificial de indivíduos mortos ocupou a terceira posição em VI (26,12), cerca de 8,7% do VI total. *Solanum itatiaiae* apresentou o quarto maior VI (19,58), representada por 14 indivíduos, mas sua dominância relativa (3,65%) foi menor do que a observada para *Symplocos itatiaiae* (7.20%) e *Maytenus boaria* (5,01%), representadas por cinco e sete indivíduos, respectivamente. Nesta amostra, uma espécie esteve representada somente por um indivíduo, enquanto onze espécies apresentaram de dois a nove indivíduos. Para este conjunto, os valores de VI variaram entre 3,27 e 15,62, que representam valores entre 5,2% e 1,0% do VI total. Quatro espécies foram coletadas somente nestas parcelas, *Dasyphyllum leptacanthum*, *Ilex taubertiana*, *Piptocarpha organensis* e *Symplocos falcata*.

Comparação entre florestas alto-montanas e florestas montanas

As florestas alto-montanas apresentaram diferenças na sua estrutura horizontal em relação às florestas montanas do Planalto Atlântico de São Paulo (tabela 3). Elas tenderam a apresentar menor riqueza (S) (F = 17,0446, P = 0,0006), menor número efetivo de espécies ($D_{H'}$) (F= 17,5484, P = 0,0006), menor diversidade segundo o índice de Shannon-Wiener (H') (H = 12,6278, P = 0,0004),

maiores densidades absolutas (DE) (F = 16,5555, P = 0,0007), enquanto a dominância absoluta (DO) (F = 3,4964, P = 0,0711) foi significativa se retirarmos a amostra SJ2-SP (DO) (F = 7,3177, P = 0,0127). As comparações entre levantamentos com critérios de inclusão similares também apresentaram diferenças significativas para riqueza de espécies (S) (F = 12,0789, P = 0,0053), número efetivo de espécies ($D_{H'}$) (F= 14,2663, P = 0,0033), diversidade (H') (H = 8,5714, P = 0,0034), enquanto densidade foi significativa ao excluir SJ2-SP (DE - F = 9,7273, P = 0,0107). A PCA distinguiu claramente as florestas alto-montanas das florestas montanas do Planalto Atlântico (figura 4), com uma variância de 83,5% nos dois primeiros eixos (eixo 1 = 63,76% - λ = 2,5507, eixo 2 = 19,73 % - λ = 0,7892). Os parâmetros H' (auto-vetor: 0,57704) e $D_{H'}$ (auto-vetor: 0,5519) estiveram positivamente associadas ao eixo 1 e DE (auto-vetor: -0,4520) e DO (auto-vetor: -0,3975) negativamente associados. As florestas alto-montanas apresentaram maiores densidades e dominâncias enquanto as florestas montanas maiores diversidade e número de espécies efetivas. Os levantamentos SJ-2, FI-4 e SI-2 foram os mais similares estruturalmente às florestas alto-montanas.

Entre as florestas alto-montanas em altitudes menores (florestas alto-montanas) e em maiores altitudes (florestas nebulares) observaram-se diferenças significativas riqueza específica, altura máxima do dossel, índice de diversidade de Shannon-Wiener, diâmetro máximo, além do número de estratos arbóreos (tabela 4). Nas florestas nebulares observaram-se um ou dois estratos arbóreos e nas florestas alto-montanas dois ou três estratos. O número de espécies (S) variou de 13 spp. a 29 spp. nas florestas nebulares e de 43 spp. a 58 spp. nas florestas alto-montanas (F = 63,5808, P < 0,00001). A altura máxima do dossel (Amax) variou de 7 m a 13 m nas florestas nebulares e nas florestas alto-montanas entre 12 m a 22 m (F = 9,5716, P = 0,0125). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') variou de 0,93 nat ind^{-1} a 2,91 nat ind^{-1} nas florestas nebulares e de 2,90 nat ind^{-1} a 3,18 nat ind^{-1}nas florestas alto-montanas e foram significativamente diferentes no teste não-paramétrico (H = 6,0357, P = 0,0140). O diâmetro máximo (Dmax) dos indivíduos variou de 26,26 cm a 54,43 cm nas florestas nebulares e de 49,6 cm a 130 cm nas florestas alto-montanas (H = 4,3214, P = 0,0376). A densidade absoluta (DE) variou entre 2.001 ind ha^{-1} a 3.403 ind ha^{-1} para as florestas alto-montanas, e de 1.910 ind ha^{-1} a 4.418 ind ha^{-1} nas florestas nebulares, mas não foram diferentes (F = 0,3460, P = 0,5761). A dominância absoluta (DO) variou entre 20,67 m^2 ha^{-1} e 81,06 m^2 ha^{-1} nas florestas nebulares e de 39,6 m^2 ha^{-1} e 48,12 m^2 ha^{-1} nas florestas alto-montanas (H = 0,3214, P = 0,5708). Entre as cinco espécies de maior valor de importância foram observadas 26 espécies, pertencentes a 20 gêneros e 12 famílias (tabela 5), representando 65% do número total de espécies no cenário de maior riqueza, que corresponderia a 40 espécies. Entre as famílias, Myrtaceae esteve representada por 10 spp., Lauraceae com três espécies e Asteraceae e Winteraceae com duas espécies. Os gêneros de maior riqueza foram *Myrceugenia* (05

spp.), *Ocotea* (03 spp.) e *Drimys* (02 spp.). Seis espécies estiveram presentes em mais de um levantamento, o que corresponde a 23 % do total de espécies observadas nas classes de maior valor de importância.

Discussão

A maioria das espécies amostradas nas manchas florestais do Capim Amarelo distribui-se de forma descontínua entre os topos das cadeias montanhosas do sul e sudeste brasileiros. Algumas são endêmicas do Planalto do Itatiaia como *Senna itatiaiae* e *Solanum itatiaiae* (Brade 1956, Irwin & Barneby 1982), enquanto *Escallonia organensis, Symplocos itatiaiae* e *Symplocos falcata* são restritas às formações montanas do sudeste brasileiro (Klein & Reitz 1985, Aranha-Filho *et al*. 2007, Aranha-Filho *et al*. 2007a). Outras ocorrem no topo de montanhas litorâneas do sul e sudeste brasileiro como *Baccharis glaziovii*, *Baccharis grandimucronata, Ilex taubertiana*, *Piptocarpha organensis, Tibouchina hospita*, *Symphyopappus itatiayensis*, *Symplocos corymboclados* e *Weinmannia humilis* (Brade 1956, Barroso 1957, Cuatrecasas & Smith 1971, Barroso 1976, Groppo Jr. & Pirani 2002, Aranha-Filho *et al*. 2007, Smith & Cole 2007). *Baccharis dentata*, *Dasyphyllum leptacanthum, Drimys brasiliensis*, *Myrsine gardneriana*, *Myrceugenia alpigena* e *Roupala rhombifolia* ocorrem também na Cadeia do Espinhaço, algumas alcançando o nordeste brasileiro e regiões do Brasil Central (Cabrera 1959, Cuatrecasas & Smith 1971, Barroso 1976, Ehrendorfer *et al*. 1979, Landrum 1981, Lupo & Pirani 2002, Jung-Mendaçolli *et al*. 2005). *Clethra scabra*, *Maytenus boaria* e *Myrceugenia ovata* são espécies que ocorrem também em formações montanas ao norte ou ao sul do Andes (Carvalho-Okano 1992, Oliveira-Filho & Ratter 1995, Landrum 1981).

As florestas do Capim Amarelo apresentaram características típicas de florestas nebulares como alta densidade de indivíduos, fustes com diâmetros pouco desenvolvidos, dossel baixo, baixa riqueza de espécies e alta proporção de indivíduos perfilhados (Hamilton *et al*. 1995, Falkenberg & Voltolini 1995, Meireles *et al*. 2008). As diferenças na composição florística e na estrutura horizontal observadas entre as manchas florestais podem estar associadas às condições abióticas locais, ao histórico de ocupação de cada área e a fatores bióticos, relacionados ao nicho das espécies, competição interespecífica, habilidade de dispersão, da instalação e estabelecimento dos indivíduos juvenis dessas espécies arbóreas (Wright 2002). Diferenças nos índices de diversidade sugeriram que a FO representou uma área mais restritiva para a ocupação por algumas espécies arbóreas do que MN e VP. Apesar de FO ter apresentado maior riqueza, a equabilidade (J) e diversidade de Shannon-Wiener (H') foram menores e o índice de Simpson (D) maior do que MN e VP. A menor equabilidade está relacionada a uma maior concentração de poucas espécies em mais indivíduos, aumentando a

redundância na amostragem (Martins & Santos 1999). Isto promove o aumento do índice de Simpson (D), que é menos sensível à riqueza do que à distribuição de abundância entre as espécies (Magurran 1988).

A concentração de muitos indivíduos em poucas espécies é uma característica comum em florestas sujeitas às condições ambientais limitantes (Scarano 2002). FO também apresentou maior número de indivíduos, menores diâmetros e menor estatura do dossel em relação às amostras VP e MN. Algumas espécies amostradas somente em FO são arbustos de menor porte nas bordas das outras manchas florestais. Supomos que as condições ambientais mais restritivas de FO dificultem o estabelecimento de algumas espécies de porte arbóreo observadas em VP e MN por um longo trecho desta mancha florestal. A face de exposição aos ventos, profundidade e drenagem dos solos são variáveis abióticas que poderiam estar associadas às diferenças na estatura do dossel entre as manchas florestais. Entretanto, estas são generalizações que necessitam serem testadas, pois variam de caso a caso (Bellingham & Tanner 2000, Herwitz & Young 1994). Em VP e MN, arbustos e arvoretas ocorrem em suas bordas e árvores de maior porte ocorrem ao centro. Isto sugere que nos fragmentos florestais imersos nos campos de altitude ocorre um gradiente de condições abióticas e bióticas da borda para o centro nos locais adequados para a ocorrência de florestas.

Diferenças na arquitetura das espécies mais abundantes podem estar associadas às variações fisionômicas observadas entre as manchas florestais. Meireles *et al*. (2008) verificaram uma maior proporção de indivíduos perfilhados em áreas mais expostas aos ventos, ao sul da Serra da Mantiqueira. Na Serra Fina as amostras não apresentaram proporções distintas de indivíduos perfilhados à altura do peito, mas em FO o número de ramos por indivíduo foi significativamente maior do que em VP e MN. A elevada abundância de indivíduos perfilhados em FO está em parte relacionada à alta abundância de *Myrsine gardneriana* que pode apresentar porte arbóreo em florestas e ser um arbusto cespitoso em campos (Jung-Mendaçolli *et al*. 2005). *Myrceugenia ovata*, observada com poucos indivíduos somente em FO, geralmente apresenta-se como arbustos e arvoretas bastante ramificados (Landrum 1981).

Espécies com distribuição geográfica ampla podem ter maior plasticidade fenotípica arquitetural em resposta a diferentes pressões ambientais (Pohlman *et al*. 2005). Estas diferenças estão relacionadas a um "trade-off" entre uma arquitetura orientada para o ganho em altura ou em difusão lateral (Archibald & William 2003). Fatores como o fogo e herbivoria selecionam arquiteturas diferentes entre ambientes savânicos ou áridos de ambientes florestais, onde a principal limitação é assimilação por luz (Archibald & William 2003). Abe & Yamada (2008) verificaram que entre as espécies de *Symplocos* ocorrentes em florestas montanas asiáticas, a crescia em áreas de altitude tinha caules mais finos e copas mais estreitas, possivelmente para obter estabilidade mecânica. Árvores com

troncos múltiplos aumentariam a possibilidade de obterem maior luminosidade e apresentariam vantagens em relação a danos físicos localizados (Falkenberg 2003). Nas florestas alto-montanas atlânticas perfilhar pode também estar associado à estabilidade mecânica em solos rasos ou declivosos, aos ventos fortes e ocorrência de geadas que poderiam afetar os meristemas apicais mais expostos.

Indivíduos mortos geralmente apresentam valores de importância altos em florestas alto-montanas atlânticas (Meireles *et al*. 2008, Falkenberg 2003). Falkenberg (2003) associou a abundância de indivíduos mortos nas florestas nebulares sulinas à baixa taxa de decomposição da matéria orgânica comparado aos demais tipos florestais ombrófilos. Meireles *et al*. (2008) supuseram que a abundância de indivíduos mortos em um trecho de floresta alto-montana da Serra da Mantiqueira estivesse relacionada à presença de moitas de bambu, mas não encontraram uma forte correlação estatística. Stern *et al*. (1999) sugeriram que a elevada biomassa superficial de bambus e de seus rizomas em florestas alto-montanas pode ter um efeito negativo sobre o estabelecimento e crescimento de espécies não-bambusóides quando florescem e morrem.

Na Serra Fina, a mortalidade em massa dos bambus resultou em uma densa biomassa que recaiu sobre o sub-bosque e os indivíduos arbóreos. Vários indivíduos arbóreos estavam envergados e danificados debaixo das moitas mortas. A abertura de clareiras promovida pela senescência das moitas de bambu promoveria o aumento de luminosidade e poderia favorecer o re-estabelecimento de indivíduos arbóreos. Mas um recrutamento maciço pode se seguir aos eventos reprodutivos e permitir o re-estabelecimento de novas moitas de bambu e limitar a regeneração de espécies regenerantes dependentes de luz (Young 1991, Stern *et al*. 1999). O re-estabelecimento de novos indivíduos de bambu e seu efeito sobre plântulas de espécies arbóreas e do sub-bosque em florestas alto-montanas continua um fenômeno a ser estudado, dado a importância de espécies bambusóides na estrutura de florestas alto-montanas (Stern *et al*. 1999, Meireles *et al*. 2008).

Com o aumento da altitude geralmente observa-se maior densidade de indivíduos, aumento da área basal, menor altura e diâmetro das árvores e menor riqueza de espécies (Ohsawa 1984, Kitayama 1992, Givnish 1999). As florestas alto-montanas apresentaram menores riquezas (S), número efetivo de espécies ($D_{H'}$) e diversidade (H') comparadas às florestas montanas do Planalto Atlântico Paulista e tenderam a apresentar maior densidade (ind ha^{-1}) e dominância (m^2 ha^{-1}) absolutas. A menor riqueza e diversidade em florestas alto-montanas evidenciaram que estes ambientes são mais restritivos do que florestas em altitudes médias (Scarano 2002). O número efetivo de espécies também sugeriu que nas florestas alto-montanas a riqueza esperada é bem menor do que nas florestas montanas. Alguns levantamentos de florestas montanas acima de 1.000 metros na Serra do Japi e do Itapety apresentaram densidades similares às das florestas alto-montanas, mas tenderam a apresentar maior riqueza.

Rodrigues *et al*. (1989) relacionaram características físicas e químicas do solo às mudanças na estrutura em florestas semidecíduas ao longo de gradientes altitudinais. Florestas ribeirinhas e alagáveis também podem apresentar baixa riqueza, alta densidade, indivíduos perfilhados ao nível do solo e apresentarem estrutura similar às florestas alto-montanas (Berg & Oliveira-Filho 2000, Valente *et al*. 2006). Entretanto, a similaridade na estrutura vertical estaria relacionada a fatores ambientais restritivos distintos. Geralmente florestas alto-montanas apresentam elevado epifitismo avascular ou vascular promovido pela presença de neblina, o que as diferenciam fisionomicamente de outras formações florestais mais restritivas em altitudes inferiores (Falkenberg & Voltolini 1995, Hamilton *et al*. 1995, Meireles *et al*. 2008).

Concomitante à diminuição da riqueza esperaria-se que as espécies melhores adaptadas às condições ecológicas locais dominassem a estrutura comunitária, apresentando uma discrepância na abundância em relação às demais (Kitayama 1992). O número efetivo de espécies entre as florestas alto-montanas demonstrou que as amostras nos Aparados da Serra (MI-SC e RR-SC) apresentaram a menor riqueza estimada, enquanto as florestas alto-montanas em altitudes regionais relativamente menores (MV-MG e CD-MG, AH2-PR e MB-PR) apresentaram maiores riquezas, do que os levantamentos em maiores altitudes da Serra Fina (SF-MG) e topo do Morro do Anhangava (AH1-PR). A menor riqueza nos Aparados da Serra pode estar associada à uma diminuição da riqueza de espécies arbóreas em direção à maiores latitudes devido às temperaturas mínimas menores nesta região e a maior incidência de geadas (Nimer 1977b, Oliveira-Filho & Fontes 2000). Na floresta nebular do Capim Amarelo, três espécies perfizeram 51,5% do total de indivíduos amostrados. Em Monte Verde, cerca de 300 metros de altitude abaixo, seis espécies representaram 51,9% dos indivíduos, a 1.900 metros, e oito contemplaram 49,9% dos indivíduos, a 1.800 metros (Meireles *et al*. 2008). Em MI-SC e RR-SC somente duas espécies perfizeram cerca de 80,0% da densidade total (Falkenberg 2003).

A alta concentração de indivíduos em poucas espécies diminuiria os índices de diversidade e sugerem uma estrutura comunitária oligárquica para as florestas alto-montanas (Scarano 2002). A diversidade estimada pelo índice de Shannon-Wiener na Serra Fina, de 2,367 nat ind^{-1}, foi baixa e similar ao observado para florestas alto-montanas do Paraná, e ainda superior ao observado para as florestas nebulares do estado de Santa Catarina (Roderjan 1994, Rocha 1999, Falkenberg 2003). Entre as amostras, FO foi a que apresentou a menor diversidade (1,919 nat ind^{-1}), enquanto as diversidades em VP (2,048 nat ind^{-1}) e MN (2,047 nat ind^{-1}) foram similares. A diversidade em FO foi similar ao observado nas florestas alto-montanas de Santa Catarina, e menor do que os valores observados para as florestas do Paraná. O Índice de Simpson foi relativamente alto para o conjunto das amostras na Serra Fina (D = 0,146), em relação, por exemplo, à floresta alto-montana de Monte Verde (D = 0,059),

sugerindo uma concentração maior de indivíduos em poucas espécies com o aumento da altitude (Martins & Santos 1999).

Entre as florestas ombrófilas alto-montanas analisadas, as diferenças entre as fisionomias pré-estabelecidas foram significativas somente no número de espécies, altura e estratificação do dossel e uma alta variação foi observada na densidade, dominância, diversidade e diâmetro máximo dos indivíduos arbóreos. As descrições para florestas ombrófilas densas alto-montanas brasileiras (*sensu* Veloso 1992) não são congruentes principalmente para a altura máxima do dossel (Falkenberg & Voltolini 1995). O dossel das florestas analisadas variou entre 7 a 22 metros (média = 11,5 ± 4,16, variância: 4,36%). Dois tipos fisionômicos podem ser descritos: as florestas nebulares, que compreenderiam aquelas que apresentam somente um estrato florestal, um dossel de até 14 metros e compostas por um número reduzido de espécies, comparadas às florestas alto-montanas que apresentam maior riqueza relativa, de 2 ou 3 estratos florestais e um dossel de 14 a 22 metros. Na Serra Fina observou-se pelo menos dois tipos fisionômicos de florestas nebulares na mesma altitude: um com alta densidade de indivíduos, maior proporção de ramificações por indivíduo e baixo dossel e outro com menor densidade, número de ramificações por indivíduo e um dossel mais alto.

Vários dos parâmetros estruturais analisados se sobrepuseram o que dificulta uma classificação estanque baseada na fisionomia e estrutura fitossociológica entre florestas ombrófilas alto-montanas e florestas nebulares. Entre as florestas alto-montanas analisadas, as com dossel baixo apresentaram maior variação na dominância, enquanto as florestas com dossel mais alto variaram em densidade. Sub-divisões baseadas na fisionomia de tipos florestais montanos têm sido relacionadas à freqüência e intensidade de neblina (Bruijnzeel & Veneklaas 1998). Grubb & Whitmore (1966) sugeriram que florestas tropicais montanas com dossel mais alto apresentariam menor freqüência de neblina do que as florestas com dossel mais baixo. As florestas nebulares analisadas ocupam áreas bem mais restritivas do que as florestas ombrófilas alto-montanas, mas não devem ser encaradas como uma formação florestal distinta. Consideramos que as florestas nebulares são uma fisionomia (*facie*) da floresta ombrófila alto-montana e que as diferenças fisionômicas e estruturais são devido a um gradiente de características climáticas, topográficas e edáficas promovido pelo aumento da altitude (Segadas-Viana & Dau 1965, Whitmore & Burnham 1984).

A classificação das formações florestais brasileiras segundo o IBGE (*sensu* Veloso 1992) estabelece faixas altitudinais estanques segundo a latitude, mas dependendo do comprimento do gradiente altitutinal local florestas nebulares podem estar imersas na faixa florestal altimontana ou montana na Floresta Atlântica. Florestas nebulares podem ocorrer em cotas altitudinais medianas e representar o limite superior de florestas de montanas e corresponderem a uma estreita faixa

altimontana em gradientes altitudinais mais curtos que permitam a ocorrência de neblina, que promoveria uma convergência estrutural com as florestas em maiores altitudes. Neste caso, discrepâncias na estrutura e na fisionomia da floresta no topo de montanhas mais baixas em relação a faixa montana poderiam ser mais evidentes (Whitmore 1998).

Variações nas condições climáticas e fisiográficas no topo de montanhas influenciam fortemente a estrutura das florestas que as recobrem, mas de caso a caso. Essas condições restringiriam gradualmente o estabelecimento de espécies arbóreas ao longo de gradientes altitudinais, influenciando a composição florística e a estrutura horizontal dessas florestas e as variações fisionômicas estariam relacionadas à arquitetura, densidade e à altura máxima e diâmetro das árvores que as compõem (Doumenge *et al*. 1995). Embora a estrutura e fisionomia das florestas montanas com influência de neblina sejam características, não há um único fator ambiental, exceto a freqüência de nuvens baixas e seus múltiplos efeitos, comuns entre elas (Bruijnzeel & Veneklaas 1998). Não são poucas as hipóteses propostas para explicar a estrutura e o funcionamento das florestas nebulares, sejam abióticas, bióticas, fisiológicas ou à dinâmica florestal própria, e que não se excluem mutuamente (Stadtmüller 1987, Bruijnzeel & Veneklaas 1998). As diferentes fisionomias florestais características do topo de montanhas são reconhecidas na literatura como florestas tropicais montanas nebulares ("Tropical Montane Cloud Forest - TMCF") e não apresentam um limite altitudinal inferior fixo para sua ocorrência (Stadtmüller 1987, Hamilton *et al*. 1995, Bruijnzeel & Veneklaas 1998).

Falkenberg & Voltolini (1995) sugeriram que as florestas ombrófilas densas alto-montanas não formam um tipo vegetacional homogêneo, mas um conjunto de comunidades florísticas com fisionomias relativamente semelhantes, sob a influência da altitude, grau de exposição aos ventos oceânicos, topografia local, variação de substrato e condições microclimáticas locais. Além de similaridades estruturais, as florestas ombrófilas alto-montanas do topo da Serra da Mantiqueira e do topo da Serra do Mar nos estados sulinos também apresentaram alta similaridade ao nível de família e gênero e um moderado compartilhamento de espécies. Considerando-se a distribuição descontínua e a menor área que ocupam, as florestas alto-montanas apresentam uma composição florística bastante similar, comparadas, por exemplo, às florestas montanas do Planalto Atlântico que apresentam grande proximidade geográfica (Dislich *et al*. 2001). Enquanto nas florestas alto-montanas as espécies de maior valor de importância estiveram compartilhadas entre 20 gêneros, nas florestas montanas do Planalto Atlântico distribuíram-se entre 36 gêneros (Dislich *et al*. 2001). A maior similaridade genérica entre as florestas alto-montanas, do que em relação às espécies, sugere um mecanismo de especiação vicariante entre as regiões que as florestas alto-montanas atlânticas ocorrem.

A importância relativa das famílias e gêneros presentes nas florestas alto-montanas evidencia uma forte diferenciação florística em todos os níveis hierárquicos na Floresta Atlântica, correlacionado indiretamente ao aumento da altitude (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Koehler *et al*. 2002, Meireles *et al*. 2008). Myrtaceae e Lauraceae, famílias com elevada riqueza nas formações florestais ombrófilas atlânticas, apresentaram elevada riqueza nas florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira, na região sudeste, e na borda da Serra do Mar e Geral, na região sul (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Yamamoto *et al*. 2005, Meireles *et al.* 2008). Entretanto, Fabaceae, família de grande riqueza em florestas estacionais e ombrófilas de altitudes menores, geralmente apresenta menor importância fitossociológica nessas florestas alto-montanas, quando presente (Falkenberg 2003, Yamamoto *et al.* 2005, Meireles *et al*. 2008). As famílias com maior importância fitossociológica nas florestas alto-montanas são representadas geralmente por poucas espécies ou por poucos indivíduos nos demais tipos florestais atlânticos, como Asteraceae, Aquifoliaceae, Cunoniaceae, Escalloniaceae, Myrsinaceae, Proteaceae, Symplocaceae, Winteraceae (Koehler *et al*. 2002, Meireles *et al*. 2008). Nas florestas da Serra Fina, Lauraceae esteve ausente, enquanto Proteaceae e Winteraceae diminuíram em importância fitossociológica, em relação a Monte Verde, cerca de 500 metros abaixo, também na Serra da Mantiqueira. Symplocaceae e Cunoniaceae aumentaram sua importância fitossociológica nas florestas nebulares da Serra Fina, o que as assemelham com as outras florestas nebulares distribuídas pelos Trópicos (Whistler 1995, Werner 1995, Ohsawa 1995, Merlin & Juvik 1995, Madsen & Ollgaard 1994, Kelly *et al*. 1994).

As florestas alto-montanas estão entre as formações atlânticas que apresentam maior semelhança ao nível genérico com florestas montanas andinas e em menor proporção com as florestas nebulares da América Central (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Falkenberg & Voltolini 1995). Entre os gêneros presentes nos levantamentos analisados, alguns se distribuem amplamente pelos Trópicos e são freqüentes em florestas nebulares por todo o globo como *Casearia*, *Citronella*, *Clethra*, *Coccoloba*, *Croton, Eugenia*, *Gordonia*, *Ilex*, *Lamanonia, Maytenus*, *Meliosma*, *Myrsine*, *Ocotea*, *Persea*, *Prunus*, *Psychotria*, *Rhamnus*, *Sapium*, *Senna*, *Schefflera*, *Solanum*, *Symplocos*, *Ternstroemia* (Mabberley 1998, Madsen & Ollgaard 1994, Merlin & Juvik 1995, Kitayama 1995, Lush 1995, Sarmiento 1995). Gêneros neotropicais como *Alibertia*, *Aureliana*, *Blepharocalyx*, *Cabralea, Calyptranthes*, *Cedrela, Euplassa*, *Guatteria*, *Leandra*, *Miconia*, *Mimosa*, *Mollinedia, Myrcia*, *Myrciaria*, *Nectandra*, *Oreopanax, Picramnia*, *Pimenta*, *Piptocarpha*, *Rollinia*, *Roupala*, *Siphoneugena*, *Tabebuia*, *Tibouchina*, *Vernonanthura*, *Xylosma* podem apresentar espécies exclusivas de formações alto-montanas ou amplamente distribuídas pela Floresta Atlântica e que toleram as condições mais adversas de altitude (Mabberley 1998, Oliveira-Filho & Fontes 2000). Alguns gêneros neotropicais apresentam

maior riqueza na Cordilheira dos Andes como *Baccharis, Chusquea*, *Crinodendron, Critoniopsis* e *Dasyphyllum* (Cabrera 1959, Smith & Smith 1970, King & Robinson 1987, Soderstrom *et al*. 1987, Müller 2006). *Azara, Drimys, Escallonia*, *Myrceugenia, Podocarpus* e *Weinmannia* são gêneros autral-antárticos que representam o elemento de origem temperada no estrato arbóreo dessas florestas e a maioria de suas espécies são restritas às formações montanas (Sleumer 1980, Giulietti & Pirani 1988, Lima *et al*. 2005, Landrum 1981, Safford 2007). *Macropeplus* e *Symphyopappus* são gêneros exclusivamente atlânticos e apresentam espécies exclusivas de florestas e campos montanos (King & Robinson 1987, Santos & Peixoto 2005).

No sudeste brasileiro, a Serra da Mantiqueira tem grande importância na substituição florística ao longo do gradiente altitudinal na Floresta Atlântica, por ser uma cadeia montanhosa interiorana e receber menor influência da flora tropical atlântica, devido ao clima mais temperado de suas áreas de altitude (Segadas-Viana & Dau 1965, Nimer 1977a). Isto também ocorre na serras litorâneas da região sul, que apesar de receberem maior influência das massas de ar litorâneas, suas áreas de altitude são mais frias devido ao efeito da latitude, bem como uma ampla região do Planalto Sulino (Nimer 1977b). Similaridades nas taxas precipitação anual, temperaturas médias anuais, incidência de geadas e alta nebulosidade podem ser observadas entre as áreas de altitude do sul e sudeste brasileiros e estar relacionados à similaridade florística observada entre as florestas alto-montanas do topo da Serra da Mantiqueira e das florestas do topo da Serra do Mar nos estados sulinos (Nimer 1977b, Tubelis & Nascimento 1980). Esta similaridade também é influenciada pelo menor número de espécies capazes de tolerar as condições mais restritivas de áreas de altitude e pela especificidade climática exigida por estas espécies. Espécies principalmente dos gêneros austral-antárticos e de gêneros tropicais que se especiaram principalmente em áreas de maior altitude parecem apresentar uma alta conversação de seu nicho climático, e muitas delas distribuem-se somente por florestas no topo de montanhas atlânticas (Safford 2007). Eventos de mudanças climáticas no Quaternário Tardio também podem estar envolvidos na explicação desta similaridade (Behling 1998, Behling 2002).

As formações florestais ombrófilas alto-montanas ocupam uma área pequena e fragmentada, mas comportam um grande número de espécies com distribuição restrita às condições adversas de áreas de altitude. Apesar de sua menor riqueza, a especificidade climática a que estão submetidas permite a ocorrência de espécies endêmicas por toda sua área de distribuição. Algumas regiões onde sua ocorrência é registrada, como a Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, a Serra do Caparaó, em Minas Gerais/Espírito Santo, e outras com potencial de ocorrência, como a Cadeia do Espinhaço, em Minas e na Bahia, e em formações litorâneas do Espírito Santo e Bahia, inexistem trabalhos publicados. O conhecimento da flora dessas regiões e de outras montanhas interioranas pode trazer novidades para a

distribuição das espécies florestais montanas e permitir uma melhor discussão sobre a identidade florística e estrutural das florestas sobre influência da neblina na Floresta Atlântica. Essas florestas são um ótimo modelo comparativo para hipóteses da regulação de riqueza e diversidade, amplitude e conservação de nichos ecológicos, estudos ecofisiológicos e dinâmica florestal, mas infelizmente são fortes candidatas para estudos vegetacionais envolvendo mudanças climáticas associadas ao aquecimento global.

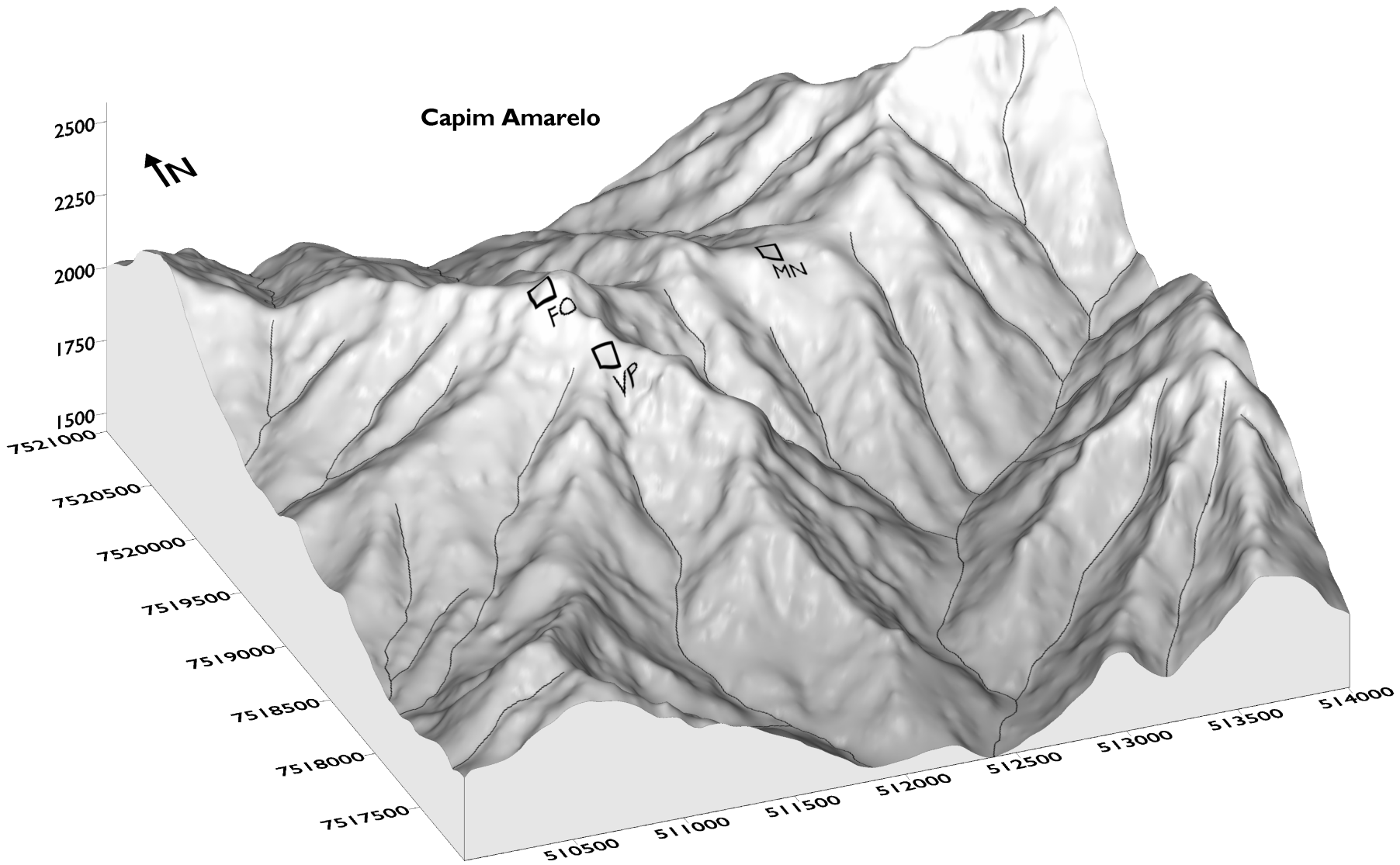


Figura 1: Localização dos blocos de parcelas alocadas no entorno do Pico do Capim Amarelo, Serra Fina (Passa Quatro, MG e Lavrinhas, SP), sudeste do Brasil. VP: Vale do Paraíba; FO: Face Oeste; MN: Maracanã.

Tabela 1: Relação dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas florestas nebulares do entorno do Pico do Capim Amarelo, Passa Quatro, MG. AR. = Amostra (C = conjuntos de amostras, VP = Vale do Paraíba, FO = Face Oeste, MN = Maracanã), N.I. = Número de indivíduos amostrados; F.A. = Freqüência Absoluta; De.R. = Densidade Relativa; Do.R. = Dominância Relativa; V.C. = Valor de cobertura; F.R. = Freqüência Relativa, V.I. = Valor de Importância, A.M. = Altura Máxima, D.M. = Diâmetro Máximo. ( ) = abreviação do nome específico utilizada na análise de ordenação.

Espécies	**AR.**	**N.I.**	**F.A.**	**De.R.**	**Do.R.**	**V.C.**	**F.R.**	**V.I.**	**A.M.**	**D. M.**
Myrsine gardneriana	C	222	96,7	31,5	14,8	46,3	13,6	59,9	10,0	27,0
A. DC.	VP	36	90,0	18,9	8,2	27,0	13,4	40,5	8,5	20,1
(M.gard.)	**FO**	136	100,0	43,0	29,7	72,7	12,7	**85,4**	5,0	22,7
	MN	50	100,0	25,4	13,7	39,1	14,7	53,8	10,0	27,0
Myrceugenia alpigena	C	83	66,7	11,8	21,8	33,6	9,4	43,0	10,0	48,9
(DC.) Landrum	VP	17	80,0	8,9	7,4	16,3	11,9	28,3	9,0	25,3
(M.alpig.)	FO	3	30,0	1,0	4,1	5,0	3,8	8,8	5,0	23,3
	MN	63	90,0	32,0	52,0	84,0	13,2	**97,3**	10,0	48,9
Weinmannia humilis	C	59	46,7	8,4	21,8	30,2	6,5	36,7	13,0	54,4
Engl.	**VP**	49	80,0	25,7	47,3	73,0	11,9	**84,9**	13,0	54,4
(W.hum.)	FO	1	10,0	0,3	0,3	0,6	1,3	1,8	3,0	8,3
	MN	9	50,0	4,6	2,6	7,2	7,4	14,6	11,0	15,9
Symplocos corymboclados	C	50	60,0	7,1	13,3	20,4	8,4	28,8	11,0	31,9
Brand	**VP**	35	100,0	18,3	22,3	40,6	14,9	**55,5**	11,0	31,9
(S.cory.)	FO	14	70,0	4,4	13,7	18,1	8,9	27,0	7,0	26,3
	MN	1	10,0	0,5	1,3	1,8	1,5	3,3	7,0	22,9
Mortas	C	66	93,3	9,4	4,4	13,7	13,1	26,8	8,0	18,9
	VP	23	100,0	12,0	3,4	15,5	14,9	**30,4**	7,0	18,9
	FO	23	100,0	7,3	6,4	13,7	12,7	26,4	5,0	8,2
	MN	20	90,0	10,2	4,2	14,4	11,8	26,1	8,0	17,8
Symphyopappus itatiayensis	C	56	30,0	8,0	5,1	13,1	4,2	17,3	6,0	19,0
(Hieron.) R.M. King & H. Rob.	**FO**	56	90,0	17,7	23,4	41,1	11,4	**52,5**	6,0	19,0
Solanum itatiaiae	C	34	56,7	4,8	2,4	7,2	7,9	15,2	10,0	17,2
Glaz. ex Edmonds	VP	9	60,0	4,7	1,9	6,7	9,0	15,6	10,0	16,5
(So.itat.)	FO	11	50,0	3,5	1,3	4,8	6,3	11,2	4,5	8,0
	MN	14	60,0	7,1	3,7	10,8	8,8	**19,6**	9,0	17,2

Escallonia organensis	C	31	33,3	4,4	2,5	6,9	4,7	11,6	6,0	23,6
(Vell.) Sleumer	**FO**	31	100,0	9,8	11,5	21,3	12,7	**34,0**	6,0	23,6
Symplocos itatiaiae	C	9	26,7	1,3	3,8	5,1	3,7	8,8	12,0	33,6
Wawra	VP	3	30,0	1,6	2,9	4,5	4,5	9,0	9,0	33,6
(Sy.itat.)	FO	1	10,0	0,3	0,2	0,5	1,3	1,8	5,0	6,7
	MN	5	40,0	2,5	7,2	9,7	5,9	**15,6**	12,0	33,4
Drimys brasiliensis	C	14	33,3	2,0	1,8	3,8	4,7	8,5	9,0	21,6
Miers	**VP**	8	50,0	4,2	2,8	7,0	7,5	**14,4**	9,0	21,6
(D.bras.)	MN	6	50,0	3,1	1,8	4,8	7,4	12,2	9,0	16,5
Roupala rhombifolia	C	16	26,7	2,3	1,8	4,1	3,7	7,8	9,0	25,1
Mart. Ex Meisn.	VP	3	10,0	1,6	1,6	3,2	1,5	4,7	8,0	25,1
(R.rhomb.)	FO	5	10,0	1,6	1,7	3,2	1,3	4,5	3,0	14,8
	MN	8	60,0	4,1	2,1	6,2	8,8	**15,0**	9,0	14,7
Maytenus boaria	C	11	20,0	1,6	2,3	3,9	2,8	6,7	7,0	38,2
Molina	VP	1	10,0	0,5	0,2	0,8	1,5	2,2	5,0	11,0
(M.boar.)	FO	3	20,0	1,0	2,3	3,2	2,5	5,7	6,0	16,4
	MN	7	30,0	3,6	5,0	8,6	4,4	**13,0**	7,0	38,2
Tibouchina hospita	C	14	26,7	2,0	0,6	2,5	3,7	6,3	6,0	12,3
Cogn.	**FO**	12	60,0	3,8	2,1	5,9	7,6	**13,5**	4,5	12,3
(T.hosp.)	MN	2	20,0	1,0	0,3	1,3	2,9	4,2	6,0	8,9
Baccharis dentata	C	10	26,7	1,4	0,4	1,8	3,7	5,5	7,0	9,2
(Vell.) G.M. Barroso	VP	1	10,0	0,5	0,2	0,7	1,5	2,2	7,0	9,2
(B.dent.)	**FO**	9	70,0	2,9	1,3	4,1	8,9	**13,0**	5,0	8,6
Ilex taubertiana	C	4	10,0	0,6	0,6	1,1	1,4	2,5	12,0	22,0
Loes.	**MN**	4	30,0	2,0	1,7	3,7	4,4	**8,1**	12,0	22,0
Dasyphyllum leptacanthum	C	4	6,7	0,6	0,6	1,2	0,9	2,1	10,0	20,4
(Gardner) Cabrera	**MN**	4	20,0	2,0	1,9	3,9	2,9	**6,9**	10,0	20,4
Myrceugenia ovata	C	3	10,0	0,4	0,2	0,6	1,4	2,0	3,0	10,8
(Hook. & Arn.) O. Berg	**FO**	3	30,0	1,0	0,8	1,8	3,8	**5,6**	3,0	10,8
Baccharis grandimucronata	C	5	6,7	0,7	0,1	0,8	0,9	1,8	3,2	7,3
Teodoro	**FO**	5	20,0	1,6	0,6	2,2	2,5	**4,7**	3,2	7,3
Symplocos falcata	C	2	6,7	0,3	0,5	0,8	0,9	1,7	9,0	23,5
Brand	**MN**	2	20,0	1,0	1,4	2,5	2,9	**5,4**	9,0	23,5
Piptocarpha organensis	C	2	6,7	0,3	0,4	0,7	0,9	1,6	9,0	17,2
Cabrera	**MN**	2	20,0	1,0	1,2	2,2	2,9	**5,1**	9,0	17,2

Pentacalia desiderabilis	C	3	6,7	0,4	0,1	0,5	0,9	1,5	8,0	7,0
(Velloso) Cuatrec.	**VP**	3	20,0	1,6	0,2	1,8	3,0	**4,8**	8,0	7,0
Fuchsia regia	C	2	6,7	0,3	0,2	0,5	0,9	1,4	7,0	15,2
(Vell.) Munz	**VP**	2	20,0	1,1	0,5	1,5	3,0	**4,5**	7,0	15,2
Clethra scabra	C	1	3,3	0,1	0,5	0,6	0,5	1,1	11,0	24,1
Pers.	**VP**	1	10,0	0,5	1,1	1,6	1,5	**3,1**	11,0	24,1
Senna itatiaiae	C	2	3,3	0,3	0,1	0,4	0,5	0,9	3,5	8,4
H.S. Irwin & Barneby	**FO**	2	10,0	0,6	0,5	1,2	1,3	**2,4**	3,5	8,4
Baccharis glaziovii	C	1	3,3	0,1	0,0	0,2	0,5	0,6	2,8	6,4
Baker	**FO**	1	10,0	0,3	0,2	0,5	1,3	**1,7**	2,8	6,4

Tabela 2: Relação dos parâmetros estruturais das amostras de floresta nebular do Pico do Capim Amarelo. Total: Conjunto das três amostras. VP: Vale do Paraíba, FO: Face Oeste, MN: Maracanã. N.Indiv.: Número de Indivíduos; Indiv.Ramif.: Indivíduos ramificados à altura do Peito; N.Ramif.: Número total de ramificações; Méd.Ramif.: Média de ramificações por indivíduo; Alt.Máxima: Altura Máxima do Dossel; Alt.Média: Altura Média dos Indivíduos; CAP Máx.: Circunferência à altura do peito máxima; CAP. Médio: Circunferência à altura do peito média dos indivíduos; Shanonn (H'): Índice de Shannon-Wiener.

Parâmetros	Total	VP - 2.250 m	FO - 2.320 m	MN - 2.280 m
Famílias	19	11	11	11
Gêneros	15	12	12	12
Espécies	24	13	16	14
N.Indiv.	704	191	316	197
Indiv.Ramif.	192	41	92	59
N.Ramif.	1.144	310	514	320
Méd.Ramif.	1,62	1,28	1,62	1,40
Densidade	2.346 ind ha^{-1}	1.910 ind ha^{-1}	3.160 ind ha^{-1}	1.970 ind ha^{-1}
Dominância	31,40 m^2 ha^{-1}	41,55 m^2 ha^{-1}	20,67 m^2 ha^{-1}	32,0 m^2 ha^{-1}
Alt.Máxima	13,0 m	13,0 m	7,0 m	12,0 m
Alt.Média	5,38 m	7,04 m	3,64 m	6,58 m
CAP Máx.	54,43 cm	54,43 cm	26,26 cm	48,91 cm
CAP Médio	11,15 cm	14,46 cm	8,29 cm	12,51 cm
Shanonn (H')	2,367 nat ind^{-1}	2,048 nat ind^{-1}	1,919 nat ind^{-1}	2,047 nat ind^{-1}
Equabilidade (J)	0,735	0,776	0,677	0,756
Simpson (D)	0,146	0,158	0,235	0,186

Tabela 3: Relação dos parâmetros fitossociológicos dos levantamentos de florestas montanas do Planalto Atlântico ("), de florestas ombrófilas alto-montanas (+) e florestas nebulares (*). PAP: Perímetro a altura do peito (cm), N: número de indivíduos amostrados, S: número de espécies, S^1/S: proporção de espécies representadas por um indivíduo na amostra, H': índice de diversidade de Shannon-Wiener (nat ind^{-1}), DE: densidade absoluta (ind ha^{-1}), DO: área basal absoluta (m^2 ha^{-1}). MG: Minas Gerais, PR: Paraná, SP: São Paulo, SC: Santa Catarina.

Levantamentos	SIGLA	PAP	N	S	H'	D_H'	DE	DO
Morro da Igreja*	MI-SC	16,0	717	13	0,93	2,535	3.180	81,06
Rio do Rastro*	RR-SC	16,0	719	16	1,58	4,855	2.824	56,70
Marumbi*	MB-PR	10,0	321	29	2,91	18,357	4.012	35,24
Anhangava 1*	AH1-PR	10,0	706	25	2,22	9,207	4.418	29,29
Anhangava 2+	AH2-PR	10,0	564	43	3,18	24,047	2.169	41,28
Monte Verde+	MV-MG	15,0	1.191	66	3,28	26,576	3.403	37,68
Camanducaia+	CD-MG	15,0	1.501	58	2,90	18,174	2.001	48,12
Serra Fina*	SF-MG	15,0	704	24	2,36	10,591	2.346	31,40
Armando Sales 1"	AS1-SP	50,0	227	50	3,04	20,905	324	20,10
Armando Sales 2"	AS2-SP	40,0	86	27	2,57	13,066	430	23,90
Armando Sales 3"	AS3-SP	10,0	539	72	3,67	39,252	2.156	24,10
Alfredo Volpi 1"	AV1-SP	40,0	200	71	3,76	42,948	624	35,70
Alfredo Volpi 2"	AV2-SP	40,0	114	59	3,78	43,816	570	28,80
Fontes do Ipiranga 1"	FI1-SP	25,0	756	90	3,44	31,187	756	16,80
Fontes do Ipiranga 2"	FI2-SP	15,7	500	123	4,28	72,240	1.604	20,00
Fontes do Ipiranga 3"	FI3-SP	15,7	508	123	4,14	62,803	1.506	33,50
Fontes do Ipiranga 4"	FI4-SP	20,0	357	70	3,28	26,576	1.190	50,00
Fontes do Ipiranga 5"	FI5-SP	15,0	360	85	3,85	46,993	1.488	26,00
Serra do Itapety1"	SI1-SP	15,0	480	97	3,80	44,701	1.731	41,10
Serra do Itapety2"	SI2-SP	15,0	480	80	3,45	31,500	2.829	36,20
Serra do Itapety3"	SI3-SP	15,0	480	67	3,30	27,117	1.914	9,20
Guarulhos"	GH-SP	30,0	1.820	114	3,73	41,679	779	19,30
Cantatareira 1"	CT1-SP	10,0	470	76	-	-	2.350	-
Cantatareira 2"	CT2-SP	31,4	978	141	4,13	62,178	624	47,90
Serra do Japi 1"	SJ1-SP	15,7	182	59	3,51	33,448	1516	50,24
Serra do Japi 2"	SJ2-SP	15,7	464	57	3,41	30,265	3866	68,67

Tabela 4: Relação dos parâmetros fitossociológicos dos levantamentos de florestas alto-montanas (FA) e das florestas nebulares (FN). PAP: Perímetro a altura do peito, Área: área mostrada por hectare, N: número de indivíduos amostrados, S: número de espécies, H': índice de diversidade de Shannon-Wiener (nat ind^{-1}), DE: densidade absoluta (ind ha^{-1}), DO: área basal absoluta (m^2 ha^{-1}). Dmax: Diâmetro Máximo (cm), Dmed: diâmetro médio (cm) Amax: altura máxima (m), Amed: Altura média (m), Estr: Número de estratos arbóreos, Form: Formação Vegetacional, (*): Minas Gerais, (') divisa entre Minas Gerais e São Paulo, ($^{\#}$): Paraná, ("): Santa Catarina.

Levantamentos	Área	N	S	H'	DE	DO	Dma	Dme	Ama	Ame	Esr	Fr
Morro da Igreja "	0,20	717	13	0,937	3180	81,1	51,0	15,0	8,0	6,3	1	FN
Rio do Rastro "	0,22	719	16	1,584	2824	56,7	42,0	13,0	9,0	7,3	1	FN
Marumbi $^{\#}$	0,80	321	29	2,915	4012	35,2	35,6	8,7	9,0	5,2	2	FN
Anhang. $^{\#}$ - 1300	0,16	706	25	2,220	4418	29,3	31,9	8,0	7,0	3,5	1	FN
Anhang. $^{\#}$- 1200	0,26	564	43	3,180	2169	41,3	49,6	13,4	14,0	5,0	3	FA
Serra Fina ' – VP	0,10	191	14	2,048	1910	41,5	54,4	14,7	13,0	7,0	1	FN
Serra Fina ' – FO	0,10	263	15	1,951	3160	20,7	26,3	8,3	7,0	3,6	1	FN
Serra Fina ' – MN	0,10	197	14	2,047	1970	32,0	48,9	12,5	12,0	6,6	1	FN
M. Verde* - 1900	0,15	503	47	2,980	3353	39,6	52,2	10,6	12,0	5,9	2 a 1	FA
M. Verde* - 1800	0,20	688	53	3,110	3440	38,9	84,3	10,0	14,0	6,6	3	FA
Camanducaia*	0,75	1501	58	2,900	2001	48,1	130,0	-	22,0	11,0	3	FA

Tabela 5: Relação das cinco espécies com os maiores valores de importância (VI) entre levantamentos de florestas alto-montanas densas alto-montanas. MG: Minas Gerais, PR: Paraná, SP: São Paulo, SC: Santa Catarina.

Levantamentos	1ª VI	2ª VI	3ª VI	4ª VI	5ª VI
Morro da Igreja SC	*Myrceugenia ovata*	*Drimys angustifolia*	*Crinodendron brasiliense*	*Maytenus boaria*	*Weinmannia humilis*
Rio do Rastro SC	*Siphoneugena reitzii*	*Ilex microdonta*	*Ocotea pulchella*	*Myrceugenia alpigena*	*Myrceugenia glaucescens*
Marumbi PR	*Ocotea catharinensis*	*Ilex microdonta*	*Myrceugenia seriato-ramosa*	*Siphoneugena reitzii*	*Eugenia neomyrtifolia*
Anhangava-1 PR	*Ilex microdonta*	*Siphoneugena reitzii*	*Blepharocalyx salicifolius*	*Drimys brasiliensis*	*Weinmannia humilis*
Anhangava-2 PR	*Ocotea catharinensis*	*Weinmannia humilis*	*Siphoneugena reitzii*	*Ilex microdonta*	*Critoniopsis quinqueflora*
Monte Verde MG	*Pimenta pseudocaryophyllus*	*Roupala rhombifolia*	*Drimys brasiliensis*	*Miconia cinerascens*	*Myrceugenia myrcioides*
Camanducaia MG	*Ocotea lancifolia*	*Cabralea canjerana*	*Psychotria velloziana*	*Myrcia fallax*	*Drimys brasiliensis*
Serra Fina MG	*Myrsine gardneriana*	*Myrceugenia alpigena*	*Weinmannia humilis*	*Symplocos corymboclados*	*Symphyopappus itatiaiensis*

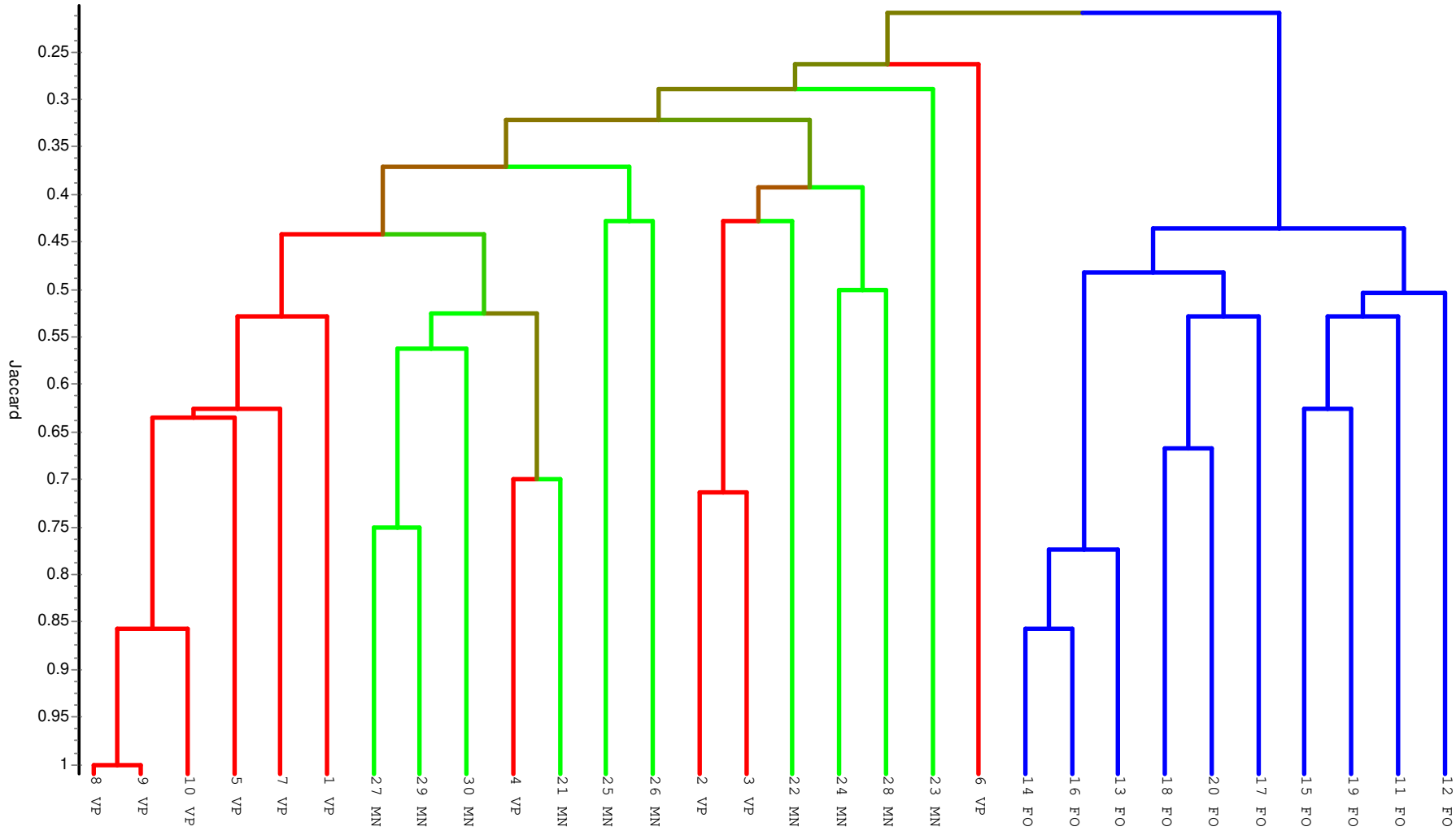


Figura 2: Dendrograma de similaridade florística entre as parcelas amostrais de floresta nebular do Pico do Capim Amarelo gerado pelo método UPGMA gerado pelos valores de similaridade calculados pelo índice de Jaccard. FO: Face Oeste; MN: Maracanã; VP: Vale do Paraíba.

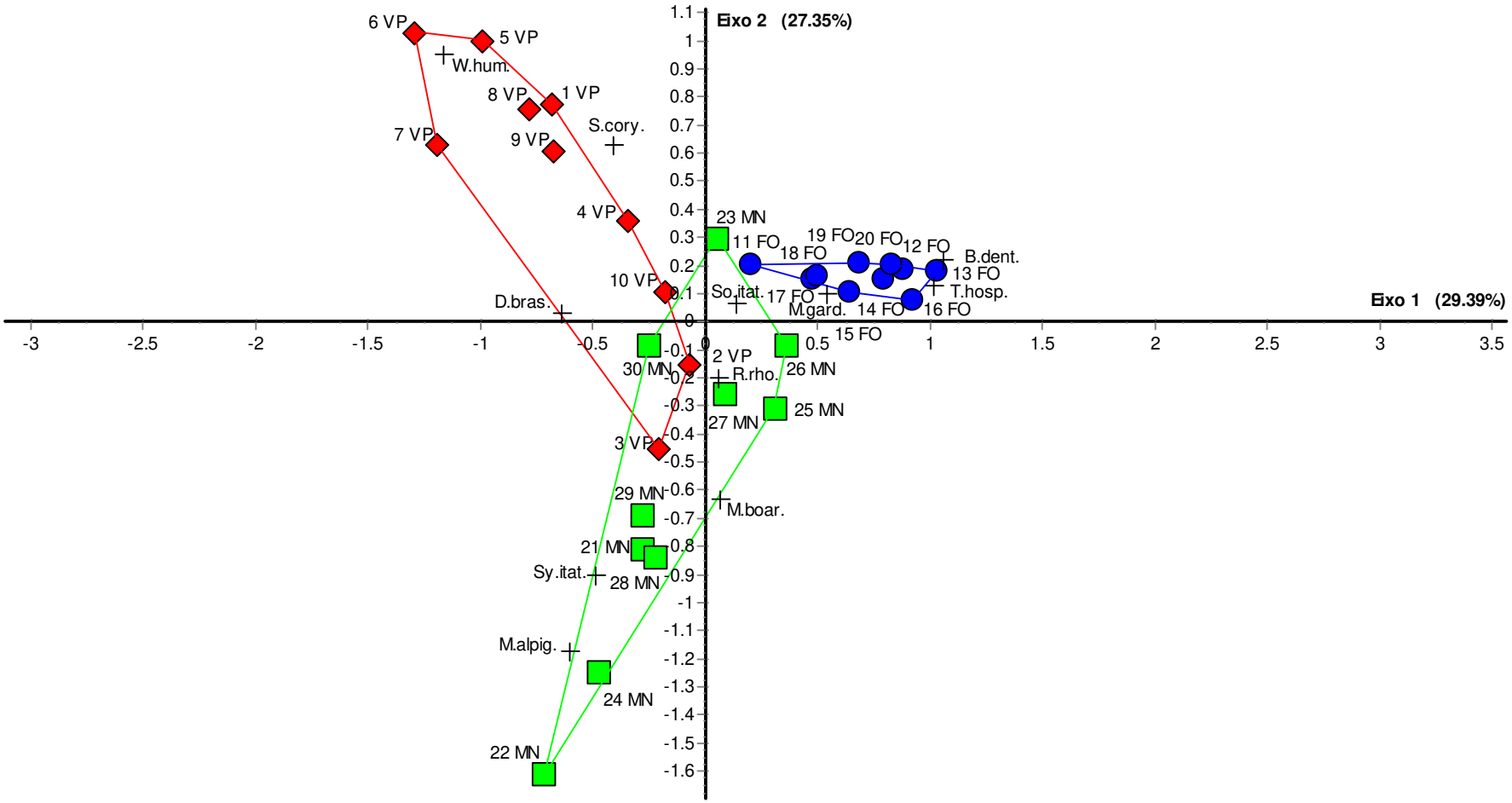


Figura 3: Ordenação indireta pela abundância das espécies nas parcelas amostrais dos trechos de floresta nebular do Pico do Capim Amarelo gerada por uma análise de correspondência (CA). FO: Face Oeste; MN: Maracanã; VP: Vale do Paraíba.

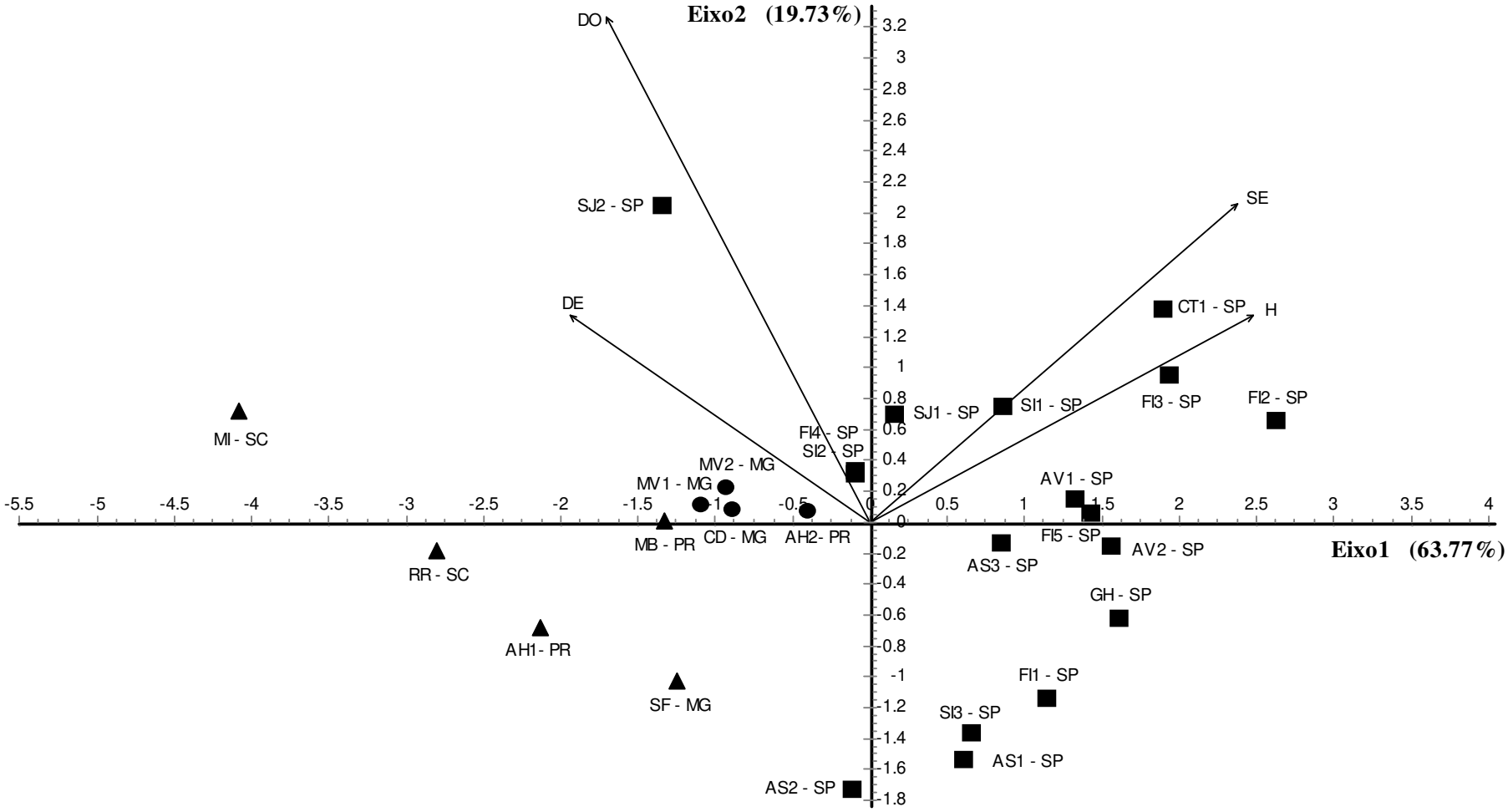


Figura 4: Ordenação indireta dos levantamentos de florestas alto-montanas e florestas montanas atlânticas utilizando-se parâmetros estruturais, obtida por uma análise de componentes principais (PCA). DE: densidade absoluta (ind ha^{-1}); DO: dominância absoluta (m^2 ha^{-1}); H': índice de Shannon-Wienner (nat ind^{-1}); SE: número efetivo de espécies ($D_{H'}$). Siglas na tabela 2.



Figura 5: Vista panorâmica da região de amostragem no entorno do Pico do Capim Amarelo e das áreas onde foram alocados os blocos de parcelas amostrais.



Figura 6: Vista do interior das manchas florestais do Vale do Paraíba (A) e do Maracanã (B) e de uma clareira aberta devido a morte das moitas de bambu na trilha entre o Capim Amarelo e o Maracanã (C).

Referências Bibliográficas

ABE, N. & YAMADA, T. 2008. Variation in allometry and tree architecture among *Symplocos* species in a Japanese warm-temperate forest. Journal of Plant Research 121:155-162.

ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências. 28(2):135-150.

ARANHA-FILHO, J.L.M., FRITSCH, P.W., ALMEDA, F. & MARTINS, A. B. 2007. A revision of *Symplocos* Jacq. Section Neosymplocos Brand (Symplocaceae). Proceedings of the California Academy of Sciences 58:407-446.

ARANHA-FILHO, J.L.M., MEIRELES, L.D. & LEONI, L.S. 2007a. Flora Fanerogâmica do Parque Nacional do Caparaó: Symplocaceae. Pasbtia 18(4):1-8.

ARCHIBALD, S. & BOND, W.J. 2003. Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of Acacia karroo in forest, savanna, and arid environments. Oikos 102:3-14.

ARRIAGA, L. 2000. Types and causes of tree mortality in a tropical montane cloud forest of Tumaulipas, Mexico. Journal of Tropical Ecology 16:623-636.

AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2007. BioEstat 5.0: aplicações nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém.

BARROSO, G.M. 1957. Flora do Itatiaia I: Compositae. Rodriguésia 32:175-241.

BARROSO, G.M. 1976. Compositae - Subtribo Baccharidinae Hoffmann - Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia 40:3-273.

BELLINGHAM, P.J. & TANNER, E.V.J. 2000. The influence of topography on tree growth, mortality, and recruitment in a tropical montane forest. Biotropica 32:378-384.

BERG, E.V.D. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. Revista Brasileira de Botânica 23:231-253.

BERTONCELLO, R. 2009. A vegetação arbórea em um Gradiente Altitudinal no Morro do Cuscuzeiro, Ubatuba (SP): Uma Análise Florística, Fitossociológia e Fitogeográfica, Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BRADE, A.C. 1956. A Flora do Parque Nacional do Itatiaia. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia 5:1-114.

BROWN, A.D. 1995. Ecology and conservation of the argentine montane forest. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.107-115.

BRUIJNZEEL, L.A. & PROCTOR, J. 1995. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forest: what do we really know? *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.38-79.

BRUIJNZEEL, L.A. & VENAKLAAS, E.J. 1998. Climatic conditions and tropical montane forest productivy: the fog has not lifted yet. Ecology 79:3-9.

CABRERA, A.L. 1959. Revision del genero *Dasyphyllum* (Compositae). Revista del Museo de La Plata 9 (38):1-100.

CARVALHO, L.M.T., FONTES, M.A.L. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2000. Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. Plant Ecology 149:9-22.

CARVALHO-OKANO, R.M. 1992. Estudos taxonômicos do gênero *Maytenus* Mol. emend. Mol. (Celastraceae) no Brasil extra-amazônico. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHIESSI, C.M. 2004. Tectônica cenozóica do Maciço Alcalino de Passa Quatro (SP-MG-RJ). Tese de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CLARK, LG. 2001. *Chusquea. In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd & A.M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.1, p.24-36.

CUATRECASAS, J.C. & SMITH, L.B. 1971. Cunoniáceas. *In* Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

DISLICH, R., CERSÓSIMO, L. & MANTOVANI, W. 2001. Análise da estrutura de fragmentos florestais no Planalto Paulistano - SP. Revista Brasileira de Botânica 24:321-332.

DOUMENGE, C., GILMOUR, D., PEREZ, M.R. & BLOCKHUS, J. 1995. Tropical montane cloud forests:conservation status and management issues. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.24-37.

EHRENDORFER, F., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1979. Variation on the population, racial, and species level in the primitive relic angiosperm genus *Drimys* (Winteraceae) in South America. Plant Systematics and Evolution 132:53-83.

FALKENBERG, D.B. 2003. Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FALKENBERG, D.B. & VOLTOLINI, J.C. 1995. The montane cloud forest in Southern Brazil. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.138-149.

FLENLEY, J.R. 1995. Cloud forest, the Massenerhebung effect, and ultraviolet insolation. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.150-155.

FRANÇA, G.S. & STEHMANN, J.R. 2004. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 27:19-30.

GIODA, A., MALEY, J., GUASP, R.E. & BALADÓN, A.A. 1995. Some low elevation fog forests of dry environments: applications to African paleoenvironments *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.156-164.

GIULIETTI, A.M. & PIRANI, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaco Range, Minas Gerais and Bahia, Brasil. *In* Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.

GIVNISH, T.J. 1999. On the causes of gradients in tropical tropical tree diversity. Journal of Ecology 87:193-210.

GROPPO JR., M. & PIRANI, J.R. 2002. Aquifoliaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd & A.M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.2, p.31-37.

GRUBB, P.J. & WHITMORE, T.C. 1966. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. II. The climate and its effects on the distribution and physiognomy of the forests. Journal of Ecology 54:303-333.

HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. 1995. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.1-23.

HERWITZ, S. & YOUNG, S.S. 1994. Mortality, recruitment, and growth rates of montane tropical rain forest canopy trees on Mont Bellender-Ker, northeast Queensland, Australia. Biotropica 26:350-361.

HILL, M.O. 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. Journal of Ecology 61:237-249.

HUECK, K. 1972. As Florestas da América do Sul. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.

IRWIN, H.S. & BARNEBY, R.C. 1982. The American Cassiinae. Memoirs of the New York Botanical Garden 35:1-918.

JOST, L. 2006. Entropy and diversity. Oikos 113:363-375.

JUNG-MENDAÇOLLI, S.L., BERNACCI, L.C. & FREITAS, M.F. 2005. *Rapanea*. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S. Melhem & A.M. Giulietti, eds.). Fapesp, Rima, São Paulo, v.4, p.269-280.

KELLY, D.L., TANNER, E.V.J., NIC-LUGHADA, E.M. & KAPOS, V. 1994. Floristic and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. Journal of Biogeography 21:421-440.

KING, R.M. & ROBINSON, H. 1987. The genera of the Eupatoriae (Asteraceae). Monographs in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 22:1-581.

KITAYAMA, K. 1995. Biophysical conditions of the montane cloud forests of Mount Kinabalu. *In* Tropical montane cloud forest (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N.Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.183-197.

KITAYAMA, K. 1992. An altitudinal transect study of the vegetation on Mont Kinabalu, Borneo. Vegetatio 102:149-171.

KLEIN, R.M. & REITZ, R. 1985. Saxifragáceas. *In* Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

KOEHLER, A., GALVÃO, F. & LONGHI, S.J. 2002. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. Ciência Florestal 12(2):27-39.

LANDRUM, L.R. 1981. A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). Flora Neotropica 29:1-137.

LAWTON, R.O. 1982. Wind stress and elfin stature in a montane rain forest tree: an adaptive explanation. American Journal of Botany 69:1224-1230.

LIMA, M.I.R.G., SOUZA, V.C. & RODRIGUES, R.R. 2005. Grossulariaceae. *In* Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S. Melhem & A.M. Giulietti, eds.). Fapesp, Rima, São Paulo, v.4, p.223-225.

LONG, A.J. 1995. The importance of tropical montane cloud forests for endemic and threatened birds. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.79-106.

LUNA-VEGA, I., MORRONE, J.J., AYALA, O.A. & ORGANISTA, D.E. 2001. Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. Plant Systematics and Evolution 228:229-239.

LUPO, R. & PIRANI, J.R. 2002. Proteaceae. *In* Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd & A.M. Giulietti, eds.). Fapesp, Hucitec, São Paulo, v.2, p.269-280.

LUSH, C. 1995. Cloud forests of the Rwenzori Moutains, Uganda: research and management possibilities. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.212-222.

MABBERLEY, D.J. 1998. The Plant-Book: a portable dictionary of the vascular plants. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.

MADSEN, J.E. & OLLGAARD, B. 1994. Floristic composition, structure, and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador. Nordic Journal of Botany 14:403-423.

MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.

MARTINS, C.S. 2000. Caracterização física e fitogeográfica de Minas Gerais. *In* Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais (M.P. Mendonça & L.V. Lins, orgs.). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p.35-43.

MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Revista Holos, edição especial:236-267.

McCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Oregon.

MEIRELES, L.D. 2003. Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MEIRELES, L.D., SHEPHERD, G.J. & KINOSHITA, L.S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. Revista Brasileira de Botânica 31:559-574.

MERLIN, M.D. & JUVIK, J.O. 1995. Montane cloud forest in tropical Pacific: some aspects of their floristic, biogeography, ecology, and conservation. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.234-253.

MOREIRA, A.A.N. & CAMELIER, C. 1977. Relevo. *In* Geografia do Brasil (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ed.). IBGE, Rio de Janeiro, v.3, p.1-150.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.

MÜLLER, J. 2006. Systematics of *Baccharis* (Compositae–Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. Systematic Botany Monographs 6:1–341.

NETO, J.C.M.T.M. 2007. Relações florísticas, estruturais e ecológicas entre as florestas do topo da Serra do Mar e as florestas de restinga do estado de São Paulo. Tese de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NIMER, E. 1977a. Clima. *In* Geografia do Brasil: Região Sudeste (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). SERGRAF, Rio de Janeiro, pg.51-89.

NIMER, E. 1977b. Clima. *In* Geografia do Brasil: Região Sul (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). SERGRAF, Rio de Janeiro, pg. 35-79.

OHSAWA, M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fugi. Vegetatio 57:15-52.

OHSAWA, M. 1995. The Montane cloud forest and its gradational changes in Southeast Asia. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.254-265.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. Edinburgh Journal of Botany 52(2):141-194.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. Biotropica 32:793-810.

POHLMAN, C.L., NICOTRA A.B. & MURRAY, B.R. 2005. Geographic range size, seedling ecophysiology and phenotypic plasticity in Australian Acacia species. Journal of Biogeography 32:341–351.

PORTES, M.C.G.O. & GALVÃO, F. 2002. A floresta alto-montana do sul do Brasil: considerações climáticas, pedológicas e vegetacionais. Cadernos de Biodiversidade 3(1):44-50.

RAMBO, B. 1949. A flora de Cambará. Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues 1(1):111-135.

RIBEIRO, C.A.N. 2003. Florística e fitossociologia de um trecho de Floresta Atlântica de altitude da Fazenda da Neblina, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. Tese de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROCHA, M.R.L. 1999. Caracterização fitossociológica e pedológica de uma floresta ombrófila densa altomontana no Parque Estadual Pico do Marumbi – Morretes. PR. Tese de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODERJAN, C.V. 1994. A floresta ombrófila densa altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR – Aspectos Climáticos, Pedológicos e Fitossociológicos. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODRIGUES, R.R., MORELLATO, L.P.C., JOLY, C.A. & LEITÃO FILHO, H.F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. Revista Brasileira de Botânica 12:71-84.

SAFFORD, H.D. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography 26:693-712.

SANTOS, I.S. & PEIXOTO, A.L. 2005. Taxonomia do gênero *Macropeplus* Perkins (Monimiaceae, Monimoideae). Rodriguésia 52:65-105.

SARMIENTO, F.O. 1995. Human impacts on the cloud forests of the Upper Guayllabamba River Basin, Ecuador, and suggested management responses. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.284-295.

SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. Annals of Botany 90:517-524.

SCHUMM, L. 2006. Florística, estrutura e aspectos ecológicos de trechos de vegetação em diferentes estádios de sucessão em área de Floresta Atlântica alto-montana no Parque Nacional do Itatiaia, Bocaina de Minas, MG. Tese de mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica, Rio de Janeiro.

SEGADAS-VIANNA, F. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. I. Altitudinal zonation of the vegetation. Arquivos do Museu Nacional 53:7-30.

SEGADAS-VIANNA, F. & DAU, L. 1965. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. II-Climates and altitudinal climatic zonation. Arquivos do Museu Nacional 53:31-53.

SHEPHERD, G.J. FITOPAC 1. Manual do usuário. Departamento de Botânica. UNICAMP. 2006.

SILVA, J.U.L.E. & LEITE, W.C.A. 2000. Distribuição do coeficiente de variação da pluviosidade na região oriental paulista. *In* XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, p.1-8.

SLEUMER, H.O. 1980. Flacourtiaceae. Flora Neotropica 22:1-449.

SMITH, C.E. & SMITH, L.B. 1970. Elaeocarpaceae *In* Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.) Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

SMITH, G.L. & COILE, N.C. 2007. *Piptocarpha* (Compositae:Vernonieae). Flora Neotropica 99:1-94.

SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. 1973. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman, San Francisco.

SODERSTROM, T.R., JUDZIEWICZ, E.J. & CLARK, L.G. 1987. Distribution patterns of neotropical bamboos. *In* Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.121-155.

STADTMÜLLER, T. 1987. Cloud forests in the humid tropics. A bibliographic review. United Nations University & Centro Agronómico Tropical de Investigación Enseñanza, Tokyo, Costa Rica.

STERN, M.J., GOODELL, K. & KENNARD, D.K. 1999 Local distribution of *Chusquea tomentosa* (Poaceae:Bambusoideae) before and after a flowering event. Biotropica 31(2):365-368.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. 1980. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. Nobel, São Paulo.

UNESCO. 1973. International classification and mapping of vegetation. *In* Ecology and conservation 6 (UNESCO ed.). UNESCO, Paris, 92 p.

VALENTE, A.S.M., GARÇIA, P.O. & SALIMENA, F.R.G. 2006. Análise ecológica do perfilhamento de espécies arbóreas. *In* XXIX Semana de Biologia e XII Mostra de Produção Científica. Juiz de Fora, p.190-192.

VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. 1982. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL (Série Vegetação) 1:3-79.

VELOSO, H.P. 1992. Sistema Fitogeográfico. *In* Manual Técnico da Vegetação Brasileira. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ed.). IBGE, Rio de Janeiro, p.9-38.

WEAVER, P.L., MEDINA, E., POOL, D., DUGGER, K., GONZALES-LIBOY, J. & CUEVAS, E. 1986. Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains in Puerto Rico. Biotropica 18:79-85.

WERNER, W.L. 1995. Biogeography and ecology of the upper montane rain forest of Sri Lanka (Ceylon). *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.343-352.

WHITMORE, T.C. 1998. An introduction to tropical rain forests. 2ª. ed. Oxford University Press. Oxford.

WHITMORE, T.C. & BURNHAM, C.P. 1984. Tropical rain forests of the far east. 2ª. ed. Oxford University Press, Oxford.

WHISTLER, W.A. 1995. The cloud forest of Samoa. *In* Tropical montane cloud forests (L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.353-362.

WRIGHT, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. Oecologia 130:1-14.

YAMAMOTO, L.F., KINOSHITA, L.S. & MARTINS, F.R. 2005. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo de um trecho da Floresta Estacional Semidecídua Montana, município de Pedreira, estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 28:191-2002.

YOUNG, K.R. 1991. Natural history of an understory bamboo (*Chusquea* sp.) in a tropical timberline forest. Biotropica 23:542-554.

ZAR, J.H. 1999. Biostatiscal analysis.4[a] ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Análise da similaridade florística entre florestas alto-montanas e montanas atlânticas do sul e sudeste brasileiros

> "*Cloud forests can be found between 1000 and 2500 m above sea level, or even higher still, and the variety of temperature conditions which can prevail accounts for the floristic differences exhibited by such forests"* (H. Walter 1973)

Resumo

As florestas alto-montanas atlânticas apresentam uma distribuição descontínua ao longo dos topos de cadeias montanhosas do sul e sudeste brasileiros. Pouco se conhece sobre a florística dessas florestas, mas últimas décadas levantamentos florísticos e fitossociológicos foram realizados em diferentes áreas ao longo da sua distribuição. Uma matriz binária composta por 84 levantamentos e 1.265 espécies foi elaborada para verificar a relação florística entre as florestas alto-montanas e destas com as formações florestais montanas em que estão inseridas no Planalto Brasileiro. Objetivamos verificar (a) como as florestas alto-montanas atlânticas estão compostas; (b) como as espécies arbóreas estão distribuídas entre as florestas montanas atlânticas; (c) se variáveis climáticas estão correlacionadas à distribuição dessas formações; (d) e se estas explicam a distribuição das espécies entre essas formações. A similaridade florística entre os levantamentos foi verificada por métodos multivariados de agrupamento aglomerativos (UPGMA e Ward) e divisivos (TWINSPAN) e por métodos de ordenação indiretos (DCA). Os grupos propostos por estes métodos foram utilizados em uma análise indicadora de espécies (INDVAL) para refinar o conjunto de espécies indicadoras por grupo florístico. Uma análise de discrimantes foi realizada utilizando-se variáveis para verificar se os grupos florísticos poderiam estar relacionados a uma combinação climática específica e com uma análise de correspondência canônica (CCA) buscou-se verificar o quanto da variação na composição florística observada poderia ser explicada por variáveis geo-climáticas. As formações florestais com características climáticas semelhantes apresentaram as maiores similaridades florísticas. As florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira, no sudeste, e da Serra do Mar do Paraná e Santa Catarina compartilham um grande número de espécies. As florestas alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo e interioranas em Minas Gerais agruparam-se com outras florestas montanas atlânticas. Ao longo do Planalto Atlântico uma substituição de espécies ao longo do gradiente altitudinal ocorre entre 700 a 750 metros no sudeste e entre 600 a 700 metros no sul. Mudanças climáticas do Quaternário Tardio parecem estar envolvidas na similaridade florística entre as florestas alto-montanas da Mantiqueira e sulinas, não explicada somente por semelhanças climáticas.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, Floresta Alto-Montana, Floresta Montana, Holoceno, Pleistoceno

Abstract

The upper montane atlantic forests have a discontinuous distribution along the tops of mountain ranges in south and southeastern Brazil. Those forests have the flora little known, but in the last decades floristic and phytosociological surveys were carried out in different areas throughout its distribution. A binary matrix consisting of 84 surveys and 1265 species was developed to investigate the similarities floristic between upper mountains forests and montane forest formations disperse across Planalto Brasileiro. The objective was to verify (a) how upper montanes atlantic forests are composed; (b) how arboreal species are distributed across montane atlantic formations; (c) if climatic variables are correlated to the distribution of formations, (d) and that they explain the distribution of species between those formations. The floristic similarity between the surveys was assessed by clusters multivariate methods (UPGMA and Ward) and divisive (TWINSPAN) and ordination by indirect methods (DCA). The groups found by those methods were used in an indicator species analysis (IndVal) to refine the diagnostic species sets indicated by the previous analyses. Discriminant analysis, using climatic variables, was used to determine whether the floristic groups could be related to specific climatic combinations, and Canonical Correspondence analysis (CCA) was employed to ascertain how much of the variation in floristic composition observed could be explained by geo-climatic variables. The forest formations with similar climatic characteristics showed the highest floristic similarities. The upper montane forests located at Mantiqueira Range in southeast and the Serra do Mar of Paraná and Santa Catarina share a large number of species. The upper montane forests of the Serra do Mar of São Paulo and in inland mountains in Minas Gerais grouped with others montane forests. Over the Atlantic Plateau a replacement of species along the altitudinal gradient occurs between 700 to 750 meters in the southearstn and between 600 to 700 meters in the south. Late Quaternary climatic changes appear to be involved in floristic similarity between the upper mountain forests located at Mantiqueira Range and in south, not explained only by climatic similarities.

Key-Words: Atlantic Rain Forest, Holocene, montane forests, Pleistocene, upper montane forests

Introdução

A Floresta Atlântica *sensu lato* compreende diferentes formações vegetacionais e é considerada um dos centros de diversidade biológica do mundo (Joly *et al*. 1999, Myers *et al*. 2000). Seu reconhecimento entre um dos 25 hotspots de biodiversidade mundiais, entretanto é alarmante, pois estes consideram áreas que perderam pelos menos 70% de sua cobertura vegetal original (Myers *et al*. 2000). Embora a área de abrangência original da Floresta Atlântica seja estimada em algo entre 1,0 a 1,5 milhão de Km^2, restam apenas de 7 a 8% da sua cobertura original, representando uma redução em torno de 92 a 93% de sua área inicial (Galindo-Leal & Câmara 2005). Estes números tornam-se mais alarmantes, pois é possível que o bioma ocupasse uma área muito maior no nordeste brasileiro (Coimbra-Filho & Câmara 1996). Atualmente, sua vegetação apresenta-se bastante fragmentada e composta por comunidades em distintos estágios de sucessão, muitas vezes floristicamente empobrecidas ou impactadas pela presença de espécies exóticas (Câmara 2005).

A Floresta Atlântica distribui-se pela costa atlântica brasileira, ao longo de uma grande extensão latitudinal, estendendo-se por mais de 25 graus de latitude sul (Scudeller *et al*. 2001, Silva & Casteleti 2005). Ela ocupa uma área desde o nordeste do Brasil, no Cabo de São Roque, a 5^oS no estado do Rio Grande do Norte, até as proximidades do rio Taquari, a 30^oS, no estado do Rio Grande do Sul (Joly *et al*. 1999). Este bioma se interioza até o estado do Mato Grosso do Sul e além das fronteiras atuais da Argentina e do Paraguai (Câmara 2005). Seus altos níveis de endemismos estão em parte associados a sua grande extensão latitudinal e longitudinal e ampla variação na altitude, ocupando áreas desde o nível do mar até altitudes acima de 2.800 metros no sudeste brasileiro (Rizzini 1979, Morellato & Haddad 2000, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Pinto & Brito 2005). Sua ocorrência ao longo da costa atlântica e em áreas de relevo montanhoso destaca-se como uma característica biogeográfica típica dentre os biomas brasileiros (Rizzini 1979).

O Planalto Brasileiro, principal área de dispersão da flora atlântica, aprensenta altitudes acima de 300 metros de altitude e está composto principalmente por rochas cristalinas como granitos e gnaises (Joly *et al*. 1999). O sudeste brasileiro, onde o relevo é bastante montanhoso, corresponde à região onde a Floresta Atlântica alcança suas maiores altitudes. Esta região representa um dos centros de diversidade deste bioma e é onde atualmente se localizam alguns dos fragmentos florestais de maior extensão ao longo de sua distribuição (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Aguiar *et al*. 2005). As serras do Mar e da Mantiqueira são duas cadeias montanhosas localizadas no sudeste brasileiro, e estão recobertas por diferentes formações vegetacionais atlânticas. As áreas de altitude dessas serras representam o orobioma mais frio e úmido da costa leste da América do Sul e apresentam um elevado número de espécies endêmicas (Safford 1999, Aguiar *et al*. 2005). A amplitude altitudinal observada

nessa região excede a 2.000 metros acima do nível do mar e permite uma forte diferenciação na estrutura e na composição florística nas formações florestais que as recobrem (Hueck 1972, Oliveira-Filho & Fontes 2000).

A delimitação da Floresta Atlântica não é consensual na literatura e têm sido objeto de longas discussões e de opiniões divergentes, inclusive sobre a origem das diferentes formações que a compõem (Scudeller *et al*. 2001, Câmara 2005). Cabrera & Willink (1973) reconhecem duas províncias biogeográficas ao longo da Floresta Atlântica: a Província Atlântica, restrita a uma estreita faixa longitudinal ao longo da costa atlântica; e a Província Paranaense, que abrange o extremo sul do Brasil, a oeste da Serra do Mar até o centro do Rio Grande do Sul, o extremo nordeste da Argentina e o leste do Paraguai. Silva & Casteleti (2005) propuseram uma divisão em sub-regiões biogeográficas, com base na distribuição de espécies florestais de borboletas, mamíferos e aves, reconhecendo cinco áreas de endemismos e três áreas de transição dentro do Bioma Atlântico. Para a flora da Floresta Atlântica, três regiões se destacam pela alta riqueza de espécies endêmicas: as florestas costeiras do norte do Espírito Santo e Bahia, as áreas costeiras e montanhosas de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e as florestas costeiras de Alagoas, Paraíba e Pernambuco (Thomas *et al*. 1998).

Na literatura botânica vêm-se denominando Floresta Atlântica *sensu stricto* as florestas ombrófilas densas litorâneas, enquanto Floresta Atlântica *sensu lato* corresponderia ao complexo vegetacional que ocorre ao longo de todo o litoral brasileiro e suas extensões para o interior do continente. A delimitação oficial deste bioma abrange as florestas ombrófilas, as florestas mistas, as florestas estacionais decíduas e semidecíduas interioranas e os ecossistemas associados, que incluem os manguezais, restingas, campos de altitude, enclaves de campos e cerrados e as matas montanas da região Nordeste (Câmara 2005). Estas formações apresentam elementos florísticos típicos e um grande número de espécies com distribuição geográfica restrita, que apresentariam nichos ecológicos estreitos (Scudeller *et al*. 2001). Mas, entre essas formações florestais também ocorre um considerável compartilhamento de espécies devido à amplitude de condições ecológicas que várias espécies constituintes da flora atlântica podem tolerar (Oliveira-Filho & Fontes 2000).

As formações florestais componentes da Floresta Atlântica são classificadas no Sistema de Classificação Oficial da Vegetação Brasileira pela estacionalidade, altitude, latitude e longitude de sua ocorrência (Veloso 1992). São reconhecidas três principais formações florestais: as florestas ombrófilas densas e abertas, as florestas estacionais decíduas e semidecíduas e as florestas ombrófilas mistas. Essas formações são sub-divididas conforme a altitude em que ocorrem: como de terras baixas, sub-montanas, montanas e alto-montanas, correspondendo a cotas altitudinais de aproximadamente 500 metros (Veloso 1992). Verifica-se também uma alta concordância entre os tipos climáticos e as

diferentes formações florestais atlânticas (Torres *et al.* 1997). As florestas ombrófilas costeiras ocorrem no clima do tipo Af, enquanto as florestas estacionais e ombrófilas interioranas em climas Cwa e Cwb e as florestas ombrófilas mistas e alto-montanas sob climas Cfb e Cfa (Nimer 1977).

O conhecimento florístico e fitossociológico das diferentes formações florestais atlânticas vem aumentando nos últimos anos e tornado suas relações florísticas mais claras (Martins 1989, Oliveira-Filho & Fontes 2000). Silva & Shepherd (1986) foram os primeiros autores a utilizar métodos de agrupamento para comparar a similaridade genérica entre a Floresta Atlântica e a Amazônica. Siqueira (1994) utilizou métodos de ordenação no estudo da distribuição de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. Oliveira-Filho & Fontes (2000) discutiram os limites florísticos entre as formações florestais atlânticas, a distribuição de espécies florestais e suas relações com clima, amostrando um contexto abrangente para o sul e o sudeste brasileiros. Para o estado de São Paulo, Salis *et al*. (1995), Torres *et al*. (1997), Ivanauskas *et al*. (2000), Scudeller *et al*. (2001) e Oliveira (2006), analisaram a semelhança entre formações ombrófilas costeiras e/ou florestas estacionais semidecíduas planálticas utilizando dados binários ou quantitativos. Oliveira-Filho *et al*. (1994) discorreram sobre a similaridade entre florestas estacionais ao sul do estado de Minas Gerais, enquanto Berg & Oliveira-Filho (2000) analisaram a similaridade entre florestas montanas do sul de Minas e do estado de São Paulo. Oliveira-Filho *et al*. (2005) compararam a flora arbórea entre levantamentos florestais do leste de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, regiões pouco amostradas nos trabalhos anteriores. Santos *et al*. (2007) discutiram as relações florísticas das florestas de brejo do nordeste utilizando ferramentas biogeográficas.

Os resultados que emergiram destes trabalhos, principalmente os realizados para o sul e o sudeste, destacam a altitude como uma variável indireta de grande importância na ordenação e classificação das formações florestais atlânticas. Outras variáveis ambientais que apresentaram grande importância foram sazonalidade da precipitação, temperatura média anual, latitude e longitude, variáveis utilizadas na classificação das formações florestais atlânticas (Oliveira-Filho & Fontes, 2000, Scudeller *et al*. 2001). Torres *et al*. (1997) verificaram a presença de dois blocos florísticos para o estado de São Paulo: um composto pelas florestas costeiras, denominado higrofítico, e outro composto pelas florestas do Planalto Atlântico, denominado mesofítico, onde em torno de 700-750 metros ocorreriam mudanças florísticas que tornariam os levantamentos acima desta cota altitudinal mais similares. Resultados similares foram observados por Scudeller *et al*. (2001), ao confirmar a separação entre florestas ombrófilas e estacionais e por Salis *et al*. (1995) que também observaram uma separação entre as florestas estacionais semidecíduas planálticas relacionadas com a altitude. Entretato, a cota altitutinal identificada nestes trabalhos está acima dos limites estabelecidos *a priori* pelo IBGE, que

considera que a cada 500 m de altitude teríamos diferentes classes dentro da mesma formação vegetacional (Veloso 1992).

As florestas ombrófilas densas alto-montanas, geralmente localizadas em áreas de difícil acesso, foram pobremente tratadas nos trabalhos citados e em tratados biogeográficos brasileiros (Falkenberg & Voltolini 1995). Elas representam o limite superior das formações florestais e ocorrem em diferentes cotas altitudinais, tanto no litoral como no interior do continente, e ocupam uma estreita faixa altitudinal, onde a condição atmosférica é caracterizada pela presença persistente, frequente ou sazonal de neblina (Hamilton *et al*. 1995). As florestas ombrófilas alto-montanas atlânticas estão bem representadas nas encostas montanhosas litorâneas e são encontradas em zonas úmidas e temperadas, a partir de 700 m e 1.000 m ou 1.200 m de altitude na Serra Geral e do Mar nos estados sulinos, e desde 1.200 m a 1.500 m de altitude no sudeste do Brasil, na Serra do Mar e da Mantiqueira (Hueck 1972, Falkenberg & Voltolini 1995, Portes & Galvão 2002). As florestas alto-montanas atlânticas apresentam uma distribuição descontínua, um elevado número de espécies endêmicas e alta diversidade, dada a pequena área que ocupam (Falkenberg & Voltolini 1995, Hamilton *et al*. 1995).

O conhecimento florístico sobre as florestas alto-montanas atlânticas ainda é escasso, mas nas últimas décadas tem-se verificado um aumento no número de estudos realizados (Portes & Galvão 2002). Trabalhos anteriores deteram-se na descrição e observação do que propriamamente na amostragem florística ou fitossociológica (Falkenberg & Voltolini 1995). Destacam-se os trabalhos realizados nas cadeias montanhosas litorâneas e alguns trabalhos em regiões montanhosas interioranas do sul e sudeste brasileiro. As relações florísticas entre as florestas ombrófilas densas alto-montanas não são claras, tampouco suas relações com as florestas montanas adjacentes. Falkenberg & Voltolini (1995) relataram que estas florestas não formam um único tipo vegetacional homogêneo, mas um conjunto de comunidades florísticas com fisionomias relativamente semelhantes, sob a influência da altitude, grau de exposição aos ventos oceânicos, topografia local, variação de substrato e condições microclimáticas locais.

Ao longo da distribuição dessas florestas ocorrem grandes variações na matriz vegetacional em que estão inseridas. Para a região sul, Falkenberg & Voltolini (1995) consideraram as florestas ombrófilas alto-motanas como uma transição entre a Floresta Atlântica e de Floresta Araucária, ou como uma intermediária entre a Floresta Atlântica e os campos de altitude. Já na cadeia principal da Serra da Mantiqueira, florestas ombrófilas montanas e alto-montanas, florestas de Araucária e campos de altitude, recobrem as vertentes e o topo da Serra, mas esta está imersa numa matriz vegetacional composta por florestas estacionais. Na Serra do Mar, onde as florestas de Araucária e os campos de altitude são menos frequentes, as florestas alto-montanas podem representar uma transição entre as

florestas ombrófilas costeiras e as florestas do Planalto Atlântico, onde ocorre o contato entre florestas estacionais semidecíduas e as florestas ombrófilas costeiras.

Objetivamos neste trabalho avaliar a riqueza, o compartilhamento de espécies e a similaridade florístíca e climática entre as formações florestais ombrófilas densas alto-montanas e demais formações florestais montanas planálticas. As seguintes questões serão abordadas: (a) as florestas alto-montanas das diferentes regiões geográficas representam um conjunto florístico único ou representam florestas compostas por espécies da flora regional capazes de tolerar condições ambientais mais restritivas; (b) a inserção de levantamentos florestais alto-montanos altera a formação de grupos florísticos entre formações florestais com condições climáticas similares nas cotas altitudinais inferiores; (c) se existem grupos, como as espécies estão distribuídas entre eles e quais delas seriam indicadoras desses grupos, (d) variáveis ambientais podem estar relacionadas à formação de grupos e explicariam a distribuição geográfica das espécies entre as formações amostradas; (e) estas variáveis ambientais são capazes de caracterizar os grupos estabelecidos?

Materiais e métodos

Banco de Dados

A matriz florística foi elaborada com dados binários (presença e ausência) para a ocorrência de espécies arbóreo-arbustivas amostradas em 84 levantamentos realizados em 69 localidades (Tabela 1). Os levantamentos representam amostras de florestas ombrófilas densas alto-montanas e de outras formações florestais montanas localizadas ao longo da região sul e sudeste do Planalto Brasileiro. Utilizaram-se estudos fitossociológicos e/ou florísticos, que apresentavam no mínimo 70% das espécies identificadas. Os levantamentos realizados em cotas altitudinais ou em formações florestais distintas foram sub-divididos e analisados separadamente e cada listagem florística foi considerada uma amostra independente. Os levantamentos estão distribuídos ao longo do sul e sudeste brasileiro, desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, numa amplitude entre os extremos latidudinais de 10,05 graus decimais e longitudinais de 9,72 graus decimais. Destes, 15 estão localizados no estado de Minas Gerais, 05 no Rio de Janeiro, 41 em São Paulo, 18 no Paraná, 03 em Santa Catarina e 02 no Rio Grande do Sul (Figura 1). Na Tabela 1 listou-se a autoria, a altitude e tipo de formação florestal, utilizando-se o sistema de classificação da vegetação oficial do IBGE (Veloso 1992), para padronizarmos as diferentes denominações citadas pelos autores nas teses e trabalhos publicados. Foram analisados 18 levantamentos de florestas ombrófilas densas alto-montanas, 10 de florestas ombrófilas densas montanas, 08 de florestas ombrófilas mistas alto-montanas, montanas e sub-montanas, 31 de florestas estacionais montanas e alto-montanas e 17 de florestas estacionais sub-montanas.

Foram incluídas na matriz florística somente as espécies com identificação confirmada, excluindo-se todos os táxons identificados ao nível de família, gênero e as espécies com identificação a confirmar. Após a montagem do banco de dados foram verificadas a grafia e sinônimos de todos os binômios listados. Para tanto, utilizamos os sites www.mobot.org e o www.nybg.org, floras e revisões taxonômicas. Para as espécies com identificação duvidosa ou que poderiam se tratar de táxons não descritos e que as exsicatas foram tombadas em herbários ou o número do coletor publicado e posteriormente citados em publicações e revisões ou tratamentos taxonômicos disponibilizados, como a Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, sua identificação foi atualizada. A matriz florística final foi composta a 1.265 espécies, após sinonimização, obtendo-se assim uma matriz com 84 colunas e 1265 linhas, sendo que somente 6,8% das células estiveram relacionadas à presença das espécies.

A similaridade florística entre os levantamentos foi analisada por técnicas de análise multivariada de agrupamento aglomerativas ou divisivas, e ordenações diretas ou indiretas (Valentin 2000). Uma análise Twinspan (Two Way Indicator Species Analysis - Hill 1979a) foi utilizada por ser um método divisivo que permite identificar quais levantamentos comporiam os grupos propostos e verificar quais espécies melhor os caracterizariam, no programa WinTWINS 2.3 (Hill & Šmilauer 2005). Dois métodos de agrupamento hierárquico foram realizados para verificar a constância entre os grupos propostos pela Twinspan. Um dendrograma obtido através de uma UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Mean - Sneath & Sokal 1973) foi elaborado a partir de valores de similaridade calculados pelo índice de Jaccard. E no dendrograma obtido pelo o método de Ward utilizaram-se valores de dissimilaridade calculados pelo complemento do índice de Jaccard. Estes agrupamentos e cálculos foram elaborados no programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006). Os grupos propostos pela Twinspan foram utilizados numa análise de espécies indicadoras (Dufrêne & Legendre 1997) realizada no programa PC-Ord 5 (McCune & Mefford 1999). Essa análise avalia como as espécies estão distribuídas entre os grupos ao calcular uma adundância para cada espécie para um grupo particular em relação a sua presença nos demais grupos; a frequência com que estas são observadas entre os levantamentos constituintes de determinado grupo; combinando os resultados em um índice de valor indicação para cada espécie e avaliando a significância para este valor ao calcular uma probabilidade estatística utilizando o método de Monte Carlo (McCune & Grace 2002). O compartilhamento de espécies entre os grupos propostos pela Twinspan e a frequência com que as espécies ocorreram entre os levantamentos de cada grupo florístico foram calculados utilizando os resultados obtidos na análise indicadora de espécies. A frequência das espécies entre os levantamentos de cada grupo foi classificada como altamente freqüente (FR > 80%), com frequência intermediária (21% ≥ FR ≤ 80%) e com baixa freqüência (FR ≤ 20%), *sensu* Scudeller *et al*. (2001).

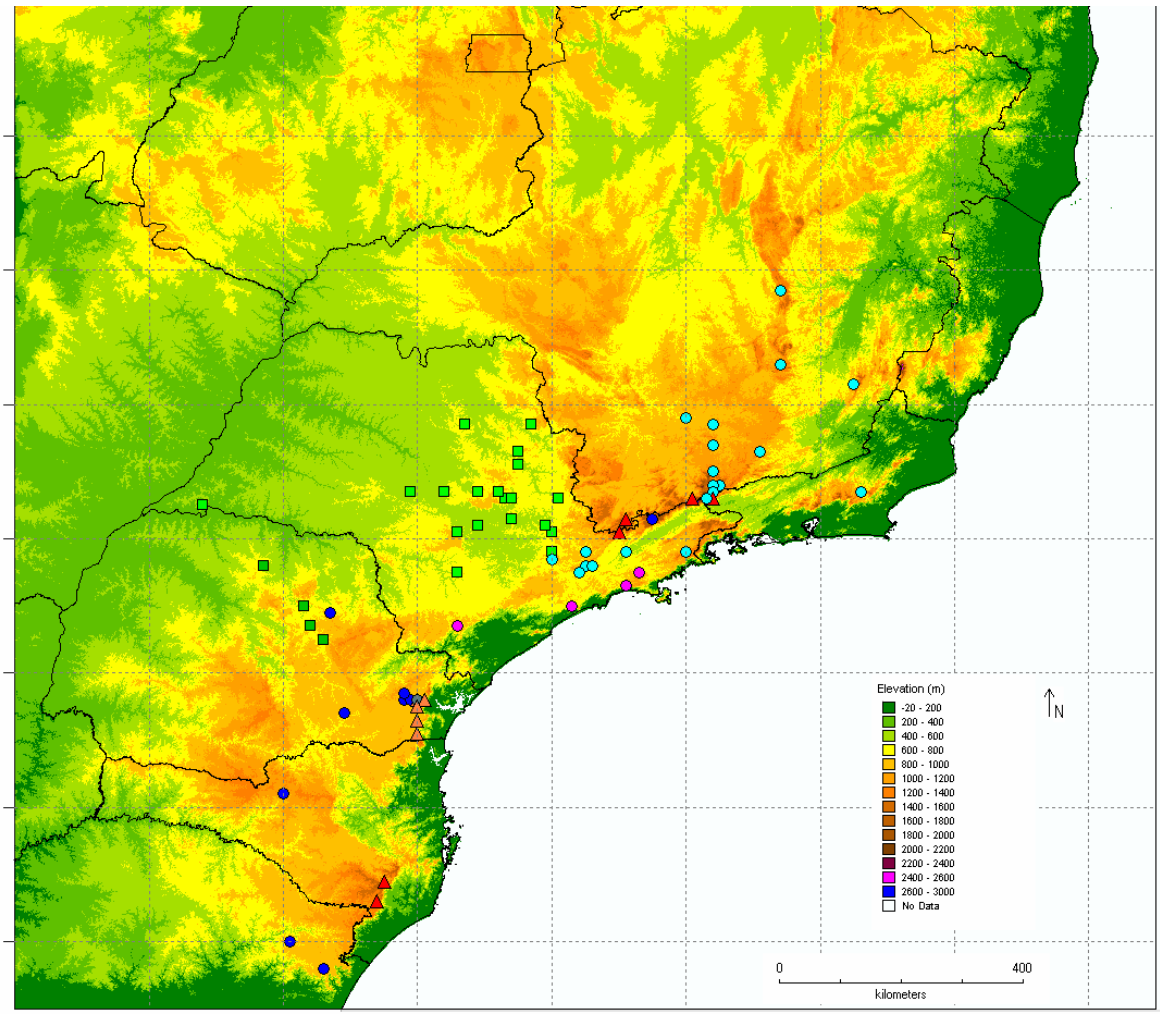


Figura 1: Localização geográfica dos levantamentos florísticos e fitossociológicos utilizados nas análises de agrupamento e ordenação. Os símbolos representam os grupos determinados pela análise Twinspan, destacados na figura 5.

Análises de Similaridade Florística

Uma análise de correspondência distendida (DCA - Hill 1979b) foi utilizada para analisar a ordenação indireta dos levantamentos segundo a variação na composição das espécies. A substituição de espécies em gradientes ambientais pode apresentar-se na forma de um arco em análises de ordenação, dificultando o reconhecimento da importância de gradientes na ordenação das amostras (Digby & Kempton 1987). A DCA tende a eliminar o efeito de arco ao imprimir uma relação linear à distribuição das espécies e ressaltar a ordenação dos levantamentos em relação ao gradiente analisado, ao reescalonar a variância dos escores das espécies ao longo dos eixos de ordenação das amostras, equalizando o efeito da substituição das espécies ao longo de gradientes ambientais (McCune & Grace 2002). Os grupos propostos pela Twinspan foram sobrepostos no gráfico resultante da DCA para verificar se haveria concordância entre os métodos.

Uma análise de discrimantes foi realizada no programa Systat 11 (Systat 2004) para verificar se os grupos florísticos propostos pela Twinspan poderiam ser diferenciados utilizando-se variáveis geo-climáticas como descritoras (Valentin 2000). Os levantamentos foram georreferenciamos a partir de coordenadas geográficas apresentadas nos trabalhos e utilizou-se o programa Diva 5.2 (Hijmans *et al*. 2005) para extrair os valores das variáveis climáticas para essas coordenadas. O programa Diva 5.2 disponibiliza 19 variáveis climáticas, além da altitude, que correspondem a valores médios e correlações entre descritores da temperatura e precipitação dos últimos 30 anos, representadas pelo conjunto de dados disponibilizados pelo Worldclim com resolução de 2,5 arc segundos (worldclim_2-5m - Hijmans *et al*. 2005a). A escolha das variáveis climáticas utilizadas na análise de discrimantes foi auxiliada por uma análise de componentes principais de correlação (PCA), utilizando o programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006) e analisando a correlação entre as variáveis pelo método de correlação do Pearson, para evitar redundâncias entre as variáveis. Entre as variáves climáticas que apresentaram os maiores auto-valores nos dois primeiros eixos da PCA deu-se preferência para aquelas que representam médias de valores absolutos entre os anos e não aquelas calculadas a partir de médias por quadrimestre (Hijmans *et al*. 2005a).

Foram selecionadas 06 variáveis geo-climáticas: altitude (Alt-ex), temperatura média anual (Bio 1), temperatura máxima no período mais quente (Bio 5), precipitação anual (Bio 12), precipitação no período mais seco (Bio 14) e sazonalidade da precipitação (Bio 15). As variáveis temperatura média anual (Bio 1) e temperatura máxima no período mais quente (Bio 5) apresentaram alta correlação (R^2 = 0,961), entretanto Bio 5 foi ainda utilizada na análise de discriminantes, pois representa uma variável de grande importância para a distribuição das espécies. Entre a precipitação no período mais seco (Bio 14) e a sazonalidade da precipitação (Bio 15) a correlação foi negativa (R^2 = -0,949), mas seus valores discriminam bem formações florestais com funcionamento ecológico distintos. Esta análise permitiu identiticar quais levantamentos eram discordantes da classificação proposta pela Twinspan e verificar quais variáveis geo-climáticas eram boas descritoras dos grupos formados. Para verificar como estas variáveis estavam relacionadas aos grupos estabelecidos, foi calculada a correlação entre as variáveis geo-climáticas utilizadas e os escores das amostras calculados pela análise de discriminantes (Gittins 1985) e plotados em um gráfico gerado no programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006).

Com a análise de correspondência canônica (CCA) buscou-se verificar o quanto da variação na composição florística entre os levantamentos analizados poderia ser explicada por um conjunto determinado de variáveis ambientais. A matriz ambiental utilizada foi composta pelas variáveis geográficas: longitude (Long-ex), latitude (Lat-ex) e altitude (Alt-ex), e as variáveis climáticas utilizadas na Análise de Discrimantes, menos Bio 5 (temperatura máxima no período mais quente), pois

sua forte correlação com Bio 1 (temperatura média anual), o que rompe princípios desta análise (McCune & Grace 2002). Esta análise foi realizada no programa Fitopac 1.6.4 (Shepherd 2006).

Resultados

Twinspan, Upgma, Ward, Análise Indicadora de Espécies

As análises de classificação identificaram agrupamentos similares, ocorrendo algumas variações na posição dos levantamentos entre os métodos analisados. A análise Twinspan identificou sete grupos florísticos entre a terceira e a quarta divisão dicotômica (Figura 2). A riqueza de espécies por grupo variou entre 71 a 872 espécies (Tabela 2). A análise de espécies indicadoras apresentou entre 24 a 85 espécies com probabilidade inferior a 0,05 para cada grupo (Tabela 2). A primeira divisão dicotômica (N1 – λ = 0,521) realizada pela análise Twinspan (Figura 2) separou 15 levantamentos de florestas ombrófilas densas montanas e alto-montanas localizadas na topo da Serra da Mantiqueira Meridional no sudeste brasileiro e os localizados no topo da Serra do Mar nos estados do Paraná e Santa Catarina dos demais 69 levantamentos. *Drimys brasiliensis*, *Ilex microdonta* e *Weinmannia humilis* foram as espécies indicadoras para as florestas alto-montanas, enquanto *Guapira opposita* e *Alchornea triplinervea* estiveram relacionadas à separação dos demais tipos florestais. Uma segunda divisão no grupo de florestas alto-montanas (N2 – λ = 0,630) separou os levantamentos localizados no estado do Paraná (G1), caracterizado pela presença de *Ocotea catharinensis*, dos localizados na Serra Mantiqueira (MG e RJ) e em Santa Catarina (G2). Uma terceira divisão (N3 – λ = 0,409) separou dois levantamentos de florestas montanas do Paraná dos demais, relacionado à presença de *Cabralea canjerana* e separou as florestas da Serra da Mantiqueira e das florestas de Santa Catarina (N3 – λ = 0,707), devido à presença exclusiva de *Chusquea mimosifolia* nos levantamentos sulinos. O grupo de florestas do alto-montanas e montanas do Paraná (G1) esteve composto por 71 espécies pertencentes à 31 famílias e 48 gêneros, entre as quais a análise de espécies indicadoras identificou 24 espécies com valores de indicação entre 76 a 22, destacando-se novamente *Ocotea catharinensis.* Os levantamentos da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar de Santa Catarina apresentaram 149 espécies, distribuíbas entre 36 famílias e 68 gêneros, das quais 33 espécies apresentaram valores de indicação entre 83 a 20, destacando-se *Myrceugenia alpigena* com o maior valor de indicação.

O segundo nível de divisão (N2 – λ = 0,424) também separou 25 levantamentos de florestas estacionais interioranas do estado de São Paulo e do Paraná dos demais levantamentos de florestas montanas do sudeste brasileiro. As florestas estacionais interioranas de São Paulo foram caracterizadas pela ocorrência de *Astronium graveolens*, *Aspidosperma polyneuron*, *Trichilia catigua* e *Chrysophyllum gonocarypum.* A terceira divisão (N3 – λ = 0,292) separou 04 levantamentos de

florestas estacionais do estado do Paraná (G7), pela presença de *Jacaranda puberula*, dos levantamentos de florestas estacionais do estado de São Paulo (G6). A quarta divisão (N4 – $\lambda = 0{,}230$) indicou uma separação entre levantamentos de florestas estacionais paulistas, indicados pela presência ou ausência das espécies *Bastardiopsis densiflora*, *Duguetia lanceolata, Enterolobium contortisiliquum* e *Machaerium scleroxylum*. As florestas estacionais de São Paulo (G6) apresentaram 573 espécies, distribuídas em 73 famílias e 244 gêneros, das quais 65 espécies apresentaram valores de indicação entre 76 a 23 com probabilidade inferior a 0,05, destacando-se *Metrodoria nigra* com o maior valor de indicação. Nos levantamentos de florestas estacionais do Paraná (G7) ocorreram 195 espécies amostradas, pertencentes 52 famílias e 121 gêneros e 85 espécies apresentaram valores de indicação com probalidades inferiores a 0,05 entre 93 a 22, destacando-se *Plinia rivularis* com o maior valor.

O agrupamento de florestas montanas foi formado por 28 levantamentos de florestas estacionais e ombrófilas, densas ou mistas, do sul e do sudeste brasileiro. A primeira divisão dicotômica deste grupo (N3 – $\lambda = 0{,}363$) separou 11 levantamentos de florestas ombrófilas mistas sulinas e um do topo da Serra da Mantiqueira no sudeste (G3). *Araucaria angustifolia* e *Jacaranda puberula* foram as espécies indicadoras para esse grupo (G3), enquanto a presença de *Guapira opposita* esteve associada às florestas montanas restritas ao sudeste brasileiro. O grupo de florestas ombrófilas mistas (G3) esteve composto por 216 espécies pertencentes a 54 famílias e 113 gêneros, e 26 espécies apresentaram valores de indicação entre 72 a 22 com significância estatística, destacando-se *Araucaria angustifolia*, *Piptocarpha angustifolia* e *Scutia buxifolia* com os maiores valores de indicação. Para as florestas montanas da região sudeste, a quarta divisão (N4 – $\lambda = 0{,}318$) separou 07 levantamentos de florestas alto-montanas do topo da Serra do Mar de São Paulo (G4) dos demais levantamentos de florestas montanas (G5). As espécies indicadoras para o grupo de florestas alto-montanas da Serra do Mar foram *Alibertia longiflora*, *Guatteria martiana*, *Humiriastrum glaziovii*, *Ormosia minor* e *Syagrus pseudococos*, que esteve composto por 180 espécies, pertencentes à 50 famílias e 96 gêneros. Entre essas espécies 33 apresentaram valores de indicação entre 44 a 21, destacando-se *Clusia criuva*. As espécies *Croton floribundus, Inga sessilis*, *Myrsine umbellata* e *Nectandra oppositifolia* foram as indicadoras para os demais levantamentos de florestas montanas do sudeste (G5), no qual observaram-se 872 espécies, distribuídas entre 86 famílias e 278 gêneros. Em uma divisão posterior (N5 – $\lambda = 0{,}339$) houve a separação dos levantamentos de florestas montanas da Cadeia do Espinhaço dos outros levantamentos, que se distribuem pelo Planalto Atlântico Paulista, o sul de Minas Gerais e regiões serranas do Rio de Janeiro. A análise de espécies indicadoras identificou 29 espécies com valores de indicação entre 39 a 21, para os levantamentos de florestas montanas do sudeste, destacando-se *Protium widgrenii* com o maior valor de indicação.

Os métodos de agrupamentos aglomerativos, UPGMA (Figura 3) e método de Ward (Figura 4), apresentaram alta concordância aos grupos propostos pela análise Twinspan. A UPGMA destacou as similaridades florísticas entre as florestas ombrófilas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar na região sul (G2) com as florestas ombrófilas mistas sulinas (G3). Enquanto, as florestas montanas da Cadeia do Espinhaço (MG-CP1, MG-CP2, MG-OP) destacaram-se do grupo de florestas montanas do sudeste, e três levantamentos de florestas semidecíduas paulistas (G6 = SP-JP2, SP-AG e SP-MO) deslocaram-se para o grupo de florestas montanas do sudeste (G5). O método de Ward aproximou as florestas da Cadeia do Espinhaço (MG-CP1, MG-CP2, MG-OP) com as florestas alto-montanas da Serra do de São Paulo (G4) relacionando-os às florestas ombrófilas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar na região sul (G2). As florestas alto-montanas do interior de Minas Gerais (MG-SB e MG-IB) estiveram relacionados com florestas montanas do sul de Minas, Planalto Atlântico de São Paulo e do Rio de Janeiro (G5).

Compartilhamento e Frequência das espécies

O compartilhamento de espécies entre os grupos variou de 20 spp. a 335 spp. (Tabela 4). A porcentagem de espécies compartilhadas, considerando-se o número total de espécies por grupo, variou entre 10,2% a 60,6%. Cinco grupos (G1 = 60,6%, G2 = 59,7%, G3 = 74,5%, G4 = 73,9%, G6 = 58,5%) apresentaram maior compartilhamento de espécies com o grupo de florestas montanas (G5), que compartilhou o maior número de espécies com o grupo de florestas estacionais de São Paulo (G6 = 38,4%). O grupo de florestas estacionais do Paraná (G7) apresentou maior compartilhamento de espécies com as florestas estacionais paulistas (G6 = 77,4%), mas este também compartilhou um elevado número de espécies com as florestas montanas (G5 = 70,8%). As florestas alto-montanas do Paraná (G1) e da Serra da Mantiqueira-Santa Catarina (G2) compartilharam 33 espécies e apresentaram altas porcentagens de compartilhamento de espécies também com as florestas ombrófilas mistas (G3), 52,1% e 42,3%, respectivamente. As florestas alto-montanas da Serra do Mar Paulista (G4) compartilham proporcionalmente um menor número de espécies com os demais grupos de florestas alto-montanas e mistas (G1 = 12,2%, G2 = 17,2% e G3 = 28,9%), do que com as florestas montanas (G5 = 73,9%) e as florestas estacionais paulistas (G6 = 42,2%).

Cerca de 56,6% do total das espécies, 716 spp., foram restritas a somente um grupo florístico identificado pela Twinspan. Myrtaceae (124 spp.), Fabaceae (72 spp.), Melastomataceae (63 spp.), Asteraceae (41 spp.), Rubiaceae (40 spp.), Lauraceae (34 spp.), Solanaceae (35 spp.), Euphorbiaceae (20 spp.) e Annonaceae (19 spp.) foram as famílias com as maiores riquezas de espécies não-compartilhadas. *Eugenia* (40 spp.), *Myrcia* (33 spp.), *Miconia* (27 spp.), *Ocotea* (20 spp.), *Solanum* (19

spp), *Tibouchina* (15 spp.), *Baccharis* (13 spp.), *Leandra* (12 spp.), *Gomidesia* e *Machaerium* (10 spp.) foram os gêneros mais ricos entre as espécies não compartilhadas entre os grupos.

Tabela 4: Número de espécies compartilhadas entre os grupos florísticos e a porcentagem de espécies compartilhadas do total de espécies do grupo entre parênteses. As porcentagens nas linhas correspondem à proporção de espécies calculadas pelo total de espécies do grupo daquela linha. Nas colunas as porcentagens foram calculadas tendo o denominador como o total de espécies do grupo da linha correspondente. N.C. = Número de espécies não compartilhadas.

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	N.C.
G1	71 (100)	33 (46,5)	37 (52,1)	22 (31,0)	43 (60,6)	29 (40,8)	20 (28,2)	14 (19,7)
G2	33 (22,1)	149 (100)	63 (42,3)	31 (20,8)	89 (59,7)	39 (26,2)	28 (18,8)	42 (28,2)
G3	37 (17,1)	63 (29,2)	216 (100)	52 (24,1)	161 (74,5)	119 (55,1)	94 (43,5)	25 (11,5)
G4	22 (12,2)	31 (17,2)	52 (28,9)	180 (100)	133 (73,9)	76 (42,2)	37 (20,6)	34 (18,8)
G5	43 (4,9)	89 (10,2)	161 (18,5)	133 (15,3)	872 (100)	335 (38,4)	138 (15,8)	400 (45,9)
G6	29 (5,1)	39 (6,8)	119 (20,8)	76 (13,3)	335 (58,5)	573 (100)	151 (26,3)	187 (32,6)
G7	20 (10,3)	28 (14,4)	94 (48,2)	37 (19,0)	138 (70,8)	151 (77,4)	195 (100)	14 (7,1)

Dentre os grupos de florestas alto-montanas a maior porcentagem de espécies não-compartilhadas foi observada no grupo Serra da Mantiqueira-Santa Catarina (G2 = 28,2%) Nas florestas alto-montanas da Mantiqueira-Santa Catarina (G2), as 42 espécies não-compartilhadas pertencem à 17 famílias e 24 gêneros. Nas florestas alto-montanas do Paraná (G1 = 19,7%), as 14 espécies não-compartilhadas estão distribuídas entre 10 famílias e 12 gêneros. Nas florestas alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo (G4 = 18,8%.) foram observadas 34 espécies não compartilhadas pertencentes à 15 famílias e 26 gêneros. As florestas ombrófilas mistas (G3 = 11,5%), as 25 espécies não-compartilhadas pertencem à 15 famílias e 20 gêneros. As florestas montanas do sudeste (G5 = 45,9%) apresentaram 400 espécies não-compartilhadas, pertencentes a 63 famílias e 168 gêneros. Nas florestas estacionais paulistas (G6 = 32,6%) foram observadas 187 espécies não-compartilhadas, distribuídas entre 47 famílias e 116 gêneros, enquanto nas florestas estacionais do Paraná (G7 = 7,1%), as 14 espécies não compartilhadas pertencem a nove famílias e 13 gêneros.

Somente nas florestas alto-montanas do Paraná (G1) a proporção de espécies com frequência intermediária foi maior do que as espécies com baixa freqüência (Tabela 5). As florestas montanas (G5) e as florestas estacionais de São Paulo (G6) apresentaram as maiores porcentagens de espécies com baixa frequência e as menores porcentagens de espécies com frequências intermediárias. As florestas alto-montanas (G1) e estacionais (G7) do Paraná foram as que apresentaram as maiores proporções de espécies com alta frequência. Para as florestas alto-montanas do Paraná, *Drimys brasiliensis*, *Gordonia fruticosa* e *Ocotea catharinensis* estiveram presentes em todos os levantamentos. Nas florestas alto-montanas da Serra do Mar em São Paulo (G4), *Guapira opposita*

esteve presente em todos os levantamentos, e apresentou frequência maior que 80%. Nas florestas ombrófilas mistas (G3), *Araucaria angustifolia, Prunus myrtifolia e Sapium glandulosum* apresentaram frequência em mais de 80% dos levantamentos. Nas florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e Santa Catarina (G2), somente *Myrceugenia alpigena* destacou-se pela maior freqüencia, em 83% dos levantamentos. *Alchornea triplinervea*, *Cabralea canjerana, Myrsine umbellata* e *Prunus myrtifolia* apresentaram freqüência mair que 80% nas florestas montanas (G5). *Acacia polyphylla*, *Aspidosperma polyneuron*, *Astronium graveolens*, *Cariniana estrellensis*, *Casearia gossiosperma*, *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Croton floribundus*, *Machaerium stiptatum* e *Trichilia catigua* foram as espécies com frequência acima de 80% para as florestas estacionais de São Paulo (G6), como também para as florestas estacionais do Paraná (G7). Entre as 16 espécies restantes para as florestas estacionais do Paraná (G7), somente *Plinia rivularis* foi observada com baixa frequência no grupo de florestas montanas (G5), enquanto as demais apresentaram baixas ou médias frequências nos demais grupos florísticos.

Tabela 5: Número de espécies por classes de freqüência para os grupos florísticos e a porcetangem em relação total de espécies para o grupo entre parênteses. Baixa freqüência (1% ≥ FR ≤ 20%), Frequência intermediária (21% ≥ FR ≤ 80%) e Altamente freqüente (FR > 80%).

Frequência	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
1% - 20 %	27 (38,1)	88 (59,1)	115 (53,2)	98 (54,4)	722 (82,8)	397 (69,3)	0 (0.0)
21% - 80 %	37 (52,1)	60 (40,2)	98 (45,4)	81(45,0)	146 (16,7)	165 (28,7)	168 (86,0)
81% - 100%	7 (9,8)	1 (0,67)	3 (1,4)	1 (0,6)	4 (0,5)	11 (1,.9)	27 (14,0)
Total spp.	71	149	216	180	872	573	195

Análise de Discriminantes

A análise de discriminantes (Figura 6) encontrou considerável concordância entre os grupos da Twinspan, indicando uma forte correlação com as variáveis climáticas e as formações florestais atlânticas planálticas. A porcentagem de concordância entre os grupos variou entre 100% a 44% (Tabela 3). O valor de lambda de Wilks foi de 0,009 (df = 36, P = 0,00) e denotou uma boa separação entre os grupos propostos. Treze levantamentos foram realocados entre os grupos, correspondendo a 15% do total de levantamentos analisados. A maior discordância esteve relacionada ao grupo das florestas ombrófilas mistas, onde cinco dos nove levantamentos iniciais foram realocados em grupos diferentes (3 em G1, 1 em G2 e 1 em G7). O grupo formado pelas florestas alto-montanas do Paraná (G1) manteve-se coeso, ocorrendo a inserção de mais três levantamentos de florestas ombrófilas mistas em G1 e um do grupo de florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e de Santa Catarina (G2). No

grupo de florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e de Santa Catarina (G2) inseriu-se um levamento de florestas mista (G3), também localizado na Serra da Mantiqueira. Um levantamento de floresta alto-montana da Serra da Mar de São Paulo (SP-ITV) deslocou-se para o grupo de florestas montanas do sudeste (G5), do qual foram realocados três levantamentos, dois, MG-LA e MG-IT, climaticamente similares às florestas estacionais semidecíduas de São Paulo (G6), e um (SP-CH) para as florestas do topo da Serra do Mar de São Paulo (G4). Do grupo formado pelas florestas estacionais semidecíduas de São Paulo, dois levamentamentos foram realocados: SP-JP2 para o grupo de florestas montanas do sudeste (G5), e SP-TS para o grupo de florestas estacionais do Paraná (G7).

Tabela 3: Comparação entre os grupos identificados na "Twinspan" e os resultados obtidos na análise de discriminantes. Discrim. = dnálise de discriminantes, Porct. = porcentagem de acerto calculado pela análise de discrimantes, Jack. = porcentagem de acerto calculado pela reamostragem por Jacknife, Mudanças = levantamentos indicados como pertencentes a outros grupos, entre parênteses o grupo "Twinspan" ao qual pertenciam.

Grupos	Twinspan	Discrim.	Porct.	Jack.	Mudanças
Grupo 1	9	13	100	100	PR-CR (3), PR-PN (3), PR-CL (3), SC-SR (2)
Grupo 2	6	6	83	67	SP-CJD (3)
Grupo 3	9	4	44	22	-
Grupo 4	7	7	86	86	SP-CH (5)
Grupo 5	28	27	89	64	SP-JP2 (6), SP-ITV (4)
Grupo 6	21	21	90	90	MG-LA (5), MG-IT (5)
Grupo 7	4	6	100	100	SP-TS (6), PR-VT (3)

DCA, CCA

A DCA (Figura 4) destacou maiores similaridades florísticas entre levantamentos do mesmo tipo de formação vegetacional. Os auto-valores para os três primeiros eixos desta ordenação foram 0,544, 0,252 e 0,170, respectivamente (Tabela 6). A ordenação dos levantamentos ao longo do eixo 1 separou formações ombrófilas alto-montanas das formações estacionais sub-montanas nos extremos da ordenação, com as florestas montanas apresentando uma posição intermediária. Novamente florestas ombrófilas alto-montanas sulinas e do sudeste se associam positivamente ao longo do primeiro eixo, ocorrendo sobreposição entre os grupos sugeridos pela análise Twinspan. A dispersão dos levantamentos ao longo do eixo 2 separou as florestas ombrólias mistas sulinas das florestas montanas e alto-montanas do sudeste brasilero. Florestas estacionais semidecíduas da região oeste do Paraná apresentam posição intermediária entre florestas semidecíduas do estado do estado de São Paulo e as florestas mistas sulinas. As florestas montanas do sudeste dispersam-se ao longo do eixo 2, com as florestas alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo localizadas em um dos extremos deste grupo. As

florestas montanas da Cadeia do Espinhaço e as alto-montanas da Serra do Ibitipoca e Serra do Brigadeiro apresentaram-se imersas entre os levantamentos de florestas montanas da região sudeste.

Os três primeiros eixos da análise de correspondência canônica (CCA) apresentaram significância estatística e sugeriram uma forte substituição das espécies ao longo de gradientes ambientais, entretanto apresentaram baixa variância total (Tabela 7). O primeiro eixo da ordenação esteve positivamente correlacionado com a temperatura média anual (Bio 1) e negativamente correlacionado com altitude (Alt-ex) e precipitação anual (Bio 12). A longitude (Long-ex), a latitude (Lat-ex) e a sazonalidade da precipitação (Bio 15) estiveram positivamente correlacionadas no segundo eixo da ordenação, enquanto a precipitação no trimestre mais seco (Bio 14) esteve negativamente correlacionada (Tabela 8). A correlação entre as variáveis variou de -0,929 a 0,716 (Tabela 9).

Ao longo do primeiro eixo as florestas do sudeste brasileiro se dispersaram destacando os levantamentos de florestas alto-montanas e as florestas estacionais sub-montanas em extremos opostos, sugerindo uma forte substituição das espécies associada às mudanças climáticas relacionadas ao longo gradiente altitudinal observado nesta região. Os levantamentos da região sul se dispersam ao longo do segundo eixo sugerindo uma substituição de espécies associada às mudanças climáticas relacionadas ao aumento da latitude. As ordenações dos levantamentos pelos escores ambientais e pelos escores das espécies apresentaram uma ordenação similar. A principal diferença observada na CCA esteve relacionada à separação dos levantamentos de florestas alto-montanas sulinas com os levantamentos do topo da Serra da Mantiqueira, que se localizam em extremos opostos ao longo do eixo 2, mas positivamente relacionadas no eixo 1, por apresentarem as maiores altitudes nas regiões onde ocorrem.

Tabela 6: Resultados da ordenação da análise de correspondência distendida (DCA).

DCA			
Eixo	Auto-Valor	Iterações	Comprimento do Gradiente
Eixo 1	$\lambda_1 = 0,544$	4	3,659
Eixo 2	$\lambda_2 = 0,252$	5	2,795
Eixo 3	$\lambda_3 = 0,170$	13	1,839

Tabela 7: Resultados da ordenação da análise canônica de correspondência (CCA).

CCA - Inércia Total = 14.2379			
Eixo	Auto-Valor	Porc. Variância	Monte Carlo
Eixo 1	$\lambda_1 = 0,522$	3,66	p = 0,01
Eixo 2	$\lambda_2 = 0,414$	2,91	p = 0,01
Eixo 3	$\lambda_3 = 0,313$	2,20	p = 0,01

Tabela 8: Correlações entre as variáveis geo-climáticas e os eixos da ordenação segundo as variáveis ambientais (WA) e pela ordenação segundo as espécies (LC). Longitude (Long-ex), latitude (Lat-ex), altitude (Alt-ex), temperatura média anual (Bio 1), precipitação anual (Bio 12), precipitação no período mais seco (Bio 14), sazonalidade da precipitação (Bio 15).

	Intra-Set - WA			Inter-Set – LC		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Long-ex	-0,36	0,84	0,18	-0,35	0,79	0,17
Lat-ex	0,38	0,75	0,40	0,36	0,71	0,38
Alt-ex	-0,82	0,22	0,41	-0,80	0,21	0,39
Bio 1	0,94	-0,01	-0,09	0,90	-0,01	-0,08
Bio 12	-0,78	0,03	0,12	-0,75	0,03	-0,12
Bio 14	-0,47	-0,70	-0,50	-0,45	-0,67	-0,47
Bio 15	0,30	0,71	0,46	0,29	0,68	0,44

Tabela 9: Correlações ponderadas entre as variáveis geo-climáticas. Longitude (Long-ex), latitude (Lat-ex), altitude (Alt-ex), temperatura média anual (Bio 1), precipitação anual (Bio 12), Precipitação no período mais seco (Bio 14), sazonalidade da precipitação (Bio 15).

	Variáveis geoclimáticas					
	Long-ex	Lat-ex	Alt-ex	Bio 1	Bio 12	Bio 14
Lat-ex	0,584	-				
Alt-ex	0,592	0,089	-			
Bio 1	-0,390	0,295	-0,900	-		
Bio 12	0,329	-0,187	0,716	-0,777	-	
Bio 14	-0,537	-0,904	0,005	-0,353	0,415	-
Bio 15	0,702	0,883	0,162	0,180	-0,141	-0,929

Discussão

A distância do oceano, clima e altitude estão entre os principais fatores envolvidos na ordenação de levantamentos de formações florestais no Bioma Atlântico (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001). Oliveira-Filho & Fontes (2000) estudando os padrões de distribuição da flora arbórea na Floresta Atlântica no sudeste do Brasil reconheceram a altitude, a sazonalidade da precipitação e temperatura como os principais fatores relacionados à distinção florística e o funcionamento ecológico entre suas principais formações florestais. Estas variáveis geo-climáticas estariam associadas às mudanças na distribuição de riqueza ou abundância de famílias, gêneros e espécies arbóreas entre as distintas cotas altitudinais ao sul do Brasil (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001, Oliveira 2006).

As condições climáticas ao longo do Planalto Brasileiro variam consideravelmente entre suas diferentes regiões geográficas. O efeito da continentalidade promove um aumento das temperaturas médias diárias e da sazonalidade da precipitação, acentuando-se a influência dos períodos secos na

florística e no funcionamento das comunidades florestais (Torres *et al*. 1997, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001). Na região sudeste, as duas cadeias montanhosas, a Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, permitem a ocorrência de florestas ombrófilas no topo e nas encostas de suas montanhas. Entretanto, na Serra da Mantiqueira, que está detrás da Serra do Mar, onde ocorrem os maiores níveis de precipitação da costa atlântica, a elevação da altitude permite novamente a condensação das massas de ar, quando estas passam pela escarpa litorânea e adentram-se pelo Planalto Brasileiro.

Não havendo maiores barreiras geográficas o clima permaneceria mais seco e acentuaria novamente a estacionalidade (Nimer 1997a). Quando novas elevações montanhosas interioranas são observadas, as temperaturas tendem a diminuir e a precipitação aumentar novamente e florestas ombrófilas podem ocorrer em uma extensa matriz de florestas estacionais. Na região sul, não observamos uma grande barreira geográfica após a Serra do Mar e a Serra Geral para as massas de ar oceânicas, e a maior freqüência de frentes de ar polar nesta região, torna as temperaturas médias anuais mais amenas e eleva os índices pluviométricos. A formação florestal planáltica de maior expressão nesta região é uma floresta ombrófila com estação seca ausente ou não acentuada (Nimer 1977b).

As análises de agrupamento e ordenação demonstraram resultados congruentes e denotaram maior similaridade florística entre levantamentos da mesma formação vegetacional. Paras as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e as florestas alto-montanas do Serra do Mar uma alta similaridade florística foi observada a despeito das distâncias geográficas onde essas florestas ocorrem. As poucas discordâncias observadas entre as classificações propostas pela Twinspan e os demais métodos de agrupamento são esperadas, devido aos diferentes critérios utilizados pelas análises e o elevado número de espécies compartilhadas entre essas formações. A elevada riqueza e a ocorrência de espécies com distribuição geográfica restrita promovem valores médios de similaridade entre os levantamentos, demonstrando uma grande variação florística nos grupos formados, que interferem na similaridade dentre e entre esses grupos. Levantamentos localizados em regiões de contato entre diferentes formações florestais podem estar compostos por um sub-conjunto de espécies dessas formações e apresentarem posições intermediárias nas análises de ordenação e agrupamento, e se agruparem em conjuntos distintos dependendo do critério utilizado.

Os agrupamentos florísticos apresentaram-se correlacionados com variáveis geo-climáticas demonstrando sua grande importância como parte da explicação na distribuição das diferentes formações florestais atlânticas (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001, Oliveira 2006). A altitude demonstrou-se uma variável geográfica importante para a ordenação dos levantamentos analisados. Entretanto, ela é uma variável ambiental indireta, pois são outros fatores ambientais e climáticos que mudam conforme seu aumento (Austin *et al*. 1984). Na DCA sua importância foi

evidenciada ao longo do eixo 1, com os levantamentos em lados opostos da ordenação representando áreas nos extremos do gradiente altitudinal amostrado. A dispersão dos levantamentos ao longo do eixo 2 sugeriu que a ordenação das localidades segundo sua composição florística não corresponde a um gradiente ambiental linear, influenciado por somente uma variável ambiental.

A CCA discriminou ao longo do primeiro eixo principalmente os levantamentos sudeste, enquanto dispersou os levantamentos da região sul ao longo do quadrante negativo do eixo 2. A ordenação dos levantamentos do sudeste, ao longo do eixo 1, sugere uma correlação entre o gradiente longitudinal e altitudinal e mudanças na precipitação anual e nas temperaturas médias anuais como os principais fatores envolvidos na ordenação dos levantamentos. A dispersão dos levantamentos da região sul sugere uma correlação entre o gradiente latitudinal e maior precipitação no período mais seco como os fatores envolvidos nessa ordenação, o que os distinguiriam climaticamente dos levantamentos da região sudeste. As florestas ombrófilas alto-montanas localizaram-se nos extremos dos eixos desta ordenação destacando novamente a importância regional da altitude.

Os auto-valores dos eixos da CCA foram estatisticamente significativos e sugeriram um forte gradiente de substituição florística entre essas formações florestais (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Entretanto a porcentagem de variância canônica explicada pelas variáveis ambientais analizadas foi baixa. A baixa variância explicada em conjunto de dados vegetação geralmente é baixa, mas não impede a significância das relações entre as espécies e as condições ambientais (Oliveira-Filho & Fontes 2000). Este baixo percentual sugere a distribuição das espécies arbóreas entre os levantamentos utilizados não pode ser explicada somente pelo conjunto de variáveis geo-climáticas utilizadas. A influência de fatores ambientais locais, o histórico de ocupação e a dinâmica florestal local e outras perturbações são fatores que interferem nos resultados obtidos, representando "ruídos" nos métodos de agrupamento e ordenação (Oliveira-Filho & Fontes 2000). O considerável compartilhamento de espécies entre os grupos formados sugere que parte das espécies arbóreas atlânticas apresentam um nicho ecológico-climático mais amplo, o que pode diminuir o poder de explicação das variáveis climáticas em análises ordenativas.

Enquanto os demais métodos evidenciaram a similaridade florística de levantamentos relativamente distantes, a análise de discriminantes destacou a similaridade climática entre levantamentos localizados na mesma região geográfica. As variáveis climáticas utilizadas não representaram toda a variação climática que pode estar associada à separação destes grupos, mas ao mesmo tempo explica parte da similaridade florística observada entre algumas áreas relativamente distantes. Diferentes fatores parecem estar envolvidos no deslocamento de levantamentos distintos entre os grupos florísticos identificados. As variáveis climáticas utilizadas não foram suficientes para

distinguir as florestas ombrófilas alto-montanas das florestas ombrófilas mistas na região sul. A exposição das áreas de altitude aos ventos, mudanças edáficas, ou mesmo mudanças climáticas sutis não representadas nos conjuntos climáticos atualmente disponíveis representam fatores ambientais que poderiam auxiliar nessa distinção. A ocorrência de geadas seria outro fator não considerado, entretanto sua a ocorrência é bem maior por toda a região sul (Nimer 1977) e pode representar um fator menos restritivo para a distribuição das espécies arbóreas nessa região.

As florestas montanas do Planalto Atlântico de São Paulo, identificadas por vários trabalhos como distintas das demais florestas estacionais deste estado, apresentaram-se climaticamente semelhantes com as outras florestas montanas do sudeste (G5), como os levantamentos da Serra do Japi e Atibaia, provavelmente devido ao efeito da altitude no clima dessas áreas. O levantamento realizado na região de Cunha (SP-CH), que apresentou maior similaridade florística com o grupo de florestas montanas (G5), aproximou-se das florestas do topo da Serra do Mar de São Paulo (G4), enquanto o levantamento de floresta alto-montana de Intervales (SP-ITV) apresentou maior similaridade climática com o grupo de florestas montanas (G5). Dois levantamentos de floresta estacional de Minas Gerais, MG-LA e MG-IT, floristicamente associados aos grupos de florestas montanas (G5), foram re-alocados para o grupo de florestas estacionais (G6). A proximidade geográfica das florestas estacionais do sul de Minas com as florestas ombrófilas montanas do alto Rio Grande e a amplitude do nicho ecológico das espécies envolvidas na caracterização destes grupos poderiam explicar o compartilhamento de espécies entre esses levantamentos. Variações fisiográficas, como encostas e vales mais úmidos poderiam permitir a ocorrência de espécies das florestas ombrófilas nas florestas estacionais, e as condições mais amenas das florestas montanas poderiam explicar o compartilhamento dessa com as florestas estacionais.

As florestas alto-montanas da Mantiqueira (G2) e da Serra do Mar de São Paulo (G4), localizadas no sudeste demonstraram maior similaridade climática com as florestas ombrófilas sulinas (G1 e G3). A similaridade florística entre essas regiões geograficamente distintas , como para as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e as florestas da Serra do Mar no Paraná e em Santa Catarina, está em parte associada à similaridade climática entre essas regiões. Elas apresentariam menores diferenças climáticas, proporcionando maior compartilhamento de espécies, localizando-se em regiões onde a estação seca é ausente ou mais amena (Nimer 1977). O efeito compensatório da altitude para as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira, tornando as temperaturas mais frias, é outro fator envolvido. Entretanto a similaridade climática explicaria pelo menos o estabelecimento e manutenção das espécies entre elas compartilhadas, mas fatores históricos podem estar envolvidos na similaridade florística observada.

O gradiente de substituição florística na Floresta Atlântica, desde o nível do mar até as altitudes mais elevadas, é bastante complexo e não se apresenta de forma linear (Scudeller *et al*. 2001). As espécies arbóreas deste bioma respondem às mudanças climáticas associadas à ação conjunta da latitude, longitude e altitude de uma forma contínua no espaço. Algumas regiões destacam-se pelo seu carácter ecotonal entre as principais formações vegetacionais deste bioma, o que dificulta classificar determinados fragmentos como pertencentes a uma formação ou outra somente pela sua composição florística. A substituição florística ocorre de forma contínua e mudanças na representatividade dos táxons ocorrem em diferentes cotas altitudinais, dependentes da latitude ou da longitude ao longo da distribuição deste bioma.

Regionalmente, altitude é uma das variáveis geográficas que se destaca em diferentes trabalhos promovendo mudanças na composição florística (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001, Oliveira 2006). No sudeste brasileiro, a região de maior expressão do gradiente altitudinal que a Floresta Atlântica ocupa, alguns trabalhos destacaram que suas formações florestais apresentariam mudanças na composição florística entre cotas de 750 metros de amplitude altitudinal (Salis *et al*. 1995, Torres *et al*. 1997, Scudeller *et al*. 2001). Esta cota altitudinal é coincidente com o limite inferior de ocorrência de florestas ombrófilas densas alto-montanas na Serra da Mantiqueira, a 1.500 metros de altitude, que se demonstraram floristicamente distintas das florestas em cotas altitudinais inferiores. Entretanto, esta amplitude altitudinal como indicadora entre distintas formações florestais na Floresta Atlântica seria observada somente nas florestas planálticas do sudeste brasileiro. Nesta altitude, a 1.500 metros de altitude, Gentry (1995) também observou mudanças na riqueza e composição florística das florestas montanas ao norte dos Andes.

Na região sul, não existem trabalhos quali-quantitativos que analisam o gradiente altitudinal para a Serra do Mar. No estado do Paraná, Roderjan *et al*. (2002) sud-dividem empiricamente as florestas costeiras em cotas de 600 metros de altitude, por suas observações florísticas. As florestas ombrófilas alto-montanas sulinas ocorreriam a partir de 1.200 m no estado do Paraná (Roderjan *et al*. 2002) e entre 700 e 1.100 metros nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Falkenberg & Voltolini 1995). Esta diminuição no limite altitudinal inferior das florestas alto-montanas nesta região estaria associada ao aumento da latitude, que também promoveria uma compressão da faixa altitudinal que influenciaria na composição florística entre as diferentes classes de formações nesta região. Entretanto, nas florestas ombrófilas mistas alto-montanas ocorrentes no planalto desta região, Roderjan *et al*. (2002) relataram somente um empobrecimento na riqueza de espécies, não ocorrendo mudanças significativas na composição florística.

A elevada proporção de espécies não compartilhadas (56%) destaca a importância das distintas formações para a elevada riqueza observada ao longo da Floresta Atlântica. Scudeller *et al*. (2001) observaram um elevado número de espécies com baixa constância ou com distribuição restrita às florestas ombrófilas costeiras para o estado de São Paulo. Entretanto, o considerável compartilhamento de espécies entre as formações (44%) também sugere haver um contínuo de substituição de espécies e denota a influência que as formações com maior riqueza específica na composição florística das formações menos ricas (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scarano 2002). No geral, as formações analisadas apresentaram maior proporção de espécies com baixa freqüência. Entretanto, as florestas alto-montanas e estacionais do Paraná demonstram-se ser um grupo com composição florística bastante homogênea.

As formações florestais com a maior riqueza destacaram-se também pela sua ampla área de ocupação e pela continuidade espacial nas regiões que ocupam que permite a ocorrência de um maior número de espécies, como as florestas estacionais semidecíduas e as florestas ombrófilas montanas planálticas. Estas florestas representam ambientes mésicos (*sensu* Scarano 2002) e compartilham um grande número de espécies entre elas. Para as florestas alto-montanas, que apresentam uma área de ocupação bem menor, verifica-se uma forte redução na riqueza específica e apresentam números de espécies exclusivas proporcionalmente menores, mas grande parte de suas espécies são endêmicas e ocorrem em conjunto restrito de montanhas, denotando o quanto sua flora apresenta uma distribuição geográfica restrita.

Scarano (2002) denotou a importância das formações mésicas da Floresta Atlântica na composição florística e no funcionamento das comunidades vegetais atlânticas marginais. As florestas ombrófilas densas alto-montanas podem ser consideradas como uma comunidade vegetal marginal (*sensu* Scarano 2002), por estarem submetidas a condições ambientais mais restritivas, como fortes ventos, solos mais rasos e ácidos, temperaturas baixas, altos níveis de radiação solar (Hamilton *et al*. 1995). Esta formação apresenta uma distribuição geográfica em arquipélago, devido à descontinuidade geográfica das áreas montanhosas que formam o Planalto Brasileiro. O número de espécies capazes de tolerar as condições mais restritivas dos ambientes altimontanos é bem menor do que o observado nas florestas em cotas altitudinais inferiores.

Oliveira-Filho & Fontes (2000) observaram mudanças na importância relativa tanto para famílias e gêneros para a flora arbórea atlântica do sudeste brasileiro. A maioria das espécies destacadas como indicadores de florestas alto-montanas são pertencentes a famílias e gêneros marcadores de florestas nebulares pouco freqüentes nas florestas em cotas altitudinais medianas e nas terras baixas. Gêneros das famílias Asteraceae, Aquifoliaceae, Cardiopteridaceae, Chloranthaceae,

Clethraceae, Clusiaceae, Cunoniaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Podocarpaceae, Proteaceae, Rosaceae e Winteraceae são considerados diagnósticos para as florestas nebulares neotropicais (Gentry 1995, Giulietti & Pirani 1988, Oliveira-Filho & Fontes 2000). O gênero *Myrceugenia*, que se distribui preferencialmente em elevações superiores a 900-1000 m (Landrum 1981) também apresenta grande importância na composição florística e na estrutura das florestas alto-montanas atlânticas (Klein 1960, Meireles *et al*. 2008). *Escallonia* e *Chusquea* são outros gêneros frequentes nas florestas montanas andinas, que apresentam importância na composição florística das florestas alto-montanas do sudeste (Meireles *et al*. 2008, Safford 1999, Soderstrom *et al*. 1987). *Symplocos* também apresentou grande importância florística nas florestas alto-montanas e apresenta várias espécies endêmicas de áreas montanhosas (Aranha Filho *et al*. 2007).

Dentre as espécies observadas somente nos grupos de florestas alto-montanas tanto do Paraná (G1) e do grupo Mantiqueira-Santa Catarina (G2), várias são endêmicas ou estão restritas à poucas áreas montanhosas. Para a Serra da Mantiqueira Meridional, são exemplos de espécies arbóreo-arbustivas endêmicas, *Baccharis glaziovii*, *Myrceugenia brevipedicellata*, *Euplassa itaitiaiae*, *Senna itatiaiae*, *Solanum itatiaiae* e *Symplocos itaitiaiae*. Algumas ocorrem somente em áreas montanhosas do sudeste, como *Croton organensis, Macropeplus dentatus, Myrceugenia bracteosa, Ocotea vaccinioides* e *Symplocos falcata*. Outras se distribuem somente pelas montanhas do sul e sudeste, como *Baccharis lateralis*, *Baccharis oreophila*, *Ilex taubertiana, Myrceugenia alpigena*, *Myrceugenia ovalifolia, Myrceugenia seriatoramosa, Piptocarpha organensis, Siphoneugena reitzii, Symplocos corymboclados, Tabebuia catarinensis*, *Tibouchina fothergillae, Tibouchina hospita* e *Weinmannia humilis*. Nas florestas alto-montanas do Paraná, *Myrsine altomontana* e *Symplocos paranaensis* são espécies des espécies endêmicas às montanhas deste estado, e para Santa Catarina podemos citar *Euplassa nebularis* e *Drimys angustifolia,* enquanto *Clethra uleana* se dispersa somente nas florestas alto-montanas sulinas. *Ocothea catharinensis*, indicadora para as florestas alto-montanas do Paraná, também ocorre no sudeste brasileiro em florestas ombrófilas e estacionais do estado de São Paulo (Baitello & Marcovino 2003).

As florestas alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo (G4) apresentaram espécies ocorrentes nas demais florestas alto-montanas pertencentes aos gêneros *Clethra*, *Daphnopsis*, *Drimys*, *Ilex*, *Myrceugenia*, *Pimenta* e *Symplocos,* enquanto as *Maytenus, Myrsine, Mollinedia e Weinmannia* estiveram representadas por outras espécies nessas florestas. Espécies dos gêneros *Byrsonima*, *Clusia*, *Hedyosmum*, *Ouratea* e *Ternstroemia* não foram observadas nos demais levantamentos de florestas alto-montanas. Esperava-se que as florestas alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo se agrupassem com as florestas alto-montanas sulinas ou da Serra da Mantiqueira. Entretanto elas

apresentam um número maior de espécies compartilhadas com as florestas montanas do sudeste, pertencentes a gêneros como *Euterpe*, *Guapira*, *Humiriastrum*, *Vochysia*, *Xylopia* e outros, e uma proporção considerável de espécies compartilhadas com as florestas estacionais de São Paulo e também podem estar sendo influenciadas pelas florestas ombrófilas costeiras. *Ocotea venulosa* uma das espécies indicadoras deste conjunto de levantamentos e *Ocotea serrana* não observada nesses levantamentos são até o momento restritas ao estado de São Paulo, ocorrendo em formações alto-montanas e montanas planálticas deste estado (Baitello & Marcovino 2003).

A posição geográfica das florestas alto-montanas no topo da Serra do Mar em São Paulo, em contanto direto com as florestas do Planalto Atlântico denota sua posição transicional entre a flora costeira e a do Planalto Paulista, com poucos táxons endêmicos. Scudeller *et al*. (2000) sugeriram haver nas florestas ombrófilas costeiras do estado de São Paulo mudanças na composição florística entre cotas de 350 metros de altitude. Contudo, a ausência de levantamentos entre 350 e 700 m limita a confirmação das cotas por eles sugeridas. As florestas alto-montanas recém amostradas na Serra do Mar do estado de São Paulo poderiam corresponder à terceira classe, entre 700 e 1.050 metros de altitude, ou à quarta classe, 1050 a 1400 metros, por eles sugeridas, o que necessita ainda ser estudado.

Esta região pode ter sido uma rota de migração entre a região sul e as áreas de altitude da Mantiqueira e que atualmente não compartilham um elevado número de espécies devido à proximidade geográfica com as florestas planálticas, e por atualmente não apresentarem condições climáticas tão restritivas como as suas correspondentes na Mantiqueira. Suas espécies compartilhadas com as demais florestas alto-montanas geralmente apresentam baixa importância fitossociológica nessa região. Estas áreas podem ter sido reocupadas por espécies mais competitivas das florestas de encosta ou do planalto, durante o final do Pleistoceno e início do Holoceno, quando houve o aumento nas temperaturas médias e da pluviosidade (Behling 1998, Garcia *et al*. 2004). A presença de *Araucaria angustifolia,* e de outras espécies montanas, mas pouco abundantes, na região de Cunha e entre o município de São Paulo e a Serra da Bocaina, parecem corroborar esta suposição (Hueck 1972).

Nas florestas ombrófilas alto-montanas do interior do estado de Minas Gerais, como a da Serra do Brigadeiro e do Ibitipoca, e nas florestas estacionais alto-montanas de Carrancas e da Serra do Cipó, ocorrem gêneros e algumas espécies presentes nas florestas ombrófilas alto-montanas da Serra da Mantiqueira. Na Serra do Brigadeiro, que pertence a Serra da Mantiqueira Setentrional, a composição florística de sua floresta nebular é bastante similar ao nível genérico e ocorrem algumas espécies que constituem estas florestas na Mantiqueira Meridional, como *Ilex taubertiana, Shymphyopappus itatiayensis, Clethra scabra, Rhamnus sphaerosperma*. Entretanto, a riqueza relativa de Fabaceae e a presença de espécies de Vochysiaceae, Chrysobalanaceae, Cecropiaceae e Rutaceae destacam sua

similaridade com as florestas montanas circundantes. A proporção de espécies compartilhadas com as florestas estacionais e ombrófilas montanas é bastante alta nos levantamentos em altitudes maiores no interior, e evidencia que em algumas regiões as florestas alto-montanas, são formadas praticamente por espécies das florestas montanas que toleram as condições ambientais mais restritivas das cotas altitudinais superiores florestadas. Registros novos de ocorrência de espécies até então conhecidas para as montanhas litorâneas, sugerem que na Cadeia do Espinhaço possam ocorrer florestas similares à da Serra da Mantiqueira. Giulietti & Pirani (1988) relataram a presença de gêneros com um grande número de espécies nos Andes e representados com poucas ou somente uma espécie ao longo da Cadeia do Espinhaço, como *Clethra scabra, Drimys brasiliensis*, *Hedyosmum brasiliensis*, *Podocarpus lambertii* e *Weinmannia paullinifolia*, táxons presentes nas florestas montanas e alto-montanas do sul e sudeste brasileiros, mas que não são restritos às formações florestais alto-montanas.

Luna-Vega *et al*. (2001) identificaram seis grupos florísticos para as florestas nebulares das montanhas ao sul da América do Norte, as cordilheiras da América Central e do norte da América do Sul. Falkenberg & Voltolini (1995) ressaltaram que as florestas alto-montanas brasileiras não formavam um grupo vegetacional homogêneo, mas um grupo de comunidades relacionadas floristicamente e com relativa similaridade estrutural. Entre os grupos identificados de florestas alto-montanas destaca-se a maior similaridade entre o Paraná, Santa Catarina e a Serra da Mantiqueira, que compartilham um grande número de espécies tanto com as florestas ombrófilas mistas e as florestas montanas. Já as demais florestas alto-montanas apresentaram maior compartilhamento com o grupo de florestas montanas e com as florestas estacionais. Enquanto as florestas nas maiores altitudes litôraneas do sul e sudeste apresentam alta similaridade, as florestas alto-montanas do interior de Minas Gerais e da Serra do Mar em São Paulo, atualmente apresentam uma composição atualmente bastante alterada pela matriz adjacente.

Falkenberg & Voltolini (1995) consideram as florestas alto-montanas sulinas como uma transição entre as florestas ombrófilas costeiras e as florestas ombrófilas mistas planálticas ou uma transição com os campos de altitude. Já a Serra da Mantiqueira está inserida numa matriz predominantemente estacional, e suas florestas alto-montanas estão em contato com as florestas montanas adjacentes, com fragmentos de florestas mistas ou inseridas nos campos de altitude. Suas florestas alto-montanas emergiram nas análises como um grupo distinto entre as florestas planálticas atlânticas, de grande importância biogeográfica para o entendimento da distribuição das espécies nesta região. De fato, as florestas alto-montanas representam florestas com menor riqueza de espécies, que associada ao número de espécies endêmicas, diminuem sua similaridade com a matriz vegetacional em altitudes medianas do Planalto Brasileiro. Se consideradas em conjunto, as florestas alto-montanas da

Serra da Mantiqueira, Paraná e Santa Catarina apresentam propocionalmente um número de espécies não-compartilhadas comparável à proporção verificada nas florestas estacionais paulistas. Sua distribuição fragmentada, a alta similaridade florística e as espécies a elas restritas, sugerem que entre as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar no sul, geograficamente distantes, apresentaram um contato muito maior em algum momento durante as últimas mudanças climáticas do Quaternário recente.

As florestas ombrófilas mistas formaram um grupo coeso entre as análises, apresentando uma riqueza mediana de espécies e baixo número de espécies não-compartilhadas. Leite (2002) relatou a ocorrência de 352 espécies arbóreas ocorrentes nas florestas mistas sulinas, das quais 13,3% seriam exclusivas, 45,7% apresentariam ocorrência preferencial, enquanto 41,0% ocorreriam em outras regiões fitoecológicas da região sul, sendo inexpressivas nesta formação. Todas as espécies indicadoras deste grupo e as não-compartilhadas podem ser observadas em outras formações florestais da região sul, como as florestas estacionais e as florestas ombrófilas alto-montanas. Entretanto, a frequência com que são observadas nas florestas mistas é bem maior do que observada nas outras formações do sul e do sudeste, como *Araucaria angustifolia*, *Capsicondendron dinissi*, *Dasyphyllum tomentosum*, *Ilex paraguariensis*, *Lonchocarpus nitidus*, *Mollinedia blumenaviana*, *Myrcia palustris*, *Myrcianthes gigantea, Myrsine loefgrenii*, *Myrsine parvula, Nectandra paranaensis*, *Podocarpus lambertii* e *Zanthoxyllum kleinii*. Mas existem algumas espécies nestas florestas que são, pelo menos no Brasil, restritas somente a região sul como *Crinodendron brasiliensis*, *Miconia ramboi*, *Myrceugenia cucullata*, *Myrcia hatschbachii*, *Quillaja brasiliensis*, *Scutia buxifolia*, que apresentaram de baixa a média frequência entre os levantamentos deste grupo, e que podem ocorrer nas florestas estacionais e alto-montanas desta região.

O levantamento de floresta ombrófila mista de Campos do Jordão (SP-CJ) apresentou-se floristicamente relacionado às florestas mistas do estado do Paraná e com as florestas alto-montanas ombrófilas localizadas na Serra da Mantiqueira Meridional, onde ele está inserido. Estevan *et al.* (2008), por exemplo, observaram um compartilhamento de espécies de 23% entre a floresta ombrófila mista de Ventania, no Paraná (PR-VT) e a região de Monte Verde, Minas Gerais (MG-MV). As florestas mistas localizadas no sudeste, mais representativas ao longo da Serra da Mantiqueira, representam áreas disjuntas da distribuição central desta formação vegetacional, que é típica da região sul (Hueck 1972). Los (2004) relatou que as florestas ombrófilas mistas nos seus limites de distribuição apresentam menor riqueza e diversidade, do que as florestas de sua maior área de dispersão, como nos estados do Paraná e Santa Catarina. O tamanho e o isolamento desses fragmentos estariam relacionados às diferenças entre a diversidade dessas regiões (Los 2004). Na Serra da Mantiqueira, as florestas

mistas e as florestas alto-montanas também compartilham espécies, permitindo que estas apresentem maiores similaridades, como sugerido nos agrupamentos aglomerativos. Ao longo da distribuição das florestas ombrófilas mistas ocorrem espécies das florestas estacionais e ombrófilas montanas, capazes de tolerar as condições mais restritivas onde elas dominam, demonstrando a importância que a matriz vegetacional circundante na composição florística de fragmentos de floresta de Araucária. Apesar do baixo número de espécies não-compartilhadas e alta frequência de espécies típicas de outras formações, as florestas mistas apresentam fisionomia e estrutura características que as diferenciam das demais formações.

As florestas ombrófilas mistas ocorrem em regiões onde a estação seca é ausente ou sub-seca, e sua presença nas terras altas do sudeste é compensada pela diminuição das temperaturas e na maioria das vezes estão inseridas em vales e vertentes côncavas úmidas (Hueck 1972, Los 2004). Além de *Araucaria angustifolia*, estão presentes nas florestas mistas da Mantiqueira Meridional, outras espécies que apresentam distribuição associada a essas florestas como *Azara uruguaiensis*, *Escallonia bifida*, *Ilex microdonta, Jacaranda puberula*, *Ocotea porosa*, *Piptocarpha angustifolia* e *Podocarpus lambertii*. Algumas das espécies citadas apresentam ampla distribuição na região sul e têm as terras altas da Mantiqueira como seu limite setentrional. *Solanum cassioides*, por exemplo, era uma espécie conhecida somente para a região sul (Knapp 2002) e recentemente foi coletada na Serra da Mantiqueira (Meireles 2003). As espécies que acompanham a distribuição geográfica de *A angustifolia* demarcam regiões onde as condições ambientais são restritivas para a ocorrência da maioria das espécies que compõem florestas em cotas altitudinais mais baixas. Em algumas regiões, indivíduos de *A. angustifolia* ocorrem isolados, inclusive em florestas estacionais montanas. Estas representam áreas onde a floresta mista pode ter ocorrido, e que pelo o aumento da estacionalidade, estão sendo substituídas por espécies de outras formações florestais.

O grupo de florestas montanas do sudeste (G5) esteve composto por levantamentos de distintas áreas geográficas do sudeste brasileiro. Constituíram este grupo tanto florestas estacionais montanas e alto-montanas, como florestas ombrófilas montanas e alto-montanas, similiar ao encontrado por Oliveira-Filho & Fontes (2000). A diversidade de ambientes observada neste grupo refletiu-se na elevada riqueza específica observada. A maioria desses levantamentos distribuiu-se no entorno da Serra da Mantiqueira Meridional, onde pode ser observado o limite altitudinal superior da maioria de algumas espécies que o compuseram. Três regiões destacaram-se para a ocorrência destas florestas, o norte do Planalto Atlântico Paulista, a região do alto Rio Grande no sul de Minas Gerais e as florestas montanas da face atlântica da Serra da Mantiqueira e da Serra de Macaé de Cima no Rio de Janeiro. Os levantamentos do Planalto Atlântico Paulista, que apresentam altitudes geralmente superiores a 750

metros de altitude, representam áreas onde as condições climáticas são mais amenas e permitem a ocorrência de espécies não observadas nas florestas estacionais sub-montanas deste estado. Alguns dos levantamentos desta região apresentaram maiores similaridades florística com as florestas do alto Rio Grande em Minas Gerais, que corresponde à face interiorana da Serra da Mantiqueira, enquanto outras apresentaram maior similaridade com as florestas montanas da face atlântica desta Serra. O Planalto Atlântico Paulista representaria uma rota biogeográfica para a difusão dessas espécies nas florestas montanas do sudeste brasileiro, permitindo uma conexão entre as florestas interioranas do sul do estado de Minas Gerais e as montanas do Vale do Paraíba e do sul do estado do Rio de Janeiro.

Berg & Oliveira-Filho (2000) descreveram a alta similaridade entre os levantamentos de florestas estacionais montanas do sul de Minas, que emergiram como um grupo distinto dos levantamentos de florestas ombrófilas densas montanas de São Paulo, que corresponderiam a Serra do Japi e de Atibaia, São José dos Campos e Cantareira. Baitello *et al*. (1992) relataram a presença de espécies da floresta ombrófila costeira e das florestas estacionais planálticas nas florestas da vertente interiorana da Serra do Mar em São Paulo, o que caracterizaria a vegetação desta região com uma transição entre essas formações. Trabalhos que analisaram a similaridade entre as florestas estacionais interioranas e planálticas e destas com a floresta ombrófila costeira no estado de São Paulo, apresentaram resultados convergentes, e destacam os levantamentos acima de 750 metros, como distintos das demais formações florestais neste estado. Com a inserção dos levantamentos de florestas alto-montanas, estes levantamentos de florestas estacionais montanas formaram um grupo de florestas de altitudes medianas, dispersos em torno da Serra da Mantiqueira no sudeste brasileiro.

Dentre as famílias das espécies indicadoras para este grupo, destacaram-se Asteraceae com três espécies pertencentes aos gêneros *Eremanthus*, *Piptocarpha* e *Vernonanthura*, Euphorbiaceae com duas espécies dos gêneros *Alchornea*, Melastomataceae com duas espécies dos gêneros *Miconia* e *Meriania*, Myrtaceae com duas espécies dos gêneros *Myrcia* e *Siphoneugena* e Vochysiaceae com duas espécies percentecentes ao gênero *Vochysia*. As espécies com maiores valores de indicação para este grupo, apresentaram frequência média entre 21% a 39% dos levantamentos, sugerindo uma grande heterogeneidade florística. Dentre elas, *Protium widgrenii* ocorre nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, em florestas estacionais semidecíduas, florestas de transição do Planalto Atlântico de São Paulo e até em cerrados (Lima & Pirani 2005). *Bathysa australis* que apresenta uma distribuição geográfica mais ampla, desde o Distrito Federal até o Rio Grande do Sul, e ocorre também nas florestas ombrófilas costeiras, preferencialmente no sub-bosque, mas é frequentemente coletada em florestas planálticas (Filho 1999).

Annonaceae, Araliaceae, Asteraceae, Celastraceae, Mominiaceae, Myrsinaceae, Proteaceae, Sabiaceae, Salicaceae, Symplocaceae, foram famílias relativamente ricas neste grupo de florestas montanas, do que nas demais florestas estacionais sub-montanas, similar ao verificado por Oliveira-Filho & Fontes (2000) relacionado ao aumento da altitude. São restritas ao conjunto montanos várias espécies de gêneros preferencialmente ocorrrentes na faixa florestal montana atlântica, como *Daphnopsis brasiliensis*, *Euplassa organensis, Hennecartia omphalandra*, *Meliosma brasiliensis*, *Meliosma itataiaie*, *Meriania claussenii*, *Mollinedia glaziovii*, *Oreopanax fulvus*, *Stephanopodium organense*, *Vochysia schwakeana*. A riqueza de Aquifoliaceae, Chrysobalanaceae e Sapotaceae e a ocorrência de outras espécies deste grupo nas florestas ombrófilas costeiras, denota a influência das florestas costeiras na composição florística das florestas montanas do sudeste, o que diminuiria o número de espécies restritas a este grupo. (Oliveira-Filho & Fontes 2000)

Leitão-Filho (1987) destacou que Fabaceae, Meliaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, nesta ordem, seriam as famílias com maior riqueza nas florestas planálticas do estado de São Paulo. Os levantamentos nas áreas de maior altitude do Planalto Atlântico Paulista realizados posteriormente denotaram diferenças florísticas entre a faixa montana e sub-montana desta região (Meira Neto *et al*. 1989, Grombone *et al*. 1989, Rodrigues *et al*. 1989, Salis *et al*. 1995, Torres *et al*. 1997). Yamamoto *et al*. (2005) constataram haver diferenças significativas na constância relativa de famílias e gêneros entre florestas montanas e submontanas do estado de São Paulo. Essas famílias estão entre as mais ricas tanto nas florestas montanas do sudeste (G5) quanto nas florestas estacionais paulistas (G6). Entretanto, a riqueza de espécies dessas famílias entre esses grupos é bastante diferente. Nas florestas montanas (G5), destacaram-se por ordem riqueza, Myrtaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae, Asteraceae e Solanaceae, enquanto nas florestas estacionais (G6) foram Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Rutaceae e Solanaceae. Apesar da aparente similaridade, a diferenças nas riquezas destas famílias entre esses grupos está entre seis a duas vezes maiores. Melastamotaceae é o exemplo mais significativo com 13 espécies amostradas nas florestas estacionais e 74 espécies nas florestas montanas. Myrtaceae foi duas vezes mais rica nas florestas montanas e Rutaceae nas florestas estacionais sub-montanas, enquanto Fabaceae apresentou riquezas similares entre esses grupos florestais.

As florestas estacionais semidecíduas sub-montanas do estado de São Paulo (G6) e do Paraná (G7) ocorrem em regiões onde a estacionalidade climática é bem marcada, estando submetidas a uma estação seca prolongada (Torres *et al*. 1997, Veloso 1992). Os levantamentos de florestas estacionais do Paraná separaram-se das florestas estacionais de São Paulo nas análises classificatórias, mas suas relações florísticas são fortes, havendo um maior compartilhamento das primeiras com as florestas

ombrófilas mistas devido à proximidade geográfica. Martins (1989) e Torres *et al*. (1997) destacaram a alta diversidade alfa que pode ser observada entre os fragmentos remanescentes destas florestas no estado de São Paulo. Estas florestas representam um grupo com significativa riqueza de espécies e considerável proporção de espécies não-compartilhadas. Sua diversidade de espécies reflete-se na proporção de espécies poucos freqüentes, o que sugeriria também um padrão de distribuição geográfica restrita de suas espécies arbóreas. Entretanto, um considerável número de espécies apresenta freqüências intermediárias a altas que corrobora a suposição de outros autores sobre a distribuição mais ampla das espécies que compõem essas florestas, o que poderia ser esclarecido com estudos de distribuição geográfica dessas espécies (Leitão-Filho 1987, Oliveira-Filho & Fontes 2000).

As florestas semidecíduas de São Paulo apresentaram um número elevado de espécies indicadoras. As espécies com maiores valores de indicação apresentaram de média a alta frequência entre os levantamentos. *Metrodorea nigra* que se destacou pelo maior valor de indicação e alta frequência (76%) nesse grupo ocorre desde o Piauí até o Paraná, sendo aparentemente mais comum nas florestas planálticas de São Paulo (Skorupa & Pirani 2002b). *Almeidea lilacina*, *Conchocarpus pentandrus*, *Esenbeckia febrifuga*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Zanthoxylum tingoassuiba* são exemplos de outras Rutaceae que não estão restritas ao estado de São Paulo, mas ocorrem somente ou preferencialmente em florestas estacionais (Pirani 2002, Skorupa & Pirani 2002a, c). Oliveira-Filho & Fontes (2000) destacaram que as florestas estacionais são compostas também por espécies da floresta ombrófila capazes de tolerar períodos de secas prolongados, mas existem espécies restritas ou apresentam maior abundância nas florestas estacionais, como *Anandenanthera peregrina*, *Balfourodendron riedelianum*, *Bastardiopsis densiflora, Eyrthrina crista-galli, Enterolobium contortisiliquum*, *Lonchocarpus muelbergianus*, *Lueltzelbrugia guaissara*, *Rhamnidium elaeocarpum*, *Sweetia fruticosa*, *Zeyeria tuberculosa* e outras.

No estado de São Paulo, as florestas estacionais semidecíduas foram a formação com maior expressão vegetacional e ocupavam uma extensa área ao longo da Bacia Sedimentar do Paraná em diferentes unidades morfoesculturais (Ross e Moroz 1997). À medida que se adentram em direção ao continente, o aumento da estacionalidade climática e das amplitudes térmicas diárias, ocorre na diminuição na riqueza dessas florestas (Oliveira 2006). Cerqueira *et al.* (2008) verificaram que *Zeyeria tuberculosa* representa uma espécie indicadora de florestas estacionais sub-montanas do Planalto Atlântico e da Depressão Periférica. Um sub-grupo, identificado pela Twinspan, agrupou levantamentos do Planalto Ocidental Paulista e da Depressão Periférica, localizados em altitudes entre 550 m e 700 m, caracterizados pela presença de *Bastardiopsis densiflora*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Machaerium scleroxylum*. O outro sub-grupo foi composto por levantamentos destas

unidades morfoesculturais e um levantamento do Planalto Atlântico, localizado na Serra do Japi (SP-JP2). As altitudes destes levantamentos estiveram entre 520 e 700 metros, excluindo o da Serra do Japi, a 1170 metros. *Duguetia lanceolata* foi a espécie indicada para esta separação, uma espécie que ocorre em florestas e cerrados, desde o nível do mar até 900 metros de altitude (Mass *et al*. 2003).

A distinção entre levantamentos do Planalto Atlântico Paulista dos demais localizados nas unidades morfo-esculturais do estado de São Paulo sugere que a altitude promove mudanças climáticas que permite uma diferenciação florística em torno de 750 metros (Salis *et al*. 1995, Torres *et al*. 1997). Entretanto, a presença de um levantamento do Planalto Atlântico no grupo de florestas estacionais sub-montanas das demais unidades morfo-esculturais sugere que faixas vegetacionais intermediárias podem apresentar espécies de maior frequência nas florestas sub-montanas em florestas estacionais montanas do Planalto Atlântico. Torres *et al.* (1997) destacaram a incidência de geadas e a influência dos solos na distribuição das espécies arbóreas nessas florestas o que promoveria maior similaridade entre fragmentos sobre as mesmas condições edáficas. As condições ambientais e climáticas e a proximidade geográfica são fatores fortemente envolvidos na similaridade florística entre fragmentos das florestas estacionais em São Paulo (Salis *et al*. 1995, Torres *et al*. 1997, Oliveira 2006). A altitude pode ser uma variável de grande importância para a separação indireta de diferentes classes de formação nas florestas estacionais paulistas, mas outros fatores ecológicos estão envolvidos na distribuição dessas espécies arbóreas que controlariam sua presença ou abundância nas florestas estacionais paulistas entre as diferentes unidades geo-morfológicas.

As florestas estacionais do Paraná (G7) apresentaram destacaram-se dentro do grupo de florestas estacionais de São Paulo (G6) na Twinspan. A riqueza de espécies observada foi considerável dado os poucos levantamentos utilizados. Elas apresentaram as maiores porcentagens de espécies com médias e altas frequências, destacando-se como um grupo com composição florística bastante homogênea. Isto pode estar associado à proximidade geográfica destes levantamentos e a redução de espécies ocorrentes nas florestas desta região. *Jacaranda puberula* foi a espécie indicadora para a separação destas florestas, que também apresenta alta frequência nas florestas ombrófilas mistas. As florestas estacionais do Paraná compartilharam um grande número de espécies com as florestas estacionais de São Paulo (G6) e com as florestas montanas do sudeste (G5). Entretanto, a proporção de espécies compartilhadas entre as florestas ombrófilas mistas (G3) com as florestas estacionais do Paraná é maior, do que daquelas com as florestas estacionais paulistas (G6). Leite (2002) citou a ocorrência de 213 espécies arbóreas para as florestas estacionais paranaenses, das quais 20 (9.3%) seriam exclusivas a esta formação na região sul.

Das espécies não-compartilhadas para este grupo, que representaram 7,1%, somente *Cyphomandra corymbiflora*, uma espécie arbustivo-arbórea, é restrita à região sul (Bohs 1994). Enquanto, *Aegiphila mediterranea*, *Bunchosia pallescens*, *Campomanesia eugenioides*, *Eugenia bukartiana*, *Eugenia neoverrucosa*, *Justicia brasiliensis* e *Machaerium hatsbachii* não são restritas somente a região sul, com algumas ocorrendo somente até o estado de São Paulo ou esporadicamente até a Bahia, mas são bastante frequentes na região sul. Todas as espécies com alta frequenência neste grupo são também dispersas em outras formações florestais do Planalto Brasileiro. *Plinia rivularis*, a espécie indicadora para esta formação na região sul, ocorre do Pará até o Uruguai, mas é bastante frequente nas florestas estacionais sulinas (Sobral 2003). *Aspidosperma polyneuron* que ocorre em matas por toda a América do Sul, até na caatinga, predominava nas florestas estacionais sulinas, constituindo de 60% a 80% dos indivíduos do estrato superior destas florestas no sul (Leite 2002, Marcondes-Ferreira 2005). As florestas estacionais do Paraná, mesmo que representadas por poucos levantamentos, apresentam um pequeno número de espécies restritas a região sul, mas correspondem a uma região onde algumas espécies com distribuição mais ampla apresentam elevada freqüência e abundância. Sua proximidade com as florestas ombrófilas mistas proporciona uma mistura de espécies que permite identificá-las com composição florística moderadamente diferente das suas correspondentes no estado de São Paulo.

As variáveis geo-climáticas destacaram-se ao separar claramente as florestas ombrófilas alto-montanas costeiras das demais formações florestais em cotas altitudinais intermediárias do Planalto Atlântico. Os demais agrupamentos florísticos, concordantes com os grupos já reconhecidos por Oliveira-Filho & Fontes (2000), apresentaram-se características climáticas próprias e um grande número de espécies indicadoras. Entretanto, a baixa variância explicada nas análises de ordenação direta pelas varáveis geo-climáticas destaca que estas não explicam totalmente a distribuição geográfica das espécies arbóreas da Floresta Atlântica. Oliveira-Filho & Fontes (2000) também sugeriram que a sazonalidade da precipitação e a temperatura exerceram ao longo do tempo uma forte influência na evolução e especiação na flora arbórea do sudeste do Brasil. Mudanças nos regimes de chuvas e temperaturas durante o Quaternário estariam entre os fatores chaves para determinar estas distribuições (Oliveira-Filho & Fontes 2000).

A presença de florestas de araucária no topo da Serra da Mantiqueira sempre levantou questões sobre a expansão quaternária dessas florestas em direção ao sudeste (Hueck 1972). A alta similaridade florística entre as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar do Paraná e Santa Catarina sugere que estas formações atualmente descontínuas apresentaram um contato maior em algum momento no passado. Várias espécies atualmente restritas às regiões montanhosas no sudeste

apresentam uma distribuição mais ampla na região sul, ou também estão restritas aos topos das montanhas costeiras dessa região e apresentam uma distribuição geográfica disjunta entre essas regiões. Estas espécies, como *Araucaria angustifolia*, talvez possam ocorrer somente em regiões sob climas temperados onde a deficiência hídrica na estação seca é nula, pequena ou moderada (Carvalho 2003).

Dentre as hipóteses que estão envolvidas na explicação de padrões de distribuição geográfica disjuntos, destacamos as que consideram que o táxon apresentava uma ampla distribuição geográfica que foi posteriormente fragmentada e as que consideram os efeitos da dispersão a longa distância (Brown & Lomolino 1998). Mudanças climáticas, que causam fragmentação na distribuição de formações vegetacionais, eficiência da dispersão, extinção de populações intermediárias entre as áreas disjuntas, mudanças geomorfológicas e a influência causada pelo homem estão entre os fatores comumente associados para explicar estas hipóteses (Pielou 1979, Brown & Lomolino 1998, Spellerberg & Sawyer 2000). No caso de espécies montanas a distribuição disjunta pode estar associada a efeitos latitudinais e altitudinais que influenciam na similaridade climática entre áreas numa escala geográfica (Pileou 1979).

O considerável número de espécies compartilhadas entre as florestas alto-montanas do topo da Serra da Mantiqueira, no sudeste, e do topo da Serra do Mar, na região sul, está associado à similaridade climática entre os topo de montanhas litorâneas ao sul do Brasil. A manutenção das populações dessas espécies pode ser explicada por esta similaridade climática, mas a distribuição disjunta de muitas dessas espécies provavelmente está associada às intensas mudanças climáticas observadas durante o Quaternário Tardio no Brasil. Devido ao número considerável de espécies envolvidas no padrão aqui registrado, eventos de dispersão a longa distância podem ter sido menos freqüentes para explicar esta disjunção. Registros palinológicos do Quaternário Tardio ao sul e sudeste brasileiros sugerem que táxons florestais montanos, atualmente freqüentes nas florestas alto-montanas, como *Drimys*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Myrsine*, *Symplocos* e *Weinmannia*, além de *Araucaria* e *Podocarpus,* estiveram presentes em altitudes e em latitudes menores e longitudes maiores no sudeste brasileiro ao longo do UMG (Ledru *et al*. 1996, Salgado-Labouriau 1997, Behling 1998, Behling 2002). A ocorrência dessas espécies tolerantes a um clima mais frio em altitudes menores sugere que estas poderiam ter expandido sua área de ocupação por toda região planáltica do sudeste relacionado à diminuição das temperaturas médias anuais, em detrimento às espécies tropicais atlânticas, que provavelmente tenham se deslocado em direção ao norte (Behling & Negrelle 2001, Behling 2002).

Durante o Último Máximo Glacial, a cerca de 21.000 anos A.P. táxons montanos foram poucos representativos em áreas de altitude ao sul e sudeste brasileiros, havendo grande representatividade de pólen herbáceo, estando provavelmente o clima muito seco (Ledru *et al*. 1998, Behling 2002). Essas

espécies poderiam estar compondo florestas menos extensas em cotas altitudinais mais baixas. Durante a transição entre o Pleistoceno Tardio e o início do Holoceno, o aumento contínuo das temperaturas médias e o re-estabelecimento de maiores índices pluviométricos permitiram a re-ocupação por formações florestais compostas por táxons montanos em áreas de altitudes medianas e mais elevadas (Behling & Lichte 1997, Behling 2002). Um período de intensa seca verificado durante o Holoceno pode ter comprometido novamente as populações de espécies montanas em altitudes medianas, restringindo sua ocorrência somente em áreas de maiores altitudes (Salgado-Labouriau *et al*. 1998). Estes táxons tornam-se novamente representativos, na região planáltica sulina e nas áreas de maior altitude da região sudeste, em datas relativamente recentes, que variam entre 7.000 e 1.000 anos A.P., dependendo da região geográfica, quando as condições climáticas tornam-se bastante similares ao atualmente observado (Ledru *et al*. 1998, Behling 2002).

Atualmente, as florestas ombrófilas densas alto-montanas atlânticas destacam-se como uma formação florestal com estrutura e composição florística diferenciadas das demais formações florestais atlânticas. Apesar de sua menor riqueza, o elevado número de espécies com distribuição geográfica restrita ou endêmicas de uma ou poucas serras, aumenta sua importância biológica e biogeográfica. Elas apresentam táxons ausentes ou com baixa riqueza e abundância nas florestas das cotas intermediárias ou de terras baixas, muitos deles de origem temperada e com centro de dispersão andino (Gentry 1982, Safford 2007). Algumas famílias e gêneros que compõem estas florestas e apresentam alta importância fitossociológica são geralmente pouco freqüentes nas florestas em cotas altitudinais inferiores. As demais florestas alto-montanas interioranas ou do topo do Planalto Atlântico Paulista apresentam táxons observados nas florestas alto-montanas de maiores altitudes ao sul e sudeste, mas apresentam maior proporção de espécies florestais estacionais ou ombrófilas montanas adjacentes.

Variáveis geo-climáticas estão fortemente relacionadas à caracterização e funcionamento ecológico das formações florestas atlânticas. Há um considerável número de espécies arbóreas compartilhadas entre as formações florestais planálticas, mas a alta proporção de espécies não-compartilhadas demonstra a importância das diferentes formações florestais atlânticas para a alta riqueza de espécies arbóreas deste bioma. As formações florestais mésicas têm grande importância na composição florística das formações florestais periféricas, mas a forte substituição florística ao longo de gradientes altitudinais não é linear, e todas as formações florestais apresentam táxons endêmicos e não representam somente um sub-conjunto das formações florestais mais ricas. A altitude tem grande importância na explicação indireta na distribuição das formações florestais atlânticas e permite a ocorrência de novos ambientes à medida que as florestas adentram ao continente. Gradientes altitudinais mais curtos são observados em diferentes regiões do Planalto Brasileiro e apresentam

grande importância para o aumento da diversidade regional ao longo da distribuição da Floresta Atlântica ao sul e sudeste brasileiros. A Serra da Mantiqueira, onde florestas alto-montanas apresentam grande expressão, além de comportar espécies endêmicas ou restritas as florestas densas ou mistas alto-montanas, permite a ocorrência de espécies das florestas estacionais e de florestas ombrófilas montanas, demostrando ser uma área de grande potencial biogeográfico, que permite a manutenção de várias espécies arbóreas ao longo do seu longo gradiente altitudinal.

Tabela 1: Relação dos levantamentos utilizados nas análises de agrupamento e ordenação. EST.: Estado; LAT.: Latitude; LONG.: Longitude. SC: Santa Catarina, PR: Paraná, SP: São Paulo, MG: Minas Gerais, RJ: Rio de Janeiro. E.S.M. = Floresta Estacional Semidecídua Montana; O.D.M. = Floresta Ombrófila Densa Montana; O.D.A. = Floresta Ombrófila Densa Alto-montana. NI: Não informado.

EST.	ÁREA DE ESTUDO	SIGLA	FORM.	ALT.	REFERÊNCIA
MG	Airuoca	MG-AI	O. D. M.	1100	Pereira *et al.* 2006
MG	Bocaina de Minas	MG-BO1	O. D. M.	1135	Pereira *et al.* 2006
MG	Bocaina de Minas	MG-BO2	O. D. M.	1300	Pereira *et al.* 2006
MG	Bocaina de Minas	MG-BO3	O. D. M.	1450	Pereira *et al.* 2006
MG	Camanducaia	MG-CD	O. D. AM.	1900	França & Stehmann 2004
MG	Carrancas	MG-CA	E. S. AM.	1500	Oliveira-Filho *et al.* 2004
MG	Itutinga	MG-IT	E. S. M.	920	Berg & Oliveira-Filho 2000
MG	Lavras	MG-LA	E. S. M.	925	Oliveira-Filho *et al.* 1994
MG	Monte Verde	MG-MV	O. D. AM.	1840-1920	Meireles *et al.* 2008
MG	Ouro Preto	MG-OP	E. S. M.	1280-1450	Werneck *et al.* 2000
MG	Serra do Brigradeiro	MG-SB	O. D. AM.	1410	Ribeiro 2003
MG	Serra do Cipó	MG-CP1	E. S. M.	1200	Meguro *et al.* 1996
MG	Serra do Cipó	MG-CP2	E. S. M.	1200	Meguro *et al.* 1996
MG	Serra do Ibitipoca	MG-IB	O. D. M.	1390-1490	Carvalho *et al.* 2000
MG	Serra Fina	MG-SF	O. D. AM.	2300	Meireles & Shepherd 2008
RJ	Macaé de Cima	RJ-MC1	O. D. M.	1100	Guedes-Bruni 1989
RJ	Macaé de Cima	RJ-MC2	O. D. M.	1100	Guedes-Bruni 1989
RJ	Serra do Itatiaia (Resende)	RJ-IT2	O. D. M.	NI	Guedes-Bruni 1989
RJ	Serra do Itatiaia (B. de Minas)	RJ-IT1	O. D. AM.	1750-1950	Schumm 2006
RJ	Visconde de Mauá	RJ-VMA	O. D. M.	1200	Pereira *et al*. 2006
SP	Angabuta	SP-AG	E. S. SM.	600	Torres 1989
SP	Anhembi	SP-AN	E. S. SM.	500	Cesar & Leitão-Fillho 1990
SP	Atibaia	SP-AT	E. S. M.	1150	Grombone *et al.* 1989
SP	Bauru	SP-BA	E. S. SM.	570	Cavassan *et al.* 1984
SP	Botucatu	SP-BO	E. S. SM.	600	Gabriel 1990
SP	Brotas	SP-BR	E. S. SM.	530	Salis *et al.* 1994
SP	Cajuru	SP-CJ	E. S. SM.	550	Meira-Neto *et al*. 1987 apud Salis *et al*.(1995)
SP	Campinas	SP-CA	E. S. M.	700	Mathes *et al.* 1998 apud Salis *et al*.(1995)
SP	Campinas	SP-SG	E. S. M.	700	Tamashiro *et al*. 1986 apud Salis *et al*. 1995
SP	Campos do Jordão	SP-CJD	O. M. AM.	1500	Los (2004)
SP	Cunha	SP-CH	E. S. M.	1300	Aguiar *et al*. (2001)
SP	Guarulhos	SP-GU	E. S. M.	900	Gandolfi (1991)
SP	Ipeúna	SP-IP	E. S. SM.	600	Mantovani *et al*. (1986) apud Salis *et al*. 1995
SP	Itirapina	SP-IT	E. S. M.	750	K.-Henriques & Joly (1994)
SP	Iporanga - Ribeirão Grande	SP-ITV	O. D. AM.	1000	Neto (2007)
SP	Jaboticabal	SP-JB	E. S. SM.	595	Pinto (1989)
SP	Jaú	SP-JA	E. S. SM.	556	Nicolini (1990)
SP	Mogi Guaçu	SP-MG	E. S. SM.	600	Gibbs & Leitão-Filho (1978)

SP	Mogi Guaçu	SP-MO	E. S. SM.	600	Mantovani *et al*. (1989) apud Salis *et al*.(1995)
SP	Piracicaba	SP-PI	E. S. SM.	600	Catharino (1989)
SP	Porto Ferreira	SP-PF	E. S. SM.	550	Bertoni & Martins (1987)
SP	Rio Claro	SP-RC	E. S. SM.	630	Pagano & Leitão-Filho (1987)
SP	Salesópolis	SP-SL1	E. S. M.	800-1000	Mantovani *et al.* (1990)
SP	Salesópolis	SP-SL2	E. S. M.	800-1000	Mantovani *et al.* (1990)
SP	Salesópolis	SP-SL3	E. S. M.	800-1000	Mantovani *et al.* (1990)
SP	Salesópolis	SP-SL4	E. S. M.	800-1000	Mantovani *et al.* (1990)
SP	Salesópolis - Boracéia	SP-BOR	O. D. AM.	850	Neto (2007)
SP	Santa Rita do Passa Quatro	SP-SR	E. S. M.	700	Martins 1991
SP	Santa Rita do Passa Quatro	SP-SX	E. S. SM.	600	Bertoni *et al*. (1988)
SP	São José dos Campos	SP-SJ1	E. S. M.	740	Silva (1989)
SP	São José dos Campos	SP-SJ2	E. S. M.	790	Silva (1989)
SP	São José dos Campos	SP-SJ3	E. S. M.	840	Silva (1989)
SP	São José dos Campos	SP-SJ4	E. S. M.	890	Silva (1989)
SP	São José dos Campos	SP-SJ5	E. S. M.	1040	Silva (1989)
SP	São Paulo	SP-IB	E. S. M.	700	Struffaldi de Vuono (1985)
SP	São Paulo	SP-SP	E. S. M.	700	Rossi (1987)
SP	São Paulo	SP-CTU	O. D. AM.	800-850	Neto (2007)
SP	Serra da Cantareira	SP-CT	E. S. M.	850-1200	Baitello *et al.* (1992) apud Salis *et al*.(1995)
SP	Serra do Japi	SP-JP1	E. S. M.	1170	Rodrigues *et al.* (1989)
SP	Serra do Japi	SP-JP2	E. S. M.	870	Rodrigues *et al.* (1989)
SP	Teodoro Sampaio	SP-TS	E. S. SM.	600	Baitello *et al*. (1988)
PR	Anhangava	PR-AH1	O. D. AM.	1300-1400	Roderjan (1994)
PR	Anhangava	PR-AH2	O. D. AM.	1200-1300	Roderjan (1994)
PR	Anhangava	PR-AH3	O. D. M.	1000-1200	Roderjan (1994)
PR	Colombo	PR-CL	O. M. M.	920	Silva & Marconi (1990)
PR	Curitiba	PR-CR	O. M. M.	900	Neto *et al*. (2002)
PR	Londrina	PR-LD	E. S. M.	700	Soares-Silva & Barroso (1992) apud Salis *et al*.(1995)
PR	Mãe Catira	PR-MC	O. D. AM.	1590	Koehler *et al*. (2002)
PR	Marumbi	PR-MB	O. D. AM.	1385	Rocha (1999)
PR	Morro Araçatuba	PR-AR	O. D. AM.	1610	Koehler *et al*. (2002)
PR	Morro do Anhangava	PR-AH4	O. D. AM.	1460	Koehler *et al*. (2002)
PR	Morro do Vigia	PR-VG	O. D. AM.	1545	Koehler *et al*. (2002)
PR	Pinhais	PR-PN	O. M. M.	900	Seger *et al*. (2005)
PR	São João do Triunfo	PR-SJT	O. M. M.	780	Sanquetta *et al*. (2002)
PR	Sapopema	PR-SP	E. S. M.	780	Silva *et al*. (1995)
PR	Serra do Salto	PR-AS	O. D. A-M.	1390	Koehler *et al*. (2002)
PR	Telêmeco Borba	PR-TB	E. S. SM.	600	Nakajima *et al*. (1996)
PR	Tibagi	PR-TI	E. S. M.	700	Dias *et al*. (1998)
PR	Ventania	PR-VT	E. S. M.	1000	Estevan (2006)
SC	Caçador	SC-CÇ	O. M. M.	1100	Negrelle & Silva (1992)
SC	Morro da Igreja	SC-MI	O. D. A-M.	1710	Falkenberg (2003)
SC	Serra do Rio do Rastro	SC-SR	O. D. A-M.	1400	Falkenberg (2003)
RS	Criúva	RS-CR	O. M. M.	860	Neto *et al*. (2002a)
RS	São Francisco de Paula	RS-SFP	O. M. S-M.	930	Narvaes *et al.* (2005)

Tabela 2: Riqueza específica das famílias e gêneros dos grupos de formações florestais do sul e sudeste brasileiros identificados pela análise Twinspan (Two Way Indicator Species Analysis).

Família	G1	Família	G2	Família	G3	Família	G4	Família	G5	Família	G6	Família	G7
Myrtaceae	16	Myrtaceae	32	Myrtaceae	42	Myrtaceae	30	Myrtaceae	133	Fabaceae	82	Fabaceae	29
Lauraceae	6	Asteraceae	19	Lauraceae	22	Lauraceae	25	Fabaceae	81	Myrtaceae	67	Myrtaceae	28
Aquifoliaceae	5	Lauraceae	13	Fabaceae	15	Rubiaceae	13	Melastomataceae	74	Rubiaceae	33	Lauraceae	15
Melastomataceae	4	Solanaceae	8	Asteraceae	9	Fabaceae	11	Lauraceae	62	Lauraceae	31	Meliaceae	10
Asteraceae	4	Melastomataceae	8	Rubiaceae	9	Monimiaceae	7	Rubiaceae	43	Euphorbiaceae	30	Salicaceae	9
Myrsinaceae	3	Symplocaceae	7	Salicaceae	9	Melastomataceae	7	Asteraceae	32	Rutaceae	22	Euphorbiaceae	8
Rubiaceae	3	Rubiaceae	6	Solanaceae	9	Myrsinaceae	6	Solanaceae	31	Solanaceae	21	Rubiaceae	8
Cunoniaceae	3	Cunoniaceae	5	Euphorbiaceae	7	Sapotaceae	6	Euphorbiaceae	25	Asteraceae	16	Moraceae	7
Styraceae	2	Aquifoliaceae	5	Aquifoliaceae	6	Annonaceae	6	Sapindaceae	22	Meliaceae	13	Rutaceae	6
Meliaceae	2	Celastraceae	4	Symplocaceae	6	Aquifoliaceae	5	Annonaceae	20	Melastomataceae	13	Solanaceae	6
Polygonaceae	2	Fabaceae	3	Melastomataceae	5	Euphorbiaceae	5	Salicaceae	18	Moraceae	13	Melastomataceae	4
Symplocaceae	2	Euphorbiaceae	3	Myrsinaceae	5	Sapindaceae	4	Monimiaceae	15	Sapindaceae	13	Sapindaceae	3
Proteaceae	1	Myrsinaceae	3	Sapindaceae	5	Proteaceae	3	Vochysiaceae	15	Salicaceae	11	Lamiaceae	3
Celastraceae	1	Salicaceae	3	Annonaceae	4	Malpighiaceae	3	Bignoniaceae	13	Annonaceae	9	Annonaceae	3
Elaeocarpaceae	1	Proteaceae	3	Celastraceae	4	Humiriaceae	3	Sapotaceae	13	Apocynaceae	9	Apocynaceae	3
Theaceae	1	Escalloniaceae	2	Rutaceae	4	Meliaceae	3	Celastraceae	12	Malvaceae	9	Nyctaginaceae	3
Icacinaceae	1	Monimiaceae	2	Monimiaceae	3	Winteraceae	2	Meliaceae	12	Piperaceae	9	Malvaceae	3
Rhamnaceae	1	Annonaceae	2	Sapotaceae	3	Rutaceae	2	Moraceae	12	Bignoniaceae	8	Aquifoliaceae	3
Sapindaceae	1	Poaceae	2	Anacardiaceae	2	Araliaceae	2	Myrsinaceae	12	Boraginaceae	8	Boraginaceae	3
Fabaceae	1	Clethraceae	2	Araliaceae	2	Arecaceae	2	Rutaceae	12	Myrsinaceae	8	Styraceae	2
Gênero	G1	Gênero	G2	Gênero	G3	Gênero	G4	Gênero	G5	Gênero	G6	Gênero	G7
Myrcia	5	*Myrcia*	15	Myrcia	15	*Ocotea*	15	*Eugenia*	40	*Eugenia*	27	*Eugenia*	9
Ilex	5	*Ocotea*	7	Ocotea	9	*Eugenia*	9	*Miconia*	35	*Ocotea*	19	*Ocotea*	8
Ocotea	5	*Solanum*	7	Eugenia	8	*Myrcia*	8	*Ocotea*	33	*Solanum*	14	*Myrcia*	6
Eugenia	4	*Baccharis*	7	Ilex	6	*Mollinedia*	7	*Myrcia*	28	*Myrcia*	13	*Trichilia*	6
Myrsine	3	*Symplocos*	7	Symplocos	6	*Calyptranthes*	5	*Solanum*	18	*Piper*	9	*Ficus*	5
Styrax	2	*Vernonanthura*	6	Casearia	5	*Ilex*	5	*Tibouchina*	18	*Machaerium*	9	*Lonchocarpus*	4
Tibouchina	2	*Ilex*	5	Myrceugenia	5	*Miconia*	5	*Casearia*	13	*Cordia*	8	*Casearia*	4
Miconia	2	*Maytenus*	4	Myrsine	5	*Myrsine*	5	*Mollinedia*	13	*Ficus*	8	*Nectandra*	4
Weinmannia	2	*Miconia*	4	Nectandra	5	*Inga*	3	*Machaerium*	13	*Miconia*	8	*Campomanesia*	4
Symplocos	2	*Myrceugenia*	4	Cinnamomum	4	*Byrsonima*	3	*Gomidesia*	11	*Trichilia*	8	*Machaerium*	4
Coccoloba	2	*Weinmannia*	4	Miconia	4	*Persea*	3	*Inga*	11	*Zanthoxylum*	8	*Inga*	4
Vernonanthura	1	*Siphoneugena*	3	Maytenus	4	*Pouteria*	3	*Leandra*	11	*Croton*	7	*Miconia*	3
Cedrela	1	*Eugenia*	3	Zanthoxylum	4	*Matayba*	3	*Psychotria*	10	*Inga*	7	*Ilex*	3
Podocarpus	1	*Myrsine*	3	Piptocarpha	4	*Nectandra*	3	*Myrceugenia*	10	*Aspidosperma*	6	*Cordia*	3

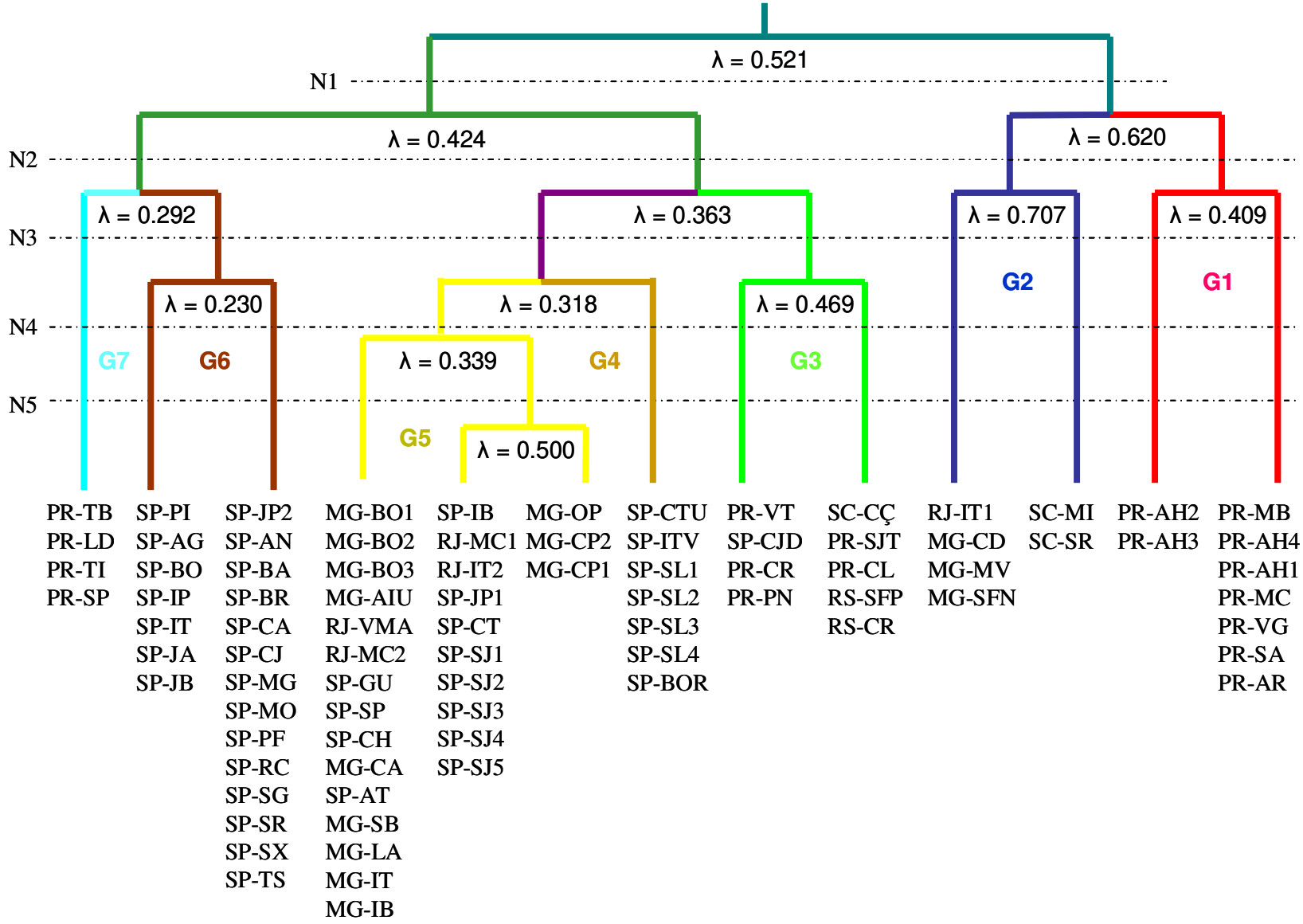


Figura 2: Dendrograma dos grupos indicados pela Twinspan. λ = auto-avlor associado a separação dos grupos; N = nível de separação; G = grupo formado pelo conjunto de levantamentos citados nos terminais dos ramos.

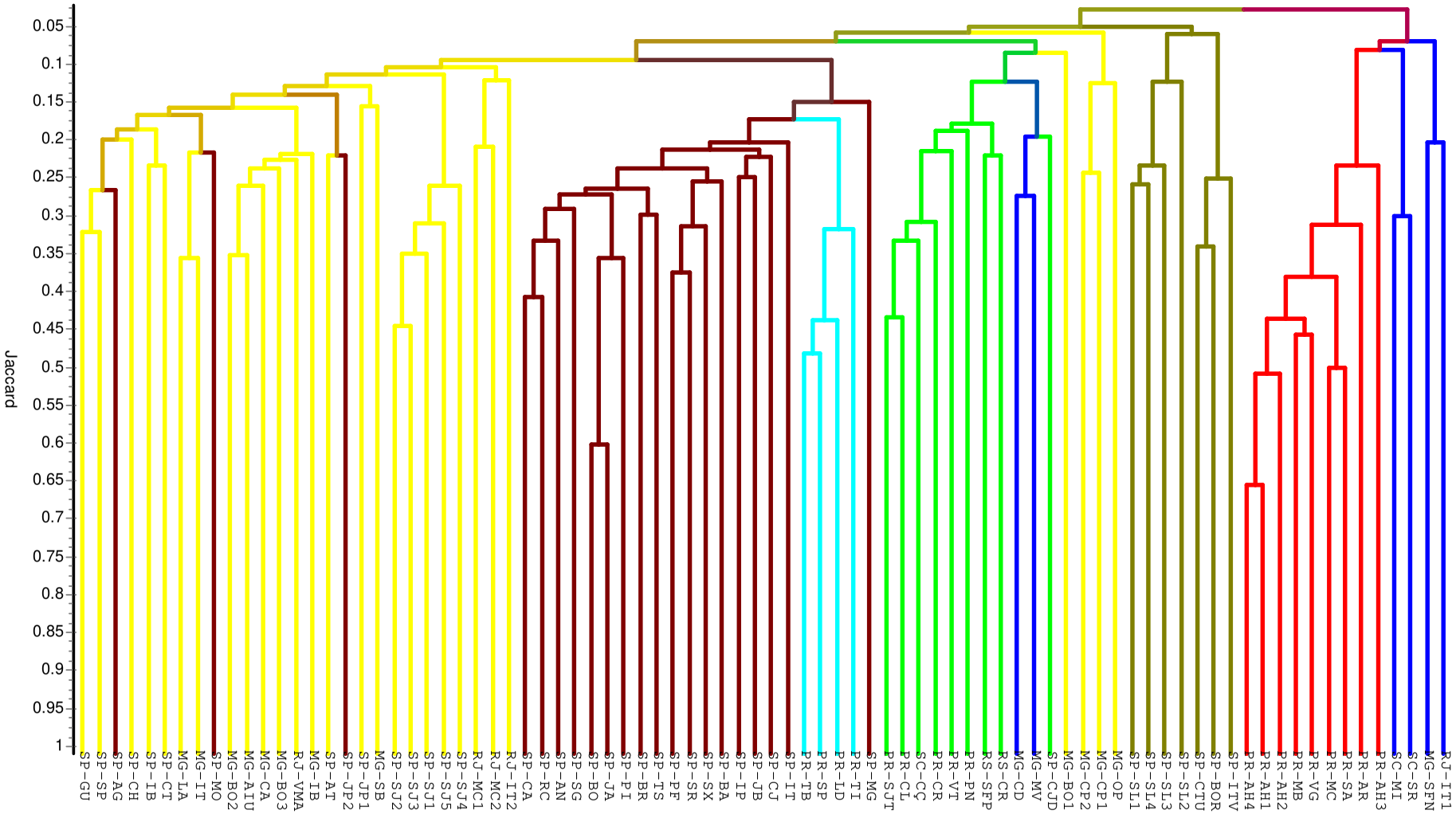


Figura 3: Dendrograma gerado pelo método UPGMA gerado pelos valores de similaridade calculados pelo índice de Jaccard. (cores correspondem aos grupos indicados pela Twinspan e siglas na tabela 1).

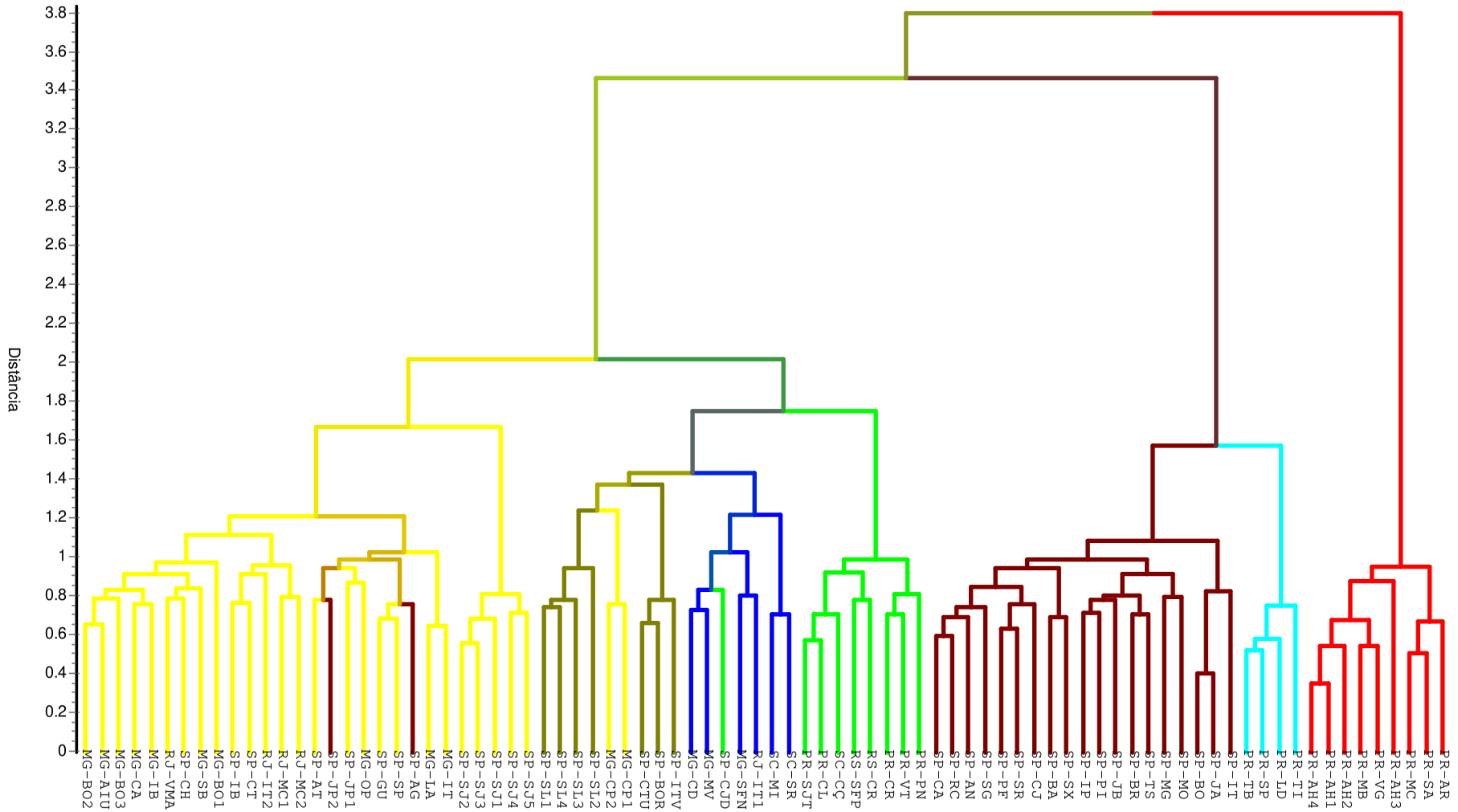


Figura 4: Dendrograma gerado pelo método de Ward, utilizando-se como distância o complemento do índice de Jaccard. (cores correspondem aos grupos indicados pela Twinspan e siglas na tabela 1).

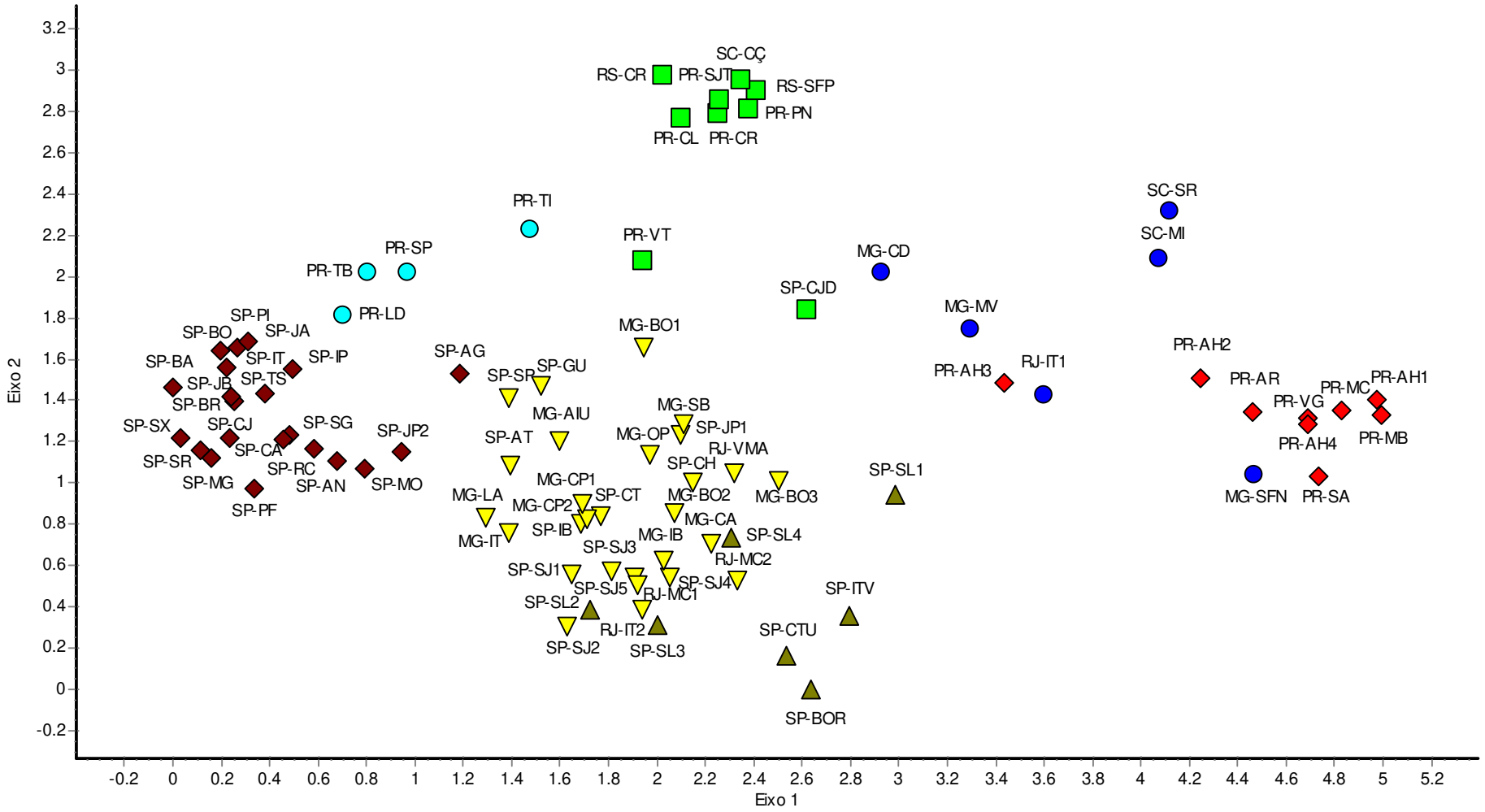


Figura 5: Ordenação dos levantamentos segundo a presença das espécies utilizando-se a DCA (cores e símbolos correspondem aos grupos indicados pela Twinspan).

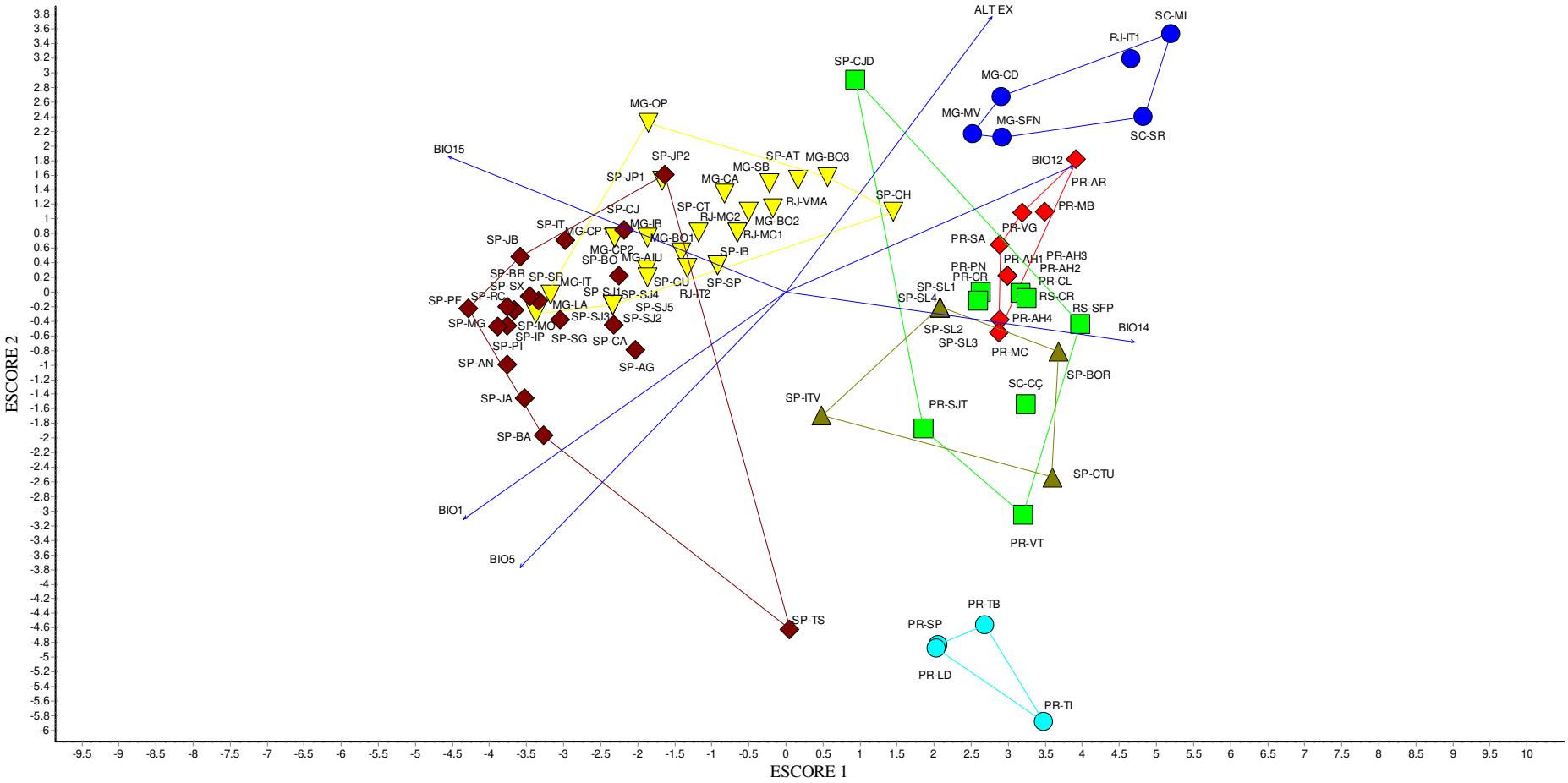


Figura 7: Ordenação dos levantamentos utilizando os escores das variáveis ambientais obtidos pela Análise de Discrimantes. (cores e símbolos correspondem aos grupos indicados pela Twinspan). Alt-ex: Altitude, Bio 1: Temperatura Média Anual, Bio 12: Precipitação Anual, Bio 14: Precipitação no Trimestre mais seco, Bio 15: Sazonalidade da Precipitação.

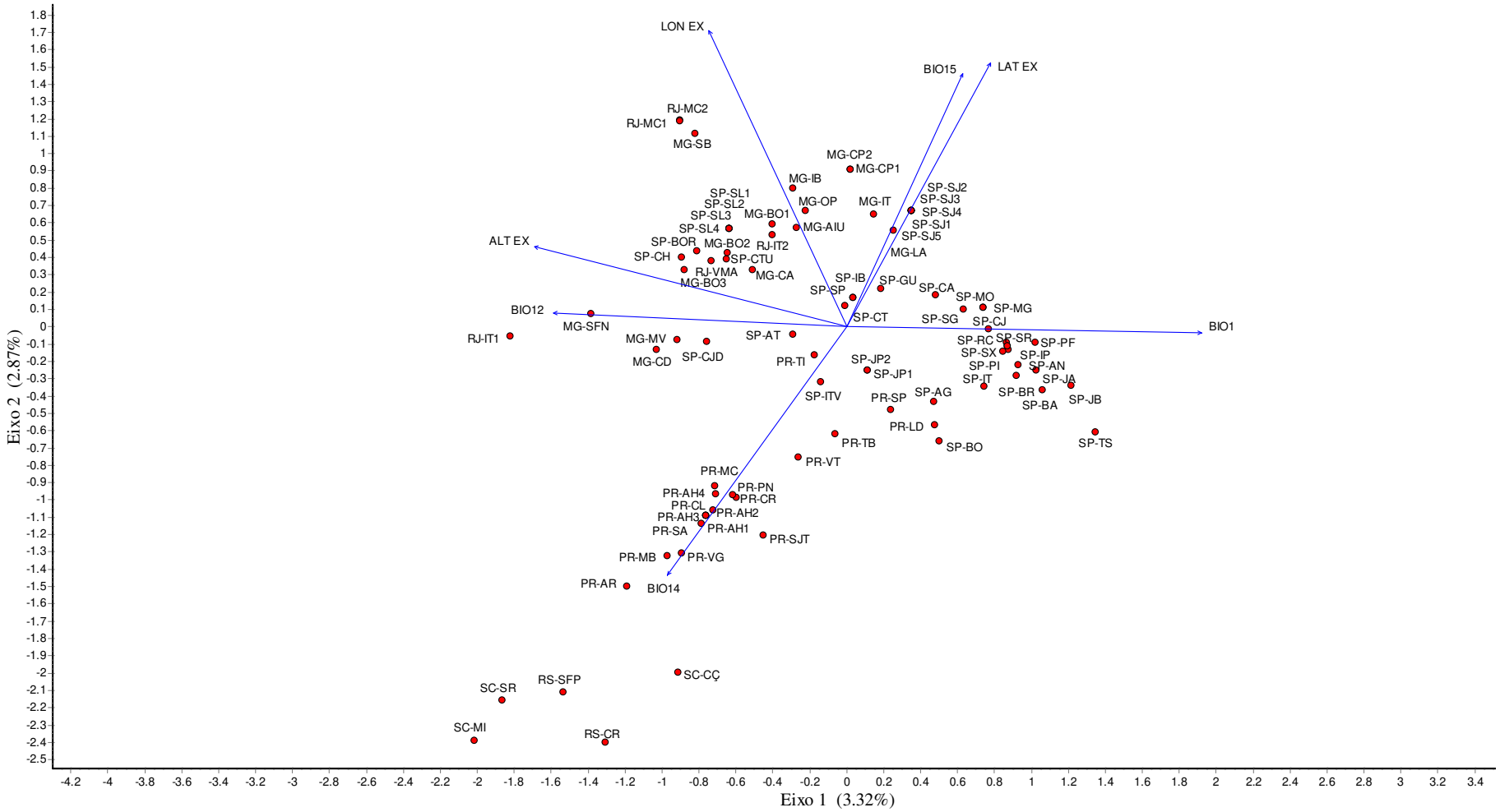


Figura 6: Gráfico de ordenação direta obtido pela CCA, utilizando os escores ambientais para a ordenação dos levantamentos. Alt-ex: Altitude, Lat-ex: Latitude, Long-ex: Longitude, Bio 1: Temperatura Média Anual, Bio 12: Precipitação Anual, Bio 14: Precipitação no Trimestre mais seco, Bio 15: Sazonalidade da Precipitação.

Tabela 2: Relação das espécies indicadoras para os grupos identificados pela Twinspan. * Espécie com frequência acima de 80%; $^{+}$ = espécies restrita ao grupo (não-compartilhada)

Grupo 1 - Florestas Ombrófilas Densas Alto-montanas do Paraná N.L. =09 - N.SP.= 24

**Ocotea catharinensis* (76, 0,0002), $^{+}$*Myrsine altomontana* (67, 0,0002), $^{+}$*Tabebuia catarinensis* (67, 0,0002), *Symplocos corymboclados* (64, 0,0006), **Weinmannia humilis* (63, 0,0006), *Eugenia neomyrtifolia* (60, 0,0008), $^{+}$*Ocotea daphnifolia* (56, 0,0006), **Myrcia obtecta* (52, 0,0004), **Ilex microdonta* (48, 0,0006), **Blepharocalyx salicifolius* (48, 0,0012), *Podocarpus sellowii* (47, 0,0004), **Drimys brasiliensis* (46, 0,001), $^{+}$*Critoniopsis quinqueflora* (44, 0,0004), *Gomidesia sellowiana* (44, 0,0018), **Gordonia fruticosa* (37, 0,0004), $^{+}$*Miconia hyemalis* (33, 0,0062), *Siphoneugena reitzii* (33, 0,0066), $^{+}$*Symplocos paranaensis* (33, 0,0084), $^{+}$*Myrceugenia seriatoramosa* (33, 0,0094), *Clethra uleana* (32, 0,0156), *Maytenus glaucescens* (30, 0,0148), *Ilex amara* (28, 0,0218), *Tibouchina reitzii* (28, 0,0252), $^{+}$*Coccoloba salicifolia* (22, 0,0338).

Grupo 2 - Florestas Ombrófilas Densas Alto-montanas da Mantiqueira e Santa Catarina N.L. = 06 - N.SP.= 33

$^{*+}$*Myrceugenia alpigena* (83, 0,0002), *Symplocos falcata* (57, 0,0014), $^{+}$*Leandra carassana* (50, 0,0006), *Escallonia bifida* (47, 0,001), *Miconia cinerascens* (44, 0,0006), *Myrceugenia ovata* (36, 0,0096), *Meliosma selowii* (35, 0,0088), $^{+}$*Weinmannia organensis* (33, 0,005), $^{+}$*Leandra quinquedentata* (33, 0,007), $^{+}$*Baccharis dentata* (33, 0,0052), $^{+}$*Escallonia laevis* (33, 0,0052), $^{+}$*Tibouchina hospita* (33, 0,0052), *Chusquea mimosa* (33, 0,0056), $^{+}$*Myrceugenia glaucescens* (33, 0,0056), $^{+}$*Symplocos pentandra* (33, 0,0056), *Weinmannia paulliniifolia* (33, 0,0092), $^{+}$*Aureliana fasciculata* (33, 0,0098), *Myrceugenia myrcioides* (33, 0,0122), *Roupala rhombifolia* (32, 0,0096), *Solanum itatiaiae* (30, 0,0098), *Symphyopappus itatiayensis* (30, 0,012), *Tibouchina fothergillae* (30, 0,0122), *Baccharis oreophila* (29, 0,015), *Ilex taubertiana* (29, 0,0292), *Macropeplus dentatus* (27, 0,0188), *Vernonanthura puberula* (27, 0,0214), *Baccharis brachylaenoides* (25, 0,0294), *Rhamnus sphaerosperma* (25, 0,0346), *Drimys angustifolia* (23, 0,0266), *Piptocarpha organensis* (23, 0,0292), *Maytenus boaria* (23, 0,0446), *Mimosa scabrella* (22, 0,0462), *Myrceugenia oxysepala* (20, 0,0466).

Grupo 3 - Florestas Ombrófilas Mistas N.L. = 09 - N.SP.= 26

**Araucaria angustifolia* (72, 0,0002), $^{+}$*Piptocarpha angustifolia* (44, 0,0006), $^{+}$*Scutia buxifolia* (44, 0,0014), *Styrax leprosus* (43, 0,0026), *Casearia lasiophylla* (41, 0,0062), **Sapium glandulosum* (38, 0,0014), *Allophylus edulis* (35, 0,0046), $^{+}$*Myrcia hatschbachii* (33, 0,0074), *Sloanea lasiocoma* (33, 0,0136), *Schinus terebinthifolius* (33, 0,0156), *Cupania vernalis* (32, 0,0118), *Vernonanthura discolor* (30, 0,0114), *Duranta vestita* (30, 0,0142), *Rollinia emarginata* (30, 0,0244), *Matayba elaeagnoides* (28, 0,0222), *Podocarpus lambertii* (28, 0,0338), *Capsicodendron dinisii* (27, 0,0254), *Ilex paraguariensis* (26, 0,0356), *Maytenus evonymoides* (25, 0,0326), *Lithrea molleoides* (24, 0,0344), *Sebastiania brasiliensis* (24, 0,037), *Citronella gongonha* (23, 0,048), *Gomidesia palustris* (22, 0,0332), *Myrsine parvula* (22, 0,0332), $^{+}$*Myrcianthes gigantea* (22, 0,0336), $^{+}$*Dasyphyllum tomentosum* (22, 0,0378).

Grupo 4 - Florestas Ombrófilas Densas Alto-montanas da Serra do Mar de São Paulo N.L. = 07 - N.SP. = 33

Clusia criuva (44, 0,002), $^{+}$*Guatteria martiana* (43, 0,0038), $^{+}$*Alibertia longiflora* (43, 0,004), $^{+}$*Humiriastrum glaziovii* (43, 0,004), $^{+}$*Ormosia minor* (43, 0,004), $^{+}$*Syagrus pseudococos* (43, 0,0046),

Abarema langsdorffii (40, 0,006), *Alibertia myrciifolia* (34, 0,0078), *Ouratea parvifolia* (34, 0,0082), *Ormosia fastigiata* (34, 0,009), *Byrsonima ligustrifolia* (32, 0,0184), *Chionanthus arborea* (31, 0,014), *Weinmannia pinnata* (30, 0,0248), +*Ilex pseudoboxus* (29, 0,0086), +*Mollinedia boracencis* (29, 0,011), +*Calyptranthes glazioviana* (29, 0,0122), +*Humiriastrum dentatum* (29, 0,0122), +*Ocotea venulosa* (29, 0,0122), +*Byrsonima variabilis* (29, 0,0124), *Mollinedia argyrogyna* (29, 0,0128), +*Eugenia squamiflora* (29, 0,0138), +*Eugenia reitziana* (29, 0,0152), *Micropholis crassipedicellata* (29, 0,0184), *Guapira opposita* (28, 0,0006), *Ocotea aciphyla* (28, 0,0328), *Byrsonima myrciifolia* (25, 0,018), *Ocotea pulchella* (25, 0,0198), *Tabebuia umbellata* (24, 0,0266), *Micrandra elata* (24, 0,0304), *Faramea montevidensis* (24, 0,0314), *Myrsine lancifolia* (24, 0,0412), *Chionanthus filiformis* (21, 0,0308), *Cybianthus peruvianus* (21, 0,0478).

Grupo 5 - Florestas Montanas do Sudeste Brasileiro N.L. = 28 - N.SP. = 29

Protium widgrenii (39, 0,005), +*Bathysa australis* (39, 0,0058), *Vochysia magnifica* (36, 0,0068), *Hieronyma alchorneoides* (36, 0,007), +*Geonoma schottiana* (36, 0,0078), *Vitex polygama* (35, 0,012), *Tapirira obtusa* (34, 0,005), *Inga sessilis* (33, 0,0094), +*Rollinia dolabripetala* (32, 0,0082), *Nectandra oppositifolia* (32, 0,0094), *Cecropia glaziovii* (32, 0,012), *Vernonanthura divaricata* (31, 0,0152), *Tovomitopsis saldanhae* (29, 0,0196), *Schefflera calva* (29, 0,029), *Solanum bullatum* (28, 0,019), +*Alchornea sidifolia* (28, 0,0226), **Alchornea triplinervia* (28, 0,0072), *Aspidosperma parvifolium* (28, 0,019), *Cecropia hololeuca* (28, 0,0196), *Cordia sellowiana* (26, 0,046), *Siphoneugena densfilora* (25, 0,0332), +*Picramnia glazioviana* (25, 0,0448), +*Myrcia eriopus* (25, 0,046), +*Miconia inconspicua* (25, 0,0466), +*Eremanthus erythropappus* (25, 0,047), +*Vochysia schwackeana* (25, 0,0472), +*Coussapoa microcarpa* (25, 0,0482), *Piptocarpha macropoda* (23, 0,0462), +*Meriania claussenii* (21, 0,0488).

Grupo 6 - Florestas Estacionais Semidecíduas do estado de São Paulo N.L. = 21 - N.SP. =73

+*Metrodorea nigra* (76, 0,0002), **Cariniana estrellensis* (69, 0,0002), *Guarea guidonia* (68, 0,0002), **Astronium graveolens* (64, 0,0002), *Hymenaea courbaril* (63, 0,0004), **Acacia polyphylla* (62, 0,0002), *Diatenopteryx sorbifolia* (60, 0,0002), +*Aspidosperma ramiflorum* (57, 0,0004), *Centrolobium tomentosum* (55, 0,0004), *Zeyheria tuberculosa* (54, 0,0006), +*Rhamnidium elaeocarpum* (52, 0,0006), +*Enterolobium contortisiliquum* (52, 0,0006), *Protium heptaphyllum* (50, 0,0014), *Trichilia pallida* (50, 0,0004), *Zanthoxylum monogynum* (49, 0,0002), **Croton floribundus* (47, 0,0002), *Galipea jasminiflora* (46, 0,001), *Aloysia virgata* (44, 0,002), *Inga vera* (44, 0,003), **Casearia gossypiosperma* (43, 0,0014), *Cordia americana* (42, 0,0016), **Trichilia catigua* (41, 0,0032), *Gallesia integrifolia* (40, 0,003), *Urera baccifera* (40, 0,0044), *Ceiba speciosa* (40, 0,003), **Chrysophyllum gonocarpum* (40, 0,0032), *Myroxylon peruiferum* (40, 0,0054), *Pilocarpus pauciflorus* (40, 0,006), *Actinostemon klotzschii* (39, 0,0062), *Cariniana legalis* (39, 0,0044), +*Zanthoxylum riedelianum* (38, 0,0038), +*Conchocarpus pentandrus* (38, 0,0042), *Aspidosperma cylindrocarpon* (37, 0,0074), *Guazuma ulmifolia* (37, 0,0078), *Machaerium hirtum* (37, 0,0036), *Celtis iguanaea* (36, 0,0098), *Esenbeckia febrifuga* (37, 0,0072), *Mollinedia widgrenii* (35, 0,0046), *Machaerium villosum* (35, 0,0052), *Savia dictyocarpa* (34, 0,0108), *Copaifera langsdorffii* (33, 0,014), +*Genipa americana* (33, 0,0104), +*Maytenus aquifolia* (33, 0,0066), +*Sweetia fruticosa* (33, 0,0058), *Platypodium elegans* (32, 0,0104), *Jacaratia spinosa* (30, 0,019), *Tabernaemontana hystrix* (30, 0,0148), *Croton urucurana* (29, 0,0124), +*Machaerium vestitum* (29, 0,0288), *Tapirira guianensis* (29, 0,0154), *Terminalia glabrescens* (30, 0,0114), *Cecropia pachystachya* (28, 0,0366), *Cryptocarya moschata* (28, 0,0186), *Duguetia lanceolata* (28, 0,0218), *Bauhinia forficata* (27, 0,0398), *Piptadenia gonoacantha* (27, 0,298), *Piper amalago* (27, 0,0216), *Qualea jundiahy* (27, 0,0234), *Ixora venulosa* (27, 0,0204), *Sebastiania*

commersoniana (26, 0,278), *Ficus pertusa* (25, 0,0344), +*Tabebuia impetiginosa* (24, 0,034), *Eugenia umbelliflora* (24, 0,0408), +*Diospyros inconstans* (24, 0,031), *Ormosia arborea* (23, 0,0486).

Grupo 7 Florestas Estacionais Semidecíduas do Paraná NL. = 04 - N.SP. = 85

**Plinia rivularis* (93, 0,0002), **Machaerium paraguariense* (83, 0,0002), **Ocotea indecora* (82, 0,0002), **Allophylus guaraniticus* (77, 0,0002), +*Aegiphila mediterranea* (75, 0,0004), +*Eugenia neoverrucosa* (75, 0,0002), +*Myrciaria trunciflora* (75, 0,0002), +*Picrasma crenata* (75, 0,0006), *Mollinedia clavigera* (72, 0,0002), *Balfourodendron riedelianum* (72, 0,0002), *Strychnos brasiliensis* (70, 0,0002), **Anadenanthera colubrina* (66, 0,0002), **Peltophorum dubium* (66, 0,0004), *Miconia tristis* (66, 0,0002), *Alseis floribunda* (65, 0,0002), **Chrysophyllum marginatum* (64, 0,0002), *Tabernaemontana catharinensis* (63, 0,0002), *Cestrum intermedium* (62, 0,0002), *Prockia crucis* (60, 0,0006), *Trichilia casarettii* (60, 0,0002), **Trichilia elegans* (59, 0,0002), *Lonchocarpus muehlbergianus* (57, 0,0004), *Piptadenia rigida* (57, 0,0006), **Guarea macrophylla* (57, 0,0002), **Jacaranda puberula* (54, 0,0002), *Lonchocarpus campestris* (54, 0,0006), *Schefflera morototoni* (54, 0,0002), **Aspidosperma polyneuron* (53, 0,0002), *Zanthoxylum caribaeum* (53, 0,0002), **Campomanesia xanthocarpa* (52, 0,008), *Lonchocarpus subglaucescens* (52, 0,0014), +*Machaerium hatschbachii* (50, 0,002), *Solanum lepidotum* (50, 0,001), **Casearia obliqua* (48, 0,0002), *Alchornea glandulosa* (47, 0,0002), *Eugenia blastantha* (46, 0,004), **Nectandra megapotamica* (46, 0,004), *Inga striata* (46, 0,0012), *Ficus enormis* (46, 0,0006), **Endlicheria paniculata* (46, 0,0002), **Machaerium stipitatum* (44, 0,0002), **Sorocea bonplandii* (44, 0,0002), *Apuleia leiocarpa* (43, 0,004), *Styrax acuminatus* (42, 0,004), *Ruprechtia laxiflora* (42, 0,003), *Eugenia racemulosa* (41, 0,0052), *Eugenia ramboi* (41, 0,0044), *Ocotea silvestris* (41, 0,0044), *Ocotea elegans* (41, 0,0006), *Ficus insipida* (40, 0,0036), *Trichilia clausseni* (40, 0,0018), *Banara parviflora* (39, 0,007), *Trichilia pallida* (39, 0,0064), *Chomelia obtusa* (39, 0,0046), *Campomanesia guaviroba* (39, 0,0036), *Maclura tinctoria* (39, 0,0016), *Holocalyx balansae* (38, 0,0044), *Pisonia ambigua* (37, 0,006), *Rollinia sylvatica* (37, 0,0066), *Tetrorchidium rubrivenium* (37, 0,0086), *Inga marginata* (37, 0,0052), *Annona cacans* (36, 0,0066), *Bougainvillea spectabilis* (36, 0,0054), *Calycorectes psidiiflorus* (36, 0,0078), *Hexachlamys itatiaiensis* (36, 0,012), *Solanum sanctaecatharinae* (34, 0,0094), **Casearia sylvestris* (34, 0,0002), **Cedrela fissilis* (33, 0,0002), *Ocotea diospyrifolia* (33, 0,0074), *Erythrina falcata* (31, 0,0118), *Banara tomentosa* (30, 0,0192), *Maytenus ilicifolia* (30, 0,0212), *Syagrus romanzoffiana* (30, 0,0152), *Picramnia ramiflora* (30, 0,0132), *Guarea kunthiana* (28, 0,0176), *Luehea divaricata* (28, 0,0186), *Myrciaria floribunda* (26, 0,036), *Myrsine umbellata* (26, 0,0022), +*Bauhinia longifolia* (25, 0,0478), +*Cyphomandra corymbifolia* (25, 0,0478), +*Persea cordata* (25, 0,0478), +*Eugenia burkartiana* (25, 0,0474), **Cabralea canjerana* (25, 0,0014), *Pseudobombax grandiflorum* (24, 0,0394), *Lonchocarpus cultratus* (23, 0,0382).

Referências Bibliográficas

Aguiar, A.P, Chiarello, A.G., Mendes, S.L. & Matos, E.N. (2005) Os Corredores Central e da Serra do Mar na Mata Atlântica brasileira. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas* (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 119-132. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Conservação Internacional, Belo Horizonte.

Aguiar, O.T., Pastore, J.A., Rocha, F.T. & Baitello, J.B. (2001) Flora fanerogâmica de um trecho da Floresta Densa Secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/Indaiá - Cunha (SP). *Revista do Instituto Florestal*, **13**, 1-18.

Aranha-Filho, J.L.M., Fritsch, P.W., Almeda, F. & Martins, A.B. (2007) A revision of *Symplocos* Jacq. Section Neosymplocos Brand (Symplocaceae). *Proceedings of the California Academy of Sciences*, **58**, 407-446.

Austin, M.P., Cunningham, R.B. & Fleming, P.M. (1984) New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio*, **55**, 11-27.

Baitello. J.B. & Marcovino, J.R. (2003) *Ocotea*. *Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **3**, 179-208.

Baitello, J.B., Pastore, J.A., Aguiar, O.T., Sério, F.C. & Silva, C.E.F. (1988) A vegetação arbórea do Parque Estadual do Morro do Diabo, município de Teodoro Sampaio, estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica*, **1**, 221-230.

Baitello, J.B., Aguiar. O.T., Rocha, F.T., Pastore, J.A., Esteves, R. (1992) Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho da Serra da Cantareira (Núcleo Pinheirinho), SP. Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, p. 291-297.

Behling, H. (1998) Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Paleobotany and Palynology*, **99**, 143-156.

Behling, H. (2002) South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**, 19-27.

Behling, H. & Lichte, M. (1997) Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research*, 48, 348-358.

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* 56, 383-389.

Berg, E.V.D. & Oliveira-Filho, A.T. (2000) Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. *Revista Brasileira de Botânica*, **23**, 231-253.

Bertoni, J.E.A. & Martins, F.R. (1987) Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira. *Acta Botanica Brasílica*, **1**, 17-26.

Bertoni, J.E.A., Martins, F.R., Mores, J.L. & Shepherd, G.J. (1988) Composição florística e estrutura fitossociológica do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP - Gleba Praxedes. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, **42**, 149-170.

Bohs, L. *Cyphomandra* (Solanaceae) (1994) *Flora Neotropica*, **63**, 1-175.

Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998). *Biogeography*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.

Cabrera, A.L. & Willink, A. (1973) *Biogeografia de America Latina*. Programa Regional de Dessarollo Científico y Tecnológico, Washington.

Câmara, I.G. (2005) Breve história da conservação da Mata Atlântica *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas* (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 31-42. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Conservação Internacional, Belo Horizonte.

Carvalho, P.E.R. (2003) *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Embrapa, Brasília.

Carvalho, L.M.T., Fontes, M.A.L. & Oliveira-Filho, A.T. (2000) Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, **149**, 9-22.

Catharino, E.R.M. (1989) *Estudos fisionômicos-florísticos e fitossociologia em matas residuais secundárias do município de Piracicaba.* Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Cavassan, O., Cesar, O & Martins, F.R. (1984) Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, **7**, 91-106.

Cerqueira, R.M., Gil, A.S.B. & Meireles, L.D. (2008) Florística das espécies arbóreas de quatro fragmentos de floresta estacional semidecídua montana na Fazenda Dona Carolina (Itatiba/Bragança Paulista, São Paulo, Brasil). *Revista do Instituto Florestal*, **20**, 33-49.

Cesar, O. & Leitão-Filho, H.F. (1990) Estudo florístico quantitativo da mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, **50**, 443-452.

Coimbra-Filho, A.F. & Câmara, I.G. (1996) *Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil.* Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Rio de Janeiro.

De Oliveira, P.E., Behling, H., Ledru, M.P., Barberi, M., Bush, M., Salgado-Labouriau, M.L., Garcia, M.J., Medeanic, S., Barth, O.M., Barros, M.A. & Scheel-Ybert, R. (2005) Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. *Quaternário do Brasil* (ed. por C.L.G Souza, K. Suguio, A.M.S. Oliveira e P.E. de Oliveira), pp. 52-74. Holos, Ribeirão Preto.

Dias, M.C., Vieira, A.O.S., Nakajima, J.N., Pimenta, J.A. & Lobo, P.C. (1998) Composição florística e fitossociologia do componente arbórreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. *Revista Brasileira de Botânica*, **21**, 183-195.

Digby, P.G.N. & Kempton, R.A. (1987) Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall, Londres.

Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, **67**, 345-366.

Estevan, D.A. (2006) *Florística no município de Ventania*. Tese (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Falkenberg, D.B. (2003) Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Falkenberg, D.B. & Voltolini, J.C. (1995) The Montane Cloud Forest in Southern Brazil. *Tropical Montane Cloud Forest.* (ed. por L.S. Hamilton, J.O. Juvik e F.N Scatena), pp.138-149. Springer-Verlag Inc., New York.

Filho, P.G. (1999) Estudos taxonômicos do gênero *Bathysa* C.Presl (Rubiaceae, Rondeletieae), no Brasil. *Rodriguésia*, **50**, 49-75.

França, G.S. & Stehmann, J.R. (2004) Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **27,** 19-30.

Gabriel, J.L.C. (1990) *Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de mata mesófila semidecídua de encosta do município de Botucatu*. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Júlio de Mesquista, Rio Claro.

Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (2005) Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas* (ed. por C. Galindo-Leal, C. e I.G. Câmara), pp. 3-11. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo. Conservação Internacional, Belo Horizonte.

Gandolfi, S. (1991) *Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de Guarulhos, SP.* Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Garcia, M.J., De Oliveira, P.E., Siqueira, E. & Fernandes, R.S. (2004) A Holocene vegetacional and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 131, 81-199.

Gentry, A.H. (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden*, **75**, 1-34.

Gentry, A.H. (1995) Pattens of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests* (ed. por S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero e J.L. Luteyn) pp. 103-116, The New York Botanical Garden, Nova York

Gibbs, P.E. & Leitão-Filho, H.F. (1978) Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, state of São Paulo, S.E. Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **1**, 151-156.

Gittins, R. (1985) *Canonical Analysis: a review with applications in Ecology*. Springer-Verlag Inc, Berlim.

Giulietti, A.M. & Pirani, J.R. (1988) Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaco Range, Minas Gerais and Bahia, Brasil. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (ed. por P.E. Vanzolini & W.R. Heyer), pp. 39-69. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Grombone, M.T., Bernacci, L.C., Meira Neto, J.A.A. & Leitão-Filho, H.F. (1989) Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia - estado de São Paulo). *Acta Botanica Brasílica*, **4**, 47-64.

Guedes-Bruni. R.R. (1998) *Composição, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas de mata atlântica no Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo. São Paulo.

Hamilton, L.S., Juvik, J.O. & Scatena, F.N. (1995) The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: introduction adn workshoping synthesis. *Tropical Montane Cloud Forest* (ed. por L.S. HAMILTON, J.O. JUVIK, J.O. e F.N. SCATENA), pp.1-23. Springer-Verlag, New York.

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.

Hijmans, R.J., Guarino, L, Jarvis, R.O. & Mathur, P. (2005a) DIVA-GIS versão 5.2.

Hill, M.O. (1979a) *TWINSPAN – a FORTRAN program for arraging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes*. Cornell University, Ithaca.

Hill, M.O. (1979b). *DECORANA — A FORTRAN program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging.* Cornell University, Ithaca.

Hill, M.O. & Šmilauer, P. (2005): TWINSPAN for Windows version 2.3. Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & Ceske Budejovice.

http://www.mobot.org./W3T/search/vast.html.

http://www.scisun.nybg.org:8890/searchdb/owa/wwwspecimen.searchform

Hueck, K. (1972) *As Florestas da América do Sul*. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.

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**, 71-81.

Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A. G, Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A.A., Pott, A., Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. (1999) Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura*, **51,** 331-348.

Klein, R.M. (1960) O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, **12**, 17-45.

Knapp, S. (2002) *Solanum* section Geminata (Solanaceae). *Flora Neotropica*, **84**, 1-404.

Koehler, A., Galvão, F. & Longhi, S.J. (2002) Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. *Ciência Florestal*, **12**, 27-39.

Kotchetkoff-Henriques, O. & Joly, C.A. (1994) Estudo florístico e fitossociológico em uma mata mesófila semidecídua na Serra do Itaqueri, Itirapina, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* **54**, 447-487.

Landrum, L.R. (1981) A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica*, **29**, 1-137.

Ledru, M.P., Braga, P.I.V., Soubiès, F., Fournier, M., Martin, L., Suguio, K. & Turcq, B. (1996) The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 123, 239-257.

Ledru, M.P., Salgado-Labouriau, M.L. & Lorscheitter, M.L. (1998) Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 131-142.

Leitão-Filho, H.F. (1987) Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. *Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*, **35**, 41-46.

Leite, P.F. (2002) Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência & Ambiente* **24**: 51-73.

Lima, L.R. & Pirani, J.R. (2005) Burseraceae. *Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **4**, 163-168.

Los, M.M. (2004) *Florística, estrutura e diversidade da Floresta com Araucária em áreas de diferentes tamanhos.* Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

Luna-Vega, I, Morrone, J.J., Ayala, O.A. & Organista, D.E. (2001) Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution*, **228**, 229-239.

Marcondes-Ferreira, W. (2005) *Aspidosperma*. *Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **4**, p. 39-47.

Martins, F.R. (1989) Fitossociologia de florestas do Brasil, um histórico bibliográfico. *Revista Pesquisas*, **40**, 103-164.

Martins, F.R. (1991) Estrutura de uma floresta mesófila. Editora Unicamp, Campinas.

Mantovani, W. Rodrigues, R.R., Rossi, L., Romaniuc-Neto, S., Catharino, E.L.M. & Cordeiro, I. (1990) A vegetação na serra do Mar em Salesópolis, SP. In: Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, 2, Águas de Lindóia, Anais. São Paulo. v.1. Pp. 348-384.

Mass, P.J.M., Westra, L.Y.T., Chatrou, L.W. & Colaboradores (2002) *Duguetia* (Annonaceae). *Flora Neotropica*, **88**, 1-274.

McCune, B. & Mefford, M.J. (1999) PC-Ord: multivariate analysis of ecological data - version 5. MJM Software Design, Oregon.

McCune, B. & Grace, J.B. (2002) *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Oregon.

Meguro, M., Pirani. J.R., Mello-Silva, R. & Giulietti, A.M. (1996) Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Boletim de Botânica*, **15**, 13-29.

Meira Neto, J.A.A. Bernacci, L.C., Grombone, M.T., Tamashiro, J.Y. & Leitão-Filho, H.F. (1989) Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia, estado de São Paulo). *Acta Botanica Brasílica*, **3**, 51-74.

Meireles, L.D. (2003) Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG. Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Meireles, L.D., Shepherd, G.J. & Kinoshita, L.S. (2008) Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **31**, 559-574.

Morellato, L.P.C. & Haddad, C.F.B. (2000) The Brazilian Atlantic Forest, an introduction. *Biotropica* **32**, 786-792.

Myers, N., Mittermeier, R.A, Mittermeier, C.G, Fonseca, G.A.B. & Kent J. (2000) Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*, **403**, 853–858.

Nakajima, J.N., Soares-Silva, L. Medri, M.E., Goldenberg, R. & Correa, G.T. (1996) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo de florestas ripárias da Bacia do Rio Tibagi, 5. Fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borbra, Paraná. *Arquivos de Biologia e* Tecnologia, **39**, 933-948.

Narvaes, I.S., Brena, D.A. & Longhi, S.J. (2005) Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal*, **15**, 331-342.

Negrelle, R.A.B. & Silva, F.C. (1992) Fitossociologia de um trecho de floresta com Araucaria angutifolia (Bert.) O. Kutze. no município de Caçador-SC. *Boletim de Pesquisa Florestal*, **24/25**, 37-54.

Neto, J.C.M.T.M. (2007) *Relações florísticas, estruturais e ecológicas entre as florestas do topo da Serra do Mar e as florestas de restinga do estado de São Paulo*. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo São Paulo.

Neto, R.M.R., Kozera, C., Andrade, R.R., Cecy, A.T., Hummes, A.P., Fritzsons, E., Caldeira, M.V.W., Maciel, M.N.M., Souza, M.K.F. (2002) Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR - Brasil. *Floresta*, **32**, 3-16.

Neto, R.M.R., Watzlawick, L.F., Caldeira, M.V.W. & Schoeninger, E.R. (2002a) Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS - Brasil. *Ciência Florestal*, **12**, 29-37.

Nicolini, E.M. (1990) *Composição florística do estrato arbóreo em mata mesófila semidecídua no município de Jaú, SP*. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Júlio de Mesquista, Rio Claro.

Nimer, E. (1977a) Clima. *Geografia do Brasil: Região Sudeste*. (ed. por Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), pp. 51-89. SERGRAF, Rio de Janeiro.

NIMER, E. (1977b) Clima. *Geografia do Brasil: Região Sudeste*. (ed. por Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), , pg. 35-79. SERGRAF, Rio de Janeiro.

Oliveira Filho, A.T., Carvalho, D.A, Fontes, M.A.L., Berg, E.V.D., Curi, N. & Carvalho, W.A.C. (2004) Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua altimontana na Chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **27**, 291-309.

Oliveira, R.J. (2006) *Variação da composição florística e da diversidade alfa das florestas atlânticas no estado de São Paulo*. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* **32**, 793-810.

Oliveira-Filho, A.T. Scolforo, J.R.S. & Mello, M. (1994) Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. *Revista Brasileira de* Botânica, **17**, 167-182.

Oliveira-Filho, A.T., Tameirão Neto, E., Carvalho, W.A.C., Brina, A.E., Werneck, M., Vidal, C. & Rezende, S. (2005) Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de Floresta Atlântica *sensu lato* na região das Bacias do Leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). *Rodriguésia*, **56**, 185-235.

Pagano, S.N. & Leitão-Filho, H.F. (1987) Composição florística do estrato arbóreo e mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). *Revista Brasileira de Botânica*, **10**, 37-47.

Pereira, I.M., Oliveira-Filho, A.T., Botelho, S.A., Carvalho, W.A.C., Fontes, M.A.L., Schiavini, I. & Silva, A.F. (2006) Composição florística do componente arbóreo de cinco remanescentes florestais do Maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, **57,** 103-126.

Pielou, E.C. (1979) *Biogeography*. John Wiley & Sons, New York.

Pinto, L.P & Brito, M.C.W (2005) Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução. *Mata Atlântica, biodiversidade, ameaças e perspectivas*. (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 27-30. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Conservação Internacional, Belo Horizonte.

Pinto, M.M. (1989) *Levantamento fitossociológico de uma mata residual: campus de Jaboticabal da UNESP*. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Júlio de Mesquista, Jaboticabal.

Pirani, J.R. & Skorupa, L.A. (2002) Rutaceae. *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo,* **2**, 281-308.

Portes, M.C.G.O. & Galvão, F. (2002) A floresta alto-montana do sul do Brasil: considerações climáticas, pedológicas e vegetacionais. *Cadernos de Biodiversidade*, **3,** 44-50.

Portes, M.C.G.O., Galvão, F. & Koehler, A. (2001) Caracterização florística e estrutural de uma floresta ombrófila densa altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras - PR. *Floresta*, **31**, 22-31.

Rambo, B. (1956) A Flora Fanerogâmica dos Aparados Riograndenses. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*, **7**, 235-298.

Rambo, B. (1951) O elemento andino no pinhal riograndense. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*, **3**, 7-39.

Ribeiro, C.A.N. (2003) *Florística e fitossociologia de um trecho de Floresta Atlântica de altitude da Fazenda da Neblina, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais*. Tese (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Rizzini, C.T. (1979) *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. v. 2, Editora HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Robim, M.J., Pastore, J.A., Aguiar, O. T., Baitello, J.B. (1990) Flora arbóreo arbustiva e herbácea do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. *Revista do Instituto Florestal* **2,** 31-53.

Rocha, M.R.L. (1999) *Caracterização fitossociológica e pedológica de uma floresta ombrófila densa altomontana no Parque Estadual Pico do Marumbi - Morretes. PR*. Tese (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Roderjan, C.V. (1994) A floresta ombrófila densa altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR - Aspectos Climáticos, Pedológicos e Fitossociológicos. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Roderjan, C.V., Galvão, F., Kuniyoshi, Y.S. & Hatschbach, G.G. (2002) As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. *Ciência & Ambiente*, **24,** 75-92.

Rodrigues, R.R., Morellato, L.P.C., Joly, C.A., Leitão-Filho, H.F. (1989) Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, **12**, 71-84.

Ross, J.L.S. & Moroz, I.C. (1997) *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo.* (ed. Laboratório de Geomorfologia – Departamento de Geografia/FFLCH-USP e Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada), pp. 1-63, FFLCH/IPT/FAPESP, São Paulo.

Rossi, L. (1987) *A flora arbóreo-arbustiva da mata da Reserva da Cidade Universitária "Armando Salles Oliveira", São Paulo*. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Safford, H.D. (1999) Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, **26**, 693-712.

Safford, H.D. (2007) Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, **34**, 1701-1722.

Salgado-Labouriau, M.L. (1997) Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. *Journal of Quaternary Science*, **12**, 371-379.

Salgado-Labouriau, M.L., Barberi, M., Ferraz-Vicentini, K.R. & Parizzi, M.G. (1998) A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 115-129.

Salis, S.M. Tamashiro, J.Y. & Joly, C.A. (1994) Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, **17**, 93-103.

Salis, S.M., Shepherd, G.J. & Joly, C.A. (1995) Floristic comparison of mesophytic semideciduous forests of the interior of the state of São Paulo, southeast Brazil. *Vegetatio*, **119**, 155-164.

Sanquetta, C.R., Pizatto, W. Netto, S.P., Filho, A.F., & Eisfeld, R.L. (2002) Estrutura vertical de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no centro-sul do Paraná. *Floresta*, **32**, 267-276.

Santos, A.M.M., Cavalcanti, D.R., Silva, J.M.C. & Tabarelli, M. (2007) Biogeographical relationships amog tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography*, **34**, 437-446.

Scarano, F.R. (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rain forest. *Annals of Botany*, **90**, 517-524.

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*, **80**, 705-717.

Schumm, L. (2006) *Florística, estrutura e aspectos ecológicos de trechos de vegetação em diferentes estádios de sucessão em área de Floresta Atlântica alto-montana no Parque Nacional do Itatiaia, Bocaina de Minas, MG.* Tese (Mestrado). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Escola Nacional de Botância. Rio de Janeiro.

Segadas-Vianna, F. (1965) Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil. I. Altitudinal zonation of the vegetation. *Arquivos do Museu Nacional*, **53**, 7-30.

Seger, C.D., Dlugosz, F.L., Kurasz, G., Martinez, D.T., Ronconi, E., Melo, L.A.N., Bittencourt, S.M., Brand, M.A., Carnitatto, I., Galvão, F. & Roderjan, C.V. (2005) Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no município de Pinhais, Paraná-Brasil. *Floresta*, **35**, 291-301.

Shepherd, G.J. (1995) FITOPAC 1. Manual do usuário. Departamento de Botânica/UNICAMP, Campinas.

Silva, A.F. & Shepherd, G.J. (1986) Comparações florísticas entre algumas matas brasileiras utilizando análise de agrupamento. *Revista Brasileira de Botânica*, **9**, 81-86.

Silva, A.F. (1989) *Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Professor Augusto Ruschi, São José dos Campos, SP*. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Silva, F.C. & Marconi, L.P. (1990) Fitossociologia de uma Floresta com Araucária em Colombo - PR. *Boletim de Pesquisas Florestais*, **20**, 23-38.

Silva, F.C., Fonseca, E.P., Soares-Silva, L.H., Muller, C. & Bianchini, E. (1995) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da Bacia do Rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, Município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasílica*, **9**, 289-302.

Silva, J.M.C. & Casteleti, C.H.N. (2005) Estado da biodiversidade da Mata Atlântica Brasileira. *Mata Atlântica, biodiversidade, ameaças e perspectivas*. (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 3-11. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, Conservação Internacional, Belo Horizonte.

Siqueira, M.F. (1994) *Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários*. Tese (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Skorupa, L.A. & Pirani, J.R. (2002a) *Esenbeckia. Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **2**, 287-291.

Skorupa, L.A. & Pirani, J.R. (2002b) *Metrodorea*. *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **2**, 294-295.

Skorupa, L.A. & Pirani, J.R. (2002c) *Pilocarpus. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, **2**, 296-299.

Sneath, P.H.A. & Sokal, R.R. (1973) *Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. W.H. Freeman, San Francisco.

Sobral, M. (2003) *A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul*. Editora Unisinos, São Leopoldo.

Soderstrom, T.R., Judziewicz, E.J. & Clark, L.G. (1987) Distribution patterns of neotropical bamboos. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (ed. por P.E. Vanzolini & W.R. Heyer), pp. 121-155. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Spellerberg, I.F. & Sawyer, J.W.D. (2000) *An introduction to applied biogeography*. Cambridge University Press., Cambridge.

Struffaldi-de-Vuono, Y. (1985) *Fitossociologia do estrato arbóreo do Instituto de Botânica*. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

Systat (2004) Systat versão 11. Systat Software, Inc., San Jose.

Thomas, W.W., Carvalho, A.M.V., Amorim, A.M.A., Garrison, J. & Arbeláez, A.L. (1998) Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, **7**, 311-322.

Torres, R.B. (1989) *Estudos florísticos em mata secundária da Estação Ecológica de Angatuba, Angatuba (São Paulo).* Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Torres, R.B., Martins F.R. & Kinoshita, L.S. (1997) Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **20**, 41-49.

Valentin, J.L. (2000) *Ecologia Numérica, uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.* Editora Interciência, Rio de Janeiro.

Vázquez G., J.A. & Givnish, T.J. (1998) Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology*, **86**, 999-1020.

Veloso, H.P. (1992) Sistema Fitogeográfico. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira* (ed. por Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), pp. 9-38, IBGE, Rio de Janeiro.

Webb, L.J. (1968) Enviromental relationships of the structural types of Australian Rain Forest Vegetation. *Ecology*, **49**, 296-311.

Werneck, M.S., Pedralli, G., Koenig, R. & Giseke, L.F. (2000) Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecídua na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **23**, 97-106.

Yamamoto, L.F, Kinoshita, L.S., Martins, F.R. (2005) Florística dos componentes arbóreos e arbustivos de um trecho da Floresta Estacional Semidecídua Montana, município de Pedreira, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, **28**, 191-202.

Impactos das mudanças climáticas do Quaternário Tardio na distribuição geográfica de espécies florestais montanas atlânticas

> *"Since plants obtain their water from the soil and not directly from the precipitation, the situation in a habitat with a high ground-water table is the same for plants as in a climate with high precipitation, and in a habitat with porous soil or shallow soil the same as in a climate with little precipitation. This compensatory effect of the habitat, that is to say, of the environmental conditions, in certain biotopes makes it possible for some plants to grow outside their preferred climatic zone.* (H.Walter 1973)"

Resumo

Os efeitos das mudanças climáticas quaternárias sobre a vegetação ao sul do Brasil são ainda pouco conhecidos. O Último Glacial foi um período de temperaturas mais baixas e os registros palinológicos sugerem alternância de fases úmidas e secas que afetaram profundamente a vegetação brasileira. Na Floresta Atlântica um número menor de espécies tolera climas frios e atualmente ocorrem nas florestas de Araucária, florestas alto-montanas e campos de altitude. Foram elaborados modelos de distribuição geográfica potencial para 24 espécies arbóreas ocorrentes em florestas alto-montanas utilizando-se 06 variáveis climáticas para o presente e o algoritmo GARP, que foram projetados em três cenários climáticos do Quaternário Tardio. Dois cenários representam mudanças climáticas para o Último Máximo Glacial (21 Ka A.P.) e outro um momento durante o Último Inter Glacial (135 Ka A.P.). Objetivamos verificar se o padrão atual de distribuição dessas espécies pode estar associado às mudanças climáticas quaternárias e se o processo de reorganização das formações vegetacionais pode estar associado à similaridade florística observada entre áreas de ocorrência de florestas alto-montanas descontínuas ao sul do Brasil. Os modelos para o presente demonstraram alta variação na área favorável para a ocorrência potencial entre as espécies modeladas, mas foram congruentes em denotar a importância indireta da altitude nas condições climáticas determinantes para sua distribuição geográfica. Para o UMG, os dois cenários climáticos projetaram áreas de ocupação distintas, mas foram congruentes em denotar uma maior dispersão pelo Planalto Brasileiro e as áreas de potencial ocorrência deslocadas em direção ao centro-oeste e ao norte da distribuição atual. Algumas áreas de ocorrência atual de florestas alto-montanas, não foram favoráveis para sua ocorrência durante o UMG, como a Serra da Mantiqueira e a Bocaina, na região sudeste e a borda da Serra Geral, entre Santa Catarina e o Rio Grande do Sul, na região sul. Estas projeções sugeriram que o limite altitudinal inferior favorável para a ocorrência dessas espécies possa ter sido reduzido durante o UMG. O cenário para o UIG sugeriu maior conectividade entre áreas florestaIs compostas por essas espécies entre a região sul e sudeste. Os registros palinológicos demonstraram que espécies arbóreas montanas ocorreram em latitudes baixas desde o início do Último Glacial (120 ka a 70 ka A.P.),

quando são registrados os primeiros indícios de importantes mudanças vegetacionais ao sul do Brasil. Formações campestres podem ter dominado a paisagem e formações florestais teriam sido menos contínuas e restritas á algumas regiões. O Último Máximo Glacial (21 ka A.P) representou um período bastante seco ao sul do Brasil e promoveu o deslocamento das espécies florestais montanas para altitudes mais baixas. A floresta ombrófila da encosta também teria sofrido intensas mudanças na sua composição florística e na sua representatividade ao sul do Brasil. As áreas de atual ocorrência de florestas compostas por táxons florestais montanos adaptados à climas mais frios representam uma re-ocupação das áreas de altitude devido ao aumento da temperatura e precipitação que ocorreu entre o Pleistoceno e início do Holoceno, e promoveu o deslocamento das florestas montanas aos topos das cadeias montanhosas do leste do Brasil.

Palavras Chaves: Quaternário Tardio, Floresta Atlântica, Florestas alto-montanas, Mudanças vegetacionais, Modelagem de Nicho Ecológico

Abstract

The effects of Quaternary climate change on vegetation in southern Brazil are still little known. The Last Glacial was a period of cooler temperatures and the palynological records suggest alternating between wet and dry phases that affected profoundly the brazilian vegetation. In the Atlantic Forest few species are cold-adapted and today occur in Araucaria and upper-montane forests and high-altitude grasslands. Models of potential geographical distribution of 24 montane tree species were constructed with the GARP algorithm using 06 climatic variables for the present and were projected in three climate distinct scenarios for the Late Quaternary. Two scenarios represented the climate for the Last Glacial Maximum (21 ka B.P.) and other for the Last Inter Glacial (135 Ka B.P.). We aimed to verify if the current pattern of distribution of these species may be reflect Quaternary climatic changes and if the process of vegetation reorganization may be associated with floristic similarity observed between discontinuous areas of upper montane forests in the south of Brazil. The models showed great variation in the potential occurrence of species, but were consistent in denoting the indirect importance of altitude in the climatic conditions to determine their geographical distribution. For the LGM, the two climate scenarios projected distinct areas of occupation for these species, but were consistent in denoting a greater dispersion by the Brazilian Plateau and that the areas of potential occurrence displaced toward for the center-west and north region of their current distribution. Some areas of current occurrence of upper montane forests were not favorable for its occurrence during the

LGM, as the Serra da Mantiqueira and Serra da Bocaina, in the southeast region, and the edge of the Serra Geral, between Santa Catarina and Rio Grande do Sul, in southern region. These projections suggested that the lower altitudinal limit favorable for the occurrence of these species may have been reduced during the LGM. The Last Inter Glacial scenario suggested greater connectivity between areas of these forests composed cold-adapted species between the south and southeast region. The palynological records showed that montane tree species occurred in low latitudes since the beginning of the Last Glacial (120 ka to 70 ka B.P.), when there were the first indications of vegetational changes in southern Brazil. Grassland formations may have dominated the landscape and forests have been less continuous and restricted to specific regions. The Last Glacial Maximum (21 ka B.P.) has been a very dry period in southern Brazil and promoted the displacement of the montane tree species to lower altitudes. The Tropical Rain Forest also been had marked changes in floristic composition and in its occurrence in the south of Brazil. The areas where forests composed by cold-adapted species occurs today represents a reoccupation of the altitude areas due to increased temperature and precipitation that occurred between the Pleistocene and early Holocene, and promoted the displacement of montane forests to the tops of the mountains of eastern Brazil.

Key-words: Late Quaternary, Atlantic Forest, Upper montane forest, Vegetation changes, Ecological Niche Modelling

Introdução

O Quaternário Tardio foi marcado por intensas flutuações climáticas que promoveram mudanças na distribuição e representatividade das formações vegetacionais por toda a América do Sul (Hooghiemstra *et al*. 2000, Hooghiemstra *et al*. 2002, De Oliveira *et al*. 2005). A distribuição da Floresta Atlântica durante o Quaternário Tardio é praticamente desconhecida havendo extensas lacunas sobre a distribuição e a representatividade principalmente de suas formações florestais (Behling & Lichte 1997, Behling & Negrelle 2001). A Floresta Atlântica representa o principal bioma ao leste do Brasil e está composta por formações florestais e campestres que apresentam uma distribuição condicionada por fatores climáticos e edáficos (Joly *et al*. 1999). Os estudos da distribuição atual das formações florestais atlânticas baseiam-se principalmente nas relações entre a distribuição de espécies arbóreas, a partir de levantamentos locais, associados às variáveis geo-climáticas. A altitude, estacionalidade, temperatura média anual, distância do oceano, longitude e latitude estão entre as principais variáveis que descrevem a maior parte da variação observada para a distribuição das suas formações florestais (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Scudeller *et al*. 2001). Entretanto, estas variáveis indiretas não descrevem de forma adequada as condições climáticas que espécies seriam capazes de tolerar (Austin *et al*. 1984). Mudanças climáticas influenciam de forma distinta a distribuição de cada espécie e das associações vegetais existentes em determinado momento, que podem não ter correspondentes florísticos atuais (Willians *et al*. 2004).

No Brasil, os primeiros estudos paleovegetacionais foram realizados na Floresta Amazônica e posteriormente expandiram-se para os demais biomas brasileiros (Salgado-Labouriau 1997, Behling 1998, De Oliveira *et al*. 2005). Na Floresta Atlântica, os registros palinológicos são ainda escassos e limitam-se principalmente às regiões planálticas e de maiores altitudes do sul e sudeste brasileiros, com poucos registros em áreas litorâneas e florestais interioranas. As amostras variam quanto à escala temporal, com poucas datadas para o Pleniglacial Superior e o Último Máximo Glacial e concentram-se entre o Pleistoceno Tardio e início do Holoceno (Salgado-Labouriau 1997, Behling 1998, Behling 2002, De Oliveira *et al.* 2005). Os registros evidenciam um alto grau de complexidade das variações climáticas e destacam assimetrias climáticas entre regiões geográficas distintas e maior similaridade entre áreas na mesma faixa latitudinal (De Oliveira *et al*. 2005). Intensas mudanças na distribuição das formações vegetacionais no Planalto Brasileiro foram observadas, com substituição de tipos vegetacionais mesmo ao longo de um curto espaço temporal em vários dos registros analisados, extrapolados principalmente a partir da concentração ou proporção de táxons herbáceo-campestres versus táxons arbóreo-florestais (Salgado-Labouriau 1997, Behling 1998, Ledru *et al*. 1998, Behling 2002, Ledru *et al*. 2005).

O Último Máximo Glacial (UMG), a cerca de 21.000 anos antes do presente (A.P.), representou uma época fria que intensificou a freqüência das massas de ar polar ao sul da América do Sul (Hooghiemstra *et al*. 2000, Behling 2002). Houve grandes mudanças na concentração dos gases de efeito estufa, nos níveis dos oceanos e das calotas de gelo glacial e estima-se que a temperatura teria sofrido uma redução em torno de 5°C a 7°C nas terras baixas sul-americanas (Stute *et al*. 1995, Heine 2000, Otto-Bliesner *et al*. 2006, Behling 2002). O que realmente aconteceu com a vegetação na América do Sul durante este período é ainda bastante debatido e os registros polínicos existentes são ainda esparsos comparados à vasta área desta região (Ledru *et al*. 1998, Heine 2000, Hooghiemstra *et al*. 2000). Registros palinológicos do Brasil Central, entre 35.000 a 26.000 anos A.P. até cerca de 22.900 anos A.P., sugerem que o clima estaria frio e úmido, e táxons florestais montanos estiveram presentes em formações arbóreo-arbustivas. Entre 22.000 a 18.000 anos A.P., a umidade e a temperatura diminuíram e formações abertas tornaram-se freqüentes na paisagem (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996, Salgado-Labouriau 1997, Barberi *et al*. 2000). Para o sul e sudeste do Brasil, os registros polínicos sugerem que durante o Pleniglacial Superior, a partir de 35.000 e o final do Último Máximo Glacial, a 21.000 anos A.P., o clima estava frio e seco, e formações florestais podem ter sido pouco representativas nas áreas planálticas e de maiores altitudes ao sul e sudeste do Brasil (Behling 1998, Behling 2002). Na costa atlântica de Santa Catarina, campos e florestas compostas por táxons tolerantes ao frio ocorreram à cerca de 26.000 A.P. (Behling & Negrelle 2001).

Táxons indicadores de climas frios na América do Sul são freqüentes em concentrações e proporções variáveis nos registros palinológicos desde o Pleniglacial Superior nas diferentes amostras do Planalto Brasileiro, como *Araucaria*, *Drimys*, *Hedyosmum*, *Podocarpus*, *Ilex*, *Symplocos*, *Weinmannia* (Ledru 1993, Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996, Behling 1997, Barberi *et al*. 2000, Behling *et al*. 2002, Behling *et al*. 2004). Estes táxons ocorrem atualmente em florestas montanas atlânticas, mas apresentam maior representatividade florística e estrutural nas florestas ombrófilas alto-montanas (Falkenberg & Voltolini 1995, Koehler *et al*. 2002, França & Stehmann 2004, Meireles *et al.* 2008). Essas florestas apresentam-se atualmente ilhadas nos topos das montanhas litorâneas da costa atlântica e em algumas montanhas interioranas ao sul e sudeste do Brasil (Falkenberg & Voltolini 1995, Carvalho *et al*. 2000, Koehler *et al*. 2002). Elas tipicamente ocorrem em uma faixa altitudinal relativamente curta onde as condições atmosféricas são fortemente influenciadas pela presença persistente, freqüente ou sazonal da neblina, ocorrendo em altitudes variáveis dependente do contexto regional (Hamilton *et al*. 1995). Geralmente ocorrem sob climas temperados e as espécies que as compõem toleram condições ambientais adversas como alta freqüência de geadas, temperaturas baixas, solos ácidos e com baixa ciclagem de nutrientes (Portes &

Galvão 2002). Essas florestas geralmente apresentam um considerável número de espécies endêmicas ou com distribuição geográfica restrita (Koehler *et al*. 2002, Falkenberg 2003, Meireles *et al*. 2008). Entre alguns trechos de florestas ombrófilas alto-montanas do sul e sudeste brasileiros uma alta similaridade florística pode ser observada demonstrando haver similaridades climáticas entre essas áreas e sugerindo que possa ter ocorrido um contato maior entre elas.

Modelos de distribuição geográfica potencial de espécies baseados em registros de presença de espécies têm sido uma importante ferramenta para estudos biogeográficos, ecológicos, evolutivos e conservacionistas (Guisan & Zimmermann 2000, Anderson *et al*. 2003). Em regiões onde a informação sobre a distribuição geográfica de espécies ainda é escassa ou incompleta, os modelos gerados por algoritmos, baseados em pontos de presença, têm demonstrado boa capacidade em predizer a distribuição conhecida da espécie (Peterson 2001, Anderson *et al*. 2003). Estes algoritmos baseiam-se no conceito de nicho ecológico fundamental de espécies, um dos determinantes ecológicos da distribuição geográfica de uma espécie; e modelado permite visualizar as condições climático-ecológicas adequadas para a manutenção de populações de uma espécie no espaço geográfico (Anderson *et al*. 2003). Os algoritmos executam extrapolações entre os pontos de ocorrência conhecidos e as variáveis ambientais para identificar as áreas com condições ambientais adequadas para a ocupação de determinado táxon, dando uma medida da probabilidade das condições ambientais adequadas para a manutenção de populações da espécie e não de sua probabilidade de ocorrência (Beauvais *et al*. 2004, Sóberon & Peterson 2005). Dentre as principais habilidades destes algoritmos, destacamos a capacidade de espacializar as condições climáticas favoráveis para a ocorrência da espécie alvo, identificar outras áreas ou regiões onde esta possa residir, e projetar em cenários climáticos alternativos onde esta poderia ocorrer, além de elaborar mapas de distribuição potencial que podem vir a representar a possível área de ocupação desta espécie (Anderson *et al*. 2003, Beaumont *et al*. 2005, Peterson & Nyári 2007).

Bases climáticas para o Quaternário Tardio vêm sendo disponibilizadas em resoluções cada vez mais precisas e, aliadas aos algoritmos de modelagem de distribuição geográfica potencial de espécies, apresentam grande potencial para testar e gerar hipóteses biogeográficas. A distribuição geográfica descontínua das florestas alto-montanas e o considerável número de espécies compartilhadas entre elas sugerem que a área de ocupação das espécies que as compõem deve ter sido em algum momento maior do que a observada atualmente e que não somente dispersão à longa distância tenha sido o principal evento envolvido na distribuição das espécies montanas e que mudanças climáticas podem estar envolvidas nos padrões observados. Nós objetivamos analisar a distribuição geográfica potencial de espécies florestais montanas atlânticas para testar como estas

responderiam às mudanças climáticas quaternárias ao sul do Brasil através da projeção do seu envelope climático atual. Como mudanças climáticas do Quaternário estão associadas ao padrão atualmente observado da distribuição geográfica dessas florestas e de suas espécies? Poderiam essas espécies ter apresentado uma distribuição mais ampla do que observado atualmente? Que regiões em cenários climáticos mais frios apresentariam condições para a ocorrência dessas espécies? Estas espécies poderiam ter constituído formações florestais análogas às florestas montanas observadas atualmente nas montanhas litorâneas ao sul do Brasil em algum momento do Quaternário? Onde estas florestas poderiam se formar?

Materiais e Métodos

Escolha das espécies e obtenção dos pontos de ocorrência

Vinte e quatro espécies (Tabela 1) foram selecionadas por ocorrerem em florestas ombrófilas alto-montanas e montanas do sul e sudeste brasileiros e pertencerem, na sua maioria, a gêneros presentes nos registros palinológicos do Quaternário Tardio no Brasil. Essas espécies ocorrem preferencialmente nas formações florestais montanas da região sul e sudeste do Planalto Brasileiro e algumas se distribuem desde as restingas arbóreas litorâneas até as florestas ombrófilas em altitudes elevadas na Floresta Atlântica. Algumas espécies ocorrem em florestas estacionais semidecíduas planálticas e em florestas de galeria no Bioma Cerrado. Para a obtenção das localidades de ocorrência das espécies foram consultados os Herbários UEC, SPF, JBRJ, MBML, bancos de dados on-line (www.spcieslink.cria.org.br, www.mobot.org/W3T, www.nybg.org, www.darwin.edu.ar) e literatura especializada, como: a Flora do Estado de São Paulo, a Flora Neotropica e a Flora Ilustrada Catarinensis e revisões taxonômicas. As localidades foram georreferenciadas através do site www.splink.cria.org.br/geoloc, utilizando as coordenadas para os municípios segundo o IBGE. Para algumas localidades de ocorrência, as coordenadas geográficas foram deslocadas utilizando-se um mapa de altitude com resolução de ~5 km, no programa Diva 5.2 (Hijmans *et al*. 2005). Procuramos realocar os pontos em altitudes que permitissem a ocorrência dos tipos vegetacionais onde estas espécies foram coletadas. Para tanto as observações sobre os locais de coleta das espécies precisaram ser analisadas caso a caso. Principalmente para os municípios localizados na encosta atlântica, onde o relevo é bastante acidentado o georreferenciamento pelo ponto geodésico do município pode não corresponder ao tipo vegetacional em que as espécies poderiam manter populações, distorcendo as condições climáticas sob as quais ocorreriam.

Tabela 1: Espécies utilizadas na modelagem de distribuição geográfica potencial. Pontos: Número de pontos utilizados na elaboração dos modelos. Distrib.: Regiões sócio-econômicas do território brasileiro onde as espécies ocorrem; S: sul, SE: sudeste, CO: centro-oeste; NE: nordeste, CS: países do Cone Sul, Argentina, Paraguai e Uruguai. Formações vegetacionais: F.O.Densa: Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto-montana; F.O.Mista: Floresta Ombrófila Mista (Florestas de Araucária); F.E.Semid.: Floresta Estacional Semidecídua; F.Galeria: Florestas de Galeria (Bioma Cerrado); Restinga: Floresta Ombrófila de Terras Baixas. * Espécies indicadoras de florestas alto-montanas atlânticas.

Espécies	**Pontos**	**Distrib.**	**Principais Formações**
Aspidosperma olivaceum	37	SESNE	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid.
*Drimys brasiliensis**	89	SESNECO	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid., F. Galeria, Restinga
*Escallonia bifida**	60	SES (CS)	F.O.Densa, F.O.Mista
*Ilex microdonta**	41	SES	F.O.Densa, F.O.Mista, Restinga
*Ilex taubertiana**	21	SES	F.O.Densa, F.O.Mista
Lamanonia ternata	106	SESNECO	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid., F.Galeria,
*Meliosma sellowii**	24	SES	F.O.Densa. F.E.Semid
Miconia ramboi	20	S	F.O.Densa, F.O.Mista
Miconia sellowiana	71	SESCO	F.O.Densa, F.Galeria, F.E.Semid.
Mollinedia clavigera	28	SES	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid.
*Myrceugenia alpigena**	48	SESNECO	F.O.Densa
*Myrceugenia myrcioides**	75	SES	F.O.Densa, F.O.Mista
Myrcia arborescens	30	SES	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid.
Myrsine gardneriana	107	SESNECO	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid.
Oreopanax fulvum	27	SES	F.O.Densa, F.O.Mista
Podocarpus lambertii	41	SESNE	F.O.Densa, F.O.Mista
*Roupala rhombifolia**	32	SESNE	F.O.Densa, F.E.Semid.
Schefflera calva	25	SES	F.O.Densa, F.E.Semid.
Solanum cassioides	19	SES	F.O.Densa, F.O.Mista
*Symplocos corymboclados**	13	SES	F.O.Densa, F.O.Mista
*Symplocos falcata**	22	SE	F.O.Densa
Tabebuia alba	62	SES (CS)	F.O.Densa, F.O.Mista, F.E.Semid.
*Tibouchina fothergillae**	42	SES	F.O.Densa, F.E.Semid.
*Weinmannia humilis**	19	SES	F.O.Densa

Modelagem

O GARP (*Genetic Algorithm for Rule-set Production* - Stockwell & Noble 1992 – Algoritmo Genético para a Produção de Conjunto de Regras) é um algoritmo genético que gera uma série de regras através de uma pesquisa iterativa por correlações não-aleatórias entre as localidades de ocorrência da espécie e o conjunto dos parâmetros ambientais no intuito de melhor resumir os fatores relacionados à ocorrência da espécie alvo modelada no espaço geográfico (Anderson *et al*. 2003). Algoritmos genéticos constituem uma classe de aplicações de inteligência artificial e utilizam conceitos inspirados em modelos genéticos e evolutivos. Os modelos preditivos consistem de um conjunto de regras condicionais definidas como “se-então” que descrevem o nicho climático-

ecológico fundamental da espécie em estudo (Stockwell & Peters 1999). Eles utilizam processos heurísticos para solucionar o problema proposto executando uma ampla varredura através do espaço geográfico na busca de soluções refinadas que apresentem os melhores valores de aptidão para a predição de ocorrência da espécie alvo. Os pontos de ocorrência conhecidos são divididos em pontos treino e teste intrínseco e extrínseco: 50% dos pontos são utilizados para validação extrínseca do modelo, 25% utilizados como pontos treino e 25% como pontos teste para validação intrínseca dos modelos. Dois conjuntos de pontos de pseudo-ausência são gerados, um em conjunto com os pontos treino e de teste intrínsecos, para gerar os modelos, e outro gerado aleatoriamente, para avaliar a acurácia intrínseca do modelo. As regras são formadas por expressões matemáticas oriundas de outros algoritmos (regra atômica, regressão logística, envelope bioclimático e envelope climático de faixa negada). O GARP então aplica um processo iterativo de seleção de regras, validação, teste e incorporação ou rejeição, e novas regras são desenvolvidas e posteriormente evoluídas. As regras podem evoluir de várias maneiras (e.x. mutações, deleções, *crossing-over*) para maximizar a aptidão da nova regra gerada.

Os modelos foram gerados no programa Desktop GARP 1.1.6 (http://www.lifemapper.org/desktopgarp/). O limite de convergência utilizado foi de 0.001 e 10.000 iterações foram solicitadas para obtermos regras mais acuradas, devido à distribuição restrita de algumas espécies modeladas. As regras foram geradas num espaço geográfico de 500 km a partir dos pontos de ocorrência das espécies. Como o GARP utiliza uma abordagem aleatória e as predições variaram entre os experimentos foram gerados 100 modelos por espécie. Entre estes modelos foram selecionados os dez melhores modelos, que apresentaram uma combinação ideal de medidas de valores de erros de omissão e comissão, denominados *"best subsets*" (Anderson *et al*. 2003). O limite de omissão utilizado foi de 20% e para a comissão de 50%, favorecendo modelos com baixos valores de omissão e excluindo os modelos que apresentam ampla área de predição. Omissão refere-se ao número de pontos teste não previstos e a comissão à área excedente prevista pelo modelo. Os 10 melhores modelos por espécie foram projetados para a região neotropical e somados para se obter os mapas com a melhor predição da distribuição potencial da espécie no Programa ArcView 3.3. As variáveis climáticas utilizadas para os modelos de presente representam tendências anuais e sazonalidade: Temperatura Média Anual (BIO 1), Variação da Temperatura Mensal (BIO 2) e Precipitação Anual (BIO 12) e fatores extremos ou limitantes ambientais como: Temperatura Máxima no Mês mais quente (BIO 5) e Temperatura Mínima no Mês mais frio (BIO 6); Precipitação no Mês mais úmido (BIO 13) e Precipitação no Mês mais seco (BIO 14), obtidas do projeto WorldClim (Hijmans *et al*. 2005; http://www.worldclim.org./). Estas variáveis foram escolhidas por apresentarem

as menores correlações estatísticas entre si (T. Peterson, com. pess.). A resolução espacial utilizada foi 0.0417º, reamostrados para a região neotropical, o que corresponde a uma área de cerca de 5 km^2. A definição deste tamanho de célula seguiu a recomendação de Chapman *et al*. (2005) para minimizar problemas quando as informações de ocorrência das espécies não possuem coordenadas geográficas precisas, o que normalmente é o caso para a distribuição geográfica gerada a partir de locais de coletas obtidos em material de herbário e tratamentos taxonômicos. Para verificarmos possíveis mudanças na distribuição potencial das espécies, os modelos do presente foram projetados em cenários climáticos distintos para o Quaternário Tardio. Dois cenários climáticos foram projetados para 21.000 A.P., durante o Último Máximo Glacial (UMG), obtidos a partir de modelos de circulação climática oriundos dos programas: The Community Climate System Model (CCSM, http://www.ccsm.ucar.edu/) e do Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC, ver. 3.2. http://ww.ccsr.u-tokyo.ac.jp/~hasumi/MIROC). O cenário para 132.000 anos A.P. durante o Último Inter Glacial simula condições anteriores ao Pleniglacial e foi calculado utilizando-se o modelo de circulação climática MIROC e cedido pelo pesquisador Dr. Anderson Townsend Peterson.

Modelos para testes de validação externa foram gerados com variáveis climáticas para o presente e a mesma metodologia citada para verificarmos se a representação da distribuição geográfica utilizada apresentava boa habilidade em predizer pontos de ocorrência conhecidos de teste. Foram escolhidos aleatoriamente 50% dos pontos de ocorrência conhecidos (pontos treino) para gerar novos modelos e os outros 50% (pontos teste) para validar os modelos. Foi utilizado o teste de área sobre a curva (AUC) que utiliza o número de pixels e o número de pontos teste previstos por classe e permite escolher um limite de corte para a representação espacial dos modelos (Pearson *et al*. 2006). Os valores AUC medem a habilidade do modelo em discriminar entre os locais onde a espécie possa estar presente dos locais onde estaria ausente, e podem ser interpretados como indicação da probabilidade de que, quando locais de presença e ausência são sorteadas aleatoriamente, o primeiro terá um maior valor previsto que o segundo (Elith *et al*. 2006). O AUC varia de 0 a 1, onde 1 indica uma perfeita discriminação entre locais favoráveis e desfavoráveis; uma pontuação de 0,5 implica numa discriminação limite entre a escolha ideal e ao acaso; e valores menores do que 0,5 indicam desempenho pior do que o esperado aleatoriamente (Elith *et al*. 2006).

Os modelos das espécies para cada cenário climático foram somados para verificarmos se as áreas de co-ocorrência eram maiores em regiões onde florestas alto-montanas altualmente ocorrem, simulando uma distribuição de riqueza de espécies. Com a sobreposição das áreas previstas para os cenários climáticos do passado poderíamos visualizar em quais regiões as florestas compostas por esses táxons poderiam ocorrer nos cenários climáticos alternativos. Para esses cálculos, foi

considerado um limite de corte na classe 5 nos modelos específicos, que foram reclassificados em presença (valor 1 – classes 6 a 10) e ausência (valor 0 – classes 0 a 5) e posteriormente somados utilizando as ferramentas do Spatial Analyst do ArcView 3.3. Registros palinológicos foram sobrepostos ao mapa final da soma entre os modelos e caso o registro palinológico previsto representasse um período compatível ao cenário climático projetado, poderíamos verificar quais condições climáticas eram localmente vigentes e se estas permitiriam a ocorrência de táxons florestais montanos atlânticos. As coordenadas das localidades dos registros palinológicos do sul e do sudeste brasileiro foram retiradas das referências citadas na Tabela 2.

Resultados

Os modelos para o presente apresentaram boa performance na predição dos pontos teste. Os valores de AUC variaram entre 0,79 a 0,99 e também apresentaram boa performance com corte na classe 5, entre 0,70 a 0,98 (Tabela 3).

Tabela 3: Número de pontos treinos (Pt.treino) e pontos teste (Pt.teste) utilizados para gerar e validar, respectivamente os modelos para as espécies alvo modeladas. AUC: valores da performance dos modelos em prever os pontos teste utilizando o método de área sob a curva (AUC).

Espécies	**Pt.treino**	**Pt.teste**	**AUC (0)**	**AUC (5)**	**Espécies**	**Pt.treino**	**Pt.teste**	**AUC (0)**	**AUC (5)**
Aspidosperma olivaceum	19	18	0.8738	0.8392	*Myrcia arborescens*	15	15	0.8746	0.8202
Drimys brasiliensis	45	44	0.912	0.857	*Myrsine gardneriana*	54	53	0.79	0.7085
Escallonia bifida	29	31	0.934	0.8569	*Oreopanax fulvum*	14	13	0.9143	0.868
Ilex microdonta	21	20	0.9015	0.8653	*Podocarpus lambertii*	21	20	0.822	0.749
Ilex taubertiana	11	10	0.9819	0.9784	*Roupala rhombifolia*	16	16	0.9366	0.8775
Lamanonia ternata	53	53	0.8988	0.8394	*Schefflera calva*	13	12	0.9378	0.8948
Meliosma sellowii	12	12	0.907	0.8082	*Solanum cassioides*	10	9	0.9616	0.7048
Miconia ramboi	10	10	0.8952	0.8957	*Symplocos corymboclados*	7	6	0.9782	0.9065
Miconia sellowiana	36	35	0.861	0.8149	*Symplocos falcata*	11	11	0.9984	0.9809
Mollinedia clavigera	14	14	0.8898	0.7694	*Tabebuia alba*	31	31	0.7946	0.7163
Myrceugenia alpigena	24	24	0.943	0.8998	*Tibouchina fothergillae*	21	21	0.9455	0.8924
Myrceugenia myrcioides	38	37	0.8831	0.8076	*Weinmannia humilis*	10	9	0.9395	0.9388

As projeções para o presente variaram na área de ocupação climática potencial entre as espécies e concentraram maiores probabilidades para as regiões de altitudes elevadas e medianas no Planalto Brasileiro no sul e sudeste. Os modelos para *Miconia ramboi*, *Solanum cassioides*, *Symplocos corymboclados* e *Weinmannia humilis* foram os mais restritos e identificaram áreas climaticamente favoráveis no planalto da região sul e em áreas montanhosas na região sudeste (Figura 1a, 2a, 3a, 4a). Os modelos para *Drimys brasiliensis*, *Escallonia bifida*, *Ilex taubertiana*, *Myrceugenia alpigena*, *Myrcia arborescens, Podocarpus lambertii*, *Roupala rhombifolia, Tabebuia alba* e *Tibouchina fothergillae* apresentaram áreas favoráveis mais amplas que incluíram áreas na Cadeia do

Espinhaço no estado da Bahia e/ou na região centro-oeste (Figura 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a, 11a, 12a, 13a). *Lamanonia ternata*, *Oreopanax fulvum, Schefflera calva* e *Symplocos falcata* também apresentaram probabilidades em florestas montanas na região nordeste (Figura 14a, 15a, 16a, 17a, 18a). Enquanto *Aspidosperma olivaceum, Ilex microdonta*, *Miconia sellowiana*, *Meliosma sellowii, Mollinedia clavigera*, *Myrceugenia myrcioides* e *Myrsine gardneriana* apresentaram probabilidades contínuas ao longo da costa atlântica nordestina (Figura 21a, 22a, 23a, 24a). A sobreposição dos modelos demonstrou que as áreas de maior co-ocorrência dessas espécies correspondem à locais de potencial ocorrência de florestas ombrófilas alto-montanas. As áreas de maior riqueza foram observadas na Serra da Mantiqueira Meridional e no Planalto de Poços de Caldas, regiões descontínuas na borda do Planalto Atlântico Paulista e Serra da Bocaina, a borda da Serra do Mar e da Serra Geral e algumas áreas planálticas nos estados sulinos (Figura 25). A riqueza estimada para os registros palinológicos evidenciou um gradiente altitudinal e latitudinal. Nas áreas de maiores altitudes do sudeste a riqueza variou entre 18 spp. a 23 spp., enquanto na região sul variou entre 23 spp. a 24 spp. (Figura 29).

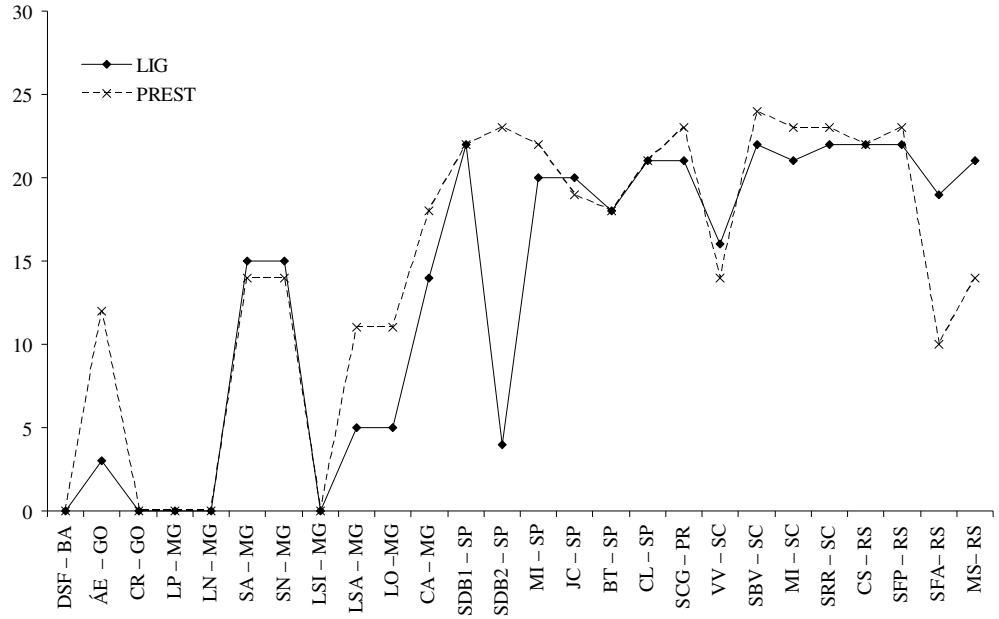


Figura 29: Riqueza estimada para a co-ocorrência das espécies florestais montanas nos registros palinológicos obtida pelo somatório dos modelos para os cenários climáticos do presente e do UIG, considerando a classe cinco como corte mínimo.

Os dois cenários climáticos modelados para 21.000 anos A.P. sugeriram um aumento da área de ocupação climática potencial para todas as espécies. Eles foram congruentes em deslocar a área de ocupação climática das EAM em direção ao centro-oeste e diminuir as probabilidades nas regiões de maior altitude interioranas do sudeste, principalmente na Serra da Mantiqueira Meridional e em áreas

planálticas e de maiores altitudes na Serra Geral, entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Enquanto o cenário LGM_M sugeriu uma área de ocupação mais contínua ao longo do Planalto Brasileiro (Figuras 1-24c), o cenário LGM_C demonstrou maior descontinuidade entre áreas de maior probabilidade de ocorrência projetadas (Figuras 1-24d). Uma extensa região entre o sudoeste de Minas e o nordeste de São Paulo apresentou baixas probabilidades para a manutenção das EAM, além de uma extensa área ao sul do estado do Paraná até a borda da Serra da Geral no Rio Grande do Sul. Uma expansão da área de ocupação das EAM foi observada em direção a região nordeste em ambos os cenários. Entretanto o cenário LGM_M sugere áreas contínuas pela faixa litorânea do Espírito Santo e Bahia até ao norte da região nordeste, enquanto o cenário LGM_C sugere uma continuidade entre o Centro-oeste e o interior da Bahia até o norte da região nordeste, além de uma área disjunta ao nordeste de Minas Gerais, divisa com Bahia. O modelo LGM_M sugere também uma extensa área de sobreprevisão em direção ao Mato Grosso até países andinos, enquanto o LGM_C geralmente apresenta uma área de sobreprevisão em direção ao Paraguai e Argentina. As sobreposições dos modelos de cada cenário sugerem áreas com maior co-ocorrência dessas espécies em regiões bastante distintas das atuais. As regiões previstas pelo LGM_M sugerem que estas espécies compuseram florestas em altitudes medianas em Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná, além de regiões montanhosas no Rio de Janeiro e Paraná (Figura 27). No cenário LGM_C as áreas de maior riqueza são mais restritas, localizadas no interior do estado do Paraná, Zona da Mata de Minas Gerais, Serra do Mar no Rio de Janeiro e Paraná, e na borda do Planalto Atlântico, no entorno do município de São Paulo (Figura 28). A riqueza estimada para os registros palinológicos evidenciou um aumento na região centro-oeste e no interior de Minas Gerais e uma diminuição nos registros de maiores altitudes e latitudes, destacando maior riqueza em relação ao presente e para o UIG no registro das terras baixas atlânticas (Figura 30).

Os modelos para o cenário de 135.000 anos A.P. sugeriram que as condições climáticas vigentes favoreceram o estabelecimento de populações das EAM em regiões similares às atuais e um aumento das probabilidades nas áreas de sobreprevisão em altitudes medianas do que os modelos do presente (Figuras 1-24b). Um aumento da área de ocupação potencial foi observado na região sul e no estado de São Paulo em direção ao interior do continente para todas as espécies. Principalmente para as espécies com distribuição mais restrita o aumento das probablidades em altitudes medianas promoveu uma maior continuidade entre as terras altas sulinas e do sudeste brasileiros pela borda do Planalto Atlântico Paulista, enquanto no interior deste estado a região das Cuestas Basálticas apareceu com freqüência. Houve um aumento da área de ocupação na região nordeste, enquanto no centro-oeste as probabilidades foram similares ou reduziram relação às projeções para o presente. A

sobreposição entre os modelos para o UIG sugeriram estas espécies poderiam compor florestas nos planaltos interioranos da região sul, borda da serra do mar do sul até o sudeste, incluindo maiores áreas no Planalto Atlântico Paulista e algumas regiões das Cuestas Basálticas de São Paulo, a Serra da Mantiqueira até o Planalto de Poços de Caldas, Serra do Mar no estado do Rio de Janeiro, e algumas áreas nos Patamares Escalonados da Serra do Caparaó e montanhas do Espírito Santo (Figura 26). A riqueza estimada para os registros palinológicos apresentou valores similares, mas geralmente menores do que modelos para o presente, mas destacou maiores diferenças na região centro-oeste e em maiores latitudes na região sul (Figura 29).

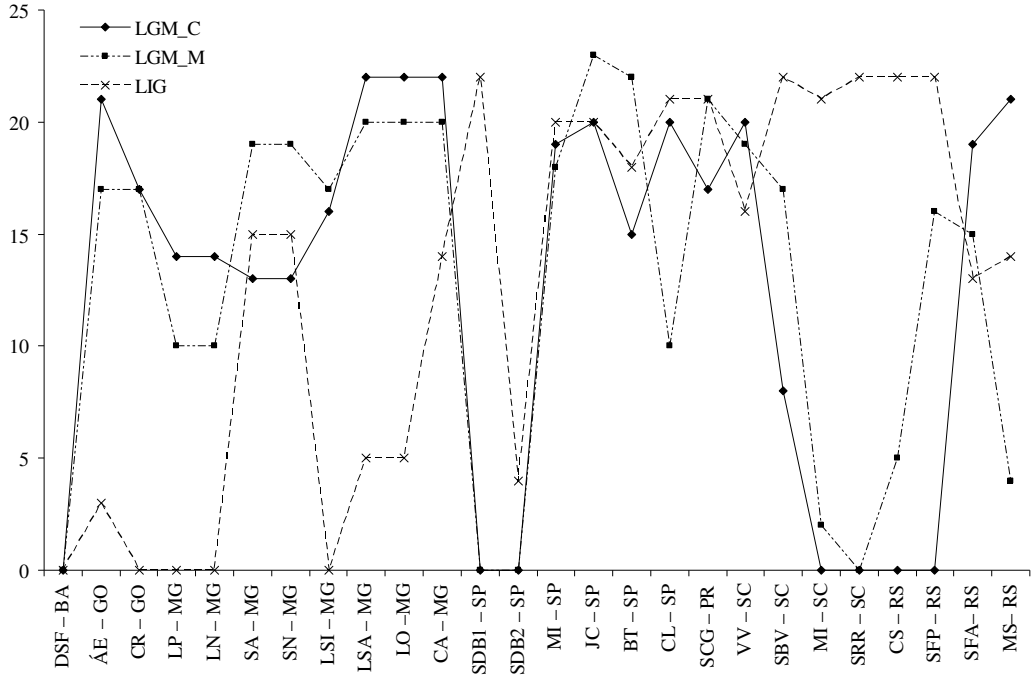


Figura 30: Riqueza estimada para a co-ocorrência das espécies florestais montanas nos registros palinológicos obtida pelo somatório dos modelos para o cenário climático do presente e para os dois cenários do UMG (LGM-M e LGM_C), considerando a classe cinco como corte mínimo.

Discussão

Os modelos apresentaram alta sobreposição das condições climáticas adequadas para a manutenção de populações das espécies alvo modeladas (EAM) no espaço geográfico. Os pontos de ocorrência das espécies com distribuição restrita (EDR) representam sub-conjuntos dos pontos das espécies com distribuição ampla (EDA) e na maioria dos casos as áreas de sobreprevisão dos modelos das EDR representaram regiões onde EDA ocorrem como outros maciços de altitude do sudeste e planaltos interioranos na região sul e evidenciam a forte correlação entre a altitude e as variáveis climáticas utilizadas. A falta de registros de ocorrência na representação da distribuição geográfica

das EAM ou limites nos dados climáticos, na escala utilizada, que permitam diferenciar o clima entre diferentes formações florestais, como entre as florestas alto-montanas e florestas ombrófilas mistas na região sul e entre florestas montanas e alto-montanas na região sudeste podem estar envolvidos na sobreprevisão observada principalmente nos modelos para as EDR (Anderson *et al*. 2003, Chapman *et al*. 2005).

Muitas das regiões onde as florestas montanas ocorrem no sul e sudeste brasileiros não são sistematicamente coletadas e levantamentos futuros podem confirmar a presença das EAM nas áreas previstas pelos modelos. Os modelos somente representam regiões com condições climáticas adequadas para manutenção de populações das EAM, mas não inferem sobre o nicho realizado por interações ecológicas que possam limitar significativamente a área de ocupação e explicar ausências em áreas climaticamente favoráveis à sua ocorrência. Anderson *et al*. (2003) sugeriram que a sobreprevisão em modelos pode representar áreas onde espécies filogeneticamente relacionadas às EAM possam ocorrer ou regiões onde essas foram localmente extintas. A maioria das EAM pertence a gêneros relativamente ricos na Floresta Atlântica e que podem apresentar outros co-genéricos em florestas montanas e alto-montanas brasileiras, como *Drimys*, *Escallonia*, *Ilex*, *Myrceugenia*, *Weinmannia*, *Symplocos* (Koehler *et al*. 2002, Falkenberg 2003, Meireles *et al*. 2008, Scheer & Mocochinski 2009).

Em algumas regiões de sobreprevisão comuns aos modelos, algumas das EAM foram recentemente coletadas, como *Symplocos falcata* nas florestas montanas na Cadeia do Espinhaço e *Drimys brasiliensis* em florestas montanas ao sul da Bahia e uma área disjunta entre a divisa de Goiás e Mato Grosso do Sul (Lima 2009, Arnildo Pott, com.pess., André Amorim, com.pess.). Os modelos do presente para *Miconia ramboi* (Fig. 1), *Solanum cassioides* (Fig. 2) e *Symplocos corymboclados* (Fig.3) demonstraram que espécies mais freqüentes ou restritas à região sul apresentaram na região sudeste maiores probabilidades para a manutenção de populações (PMP) somente em áreas de altitude, evidenciando que as condições climáticas das regiões em altitudes medianas não são favoráveis ao seu estabelecimento. *Solanum cassioides*, coletada recentemente ao sul da Serra da Mantiqueira, era conhecida somente para a região sul (Meireles 2003, Knapp 2002). Para espécies poucos freqüentes ou até hoje não coletadas na região sul, como *Tibouchina fothergillae* (Fig. 13) e *Symplocos falcata* (Fig. 17), os modelos compreenderam áreas mais extensas nessa região, sugerindo que a ausência dessas espécies em latitudes maiores pode estar relacionada a eventos históricos que não permitiram que essas espécies ocupassem regiões climaticamente favoráveis ou promoveram sua extinção. Entretanto as PMP para essas espécies foram maiores nos planaltos interioranos da região

sul, provavelmente devido ao aumento das temperaturas e a menor freqüência de geadas em direção leste (Nimer 1977).

A distribuição descontínua das cadeias montanhosas do sul e sudeste brasileiros representa um limitante geográfico para a distribuição das populações de espécies montanas atlânticas (Barbará *et al*. 2007, Safford 2007). As florestas alto-montanas sulinas e de algumas regiões do sudeste brasileiro compartilham um moderado número de espécies e alta similaridade de gêneros, e mudanças climáticas passadas provavelmente estejam associadas à distribuição atual dessas formações e das espécies que as compõem. Pouco se conhece sobre os mecanismos de dispersão das espécies florestais atlânticas montanas, mas o considerável número de espécies restritas atualmente ao topo de montanhas entre essas regiões, sugere que essas disjunções não foram obtidas, na sua maioria, por eventos de dispersão à longa distância. Para as florestas de Araucária e para os campos de altitude, eventos de mudanças climáticas quaternárias foram destacados por diferentes autores para explicar sua distribuição atual (Hueck 1953, Azevedo 1962, Safford 2007). Geralmente esses autores supunham uma expansão dessas formações em direção a latitudes menores do sudeste brasileiro, de populações estabelecidas na região sul.

A ausência no Planalto Atlântico Paulista de várias das EAM caracteriza o padrão geográfico regional disjunto verificado entre as terras altas do sudeste e as áreas planálticas e de altitude sulinas. Esta região representaria o corredor natural para a dispersão de espécies montanas entre o sul e sudeste brasileiros e áreas descontínuas ao longo de sua ocorrência foram previstas pelos modelos para o presente como favoráveis para o estabelecimento de florestas alto-montanas. As áreas de maior altitude da borda do Planalto Atlântico Paulista e de montanhas litorâneas na Serra do Mar são pouco coletadas e provavelmente algumas das EAM possam ocorrer nessas áreas projetadas, mas para a maioria delas esses registros ainda não são conhecidos. Ao norte do Planalto Atlântico Paulista até o Planalto da Bocaina, algumas espécies montanas são atualmente observadas, geralmente com populações pequenas e baixa importância fitossociológica (Catharino *et al*. 2006). No topo da Serra da Bocaina, florestas de Araucária são observadas e outros táxons montanos provavelmente ocorrem com maior abundância (Hueck 1972).

A borda do Planalto Atlântico Paulista representa a região de contato entre as florestas planálticas e as florestas atlânticas de encosta, que apresentam uma elevada riqueza de espécies. A competição entre espécies desses tipos florestais climaticamente distintos pode ter causado a extinção das populações das espécies tolerantes a climas temperados, devido ao aumento das temperaturas durante o Pleistoceno Tardio ao sul do Brasil ou a um período de intensa seca verificado no Holoceno e que provavelmente promoveram a extinção local ou redução de populações de espécies montanas

em altitudes medianas (Behling 1998, Behling 2002, Garcia *et al*. 2004, Ledru *et al*. 2005). Algumas das EAM foram recentemente coletadas em florestas alto-montanas no topo da Serra do Mar, nas proximidades do Planalto de Bocaina, na divisa entre o Rio de Janeiro e São Paulo (Bertoncello 2009). A manutenção de populações dessas espécies pode estar condicionada a alta precipitação e menores temperaturas, devido ao aumento altitude, áreas que podem ser desfavoráveis para o estabelecimento das espécies tropicais da floresta ombrófila de encosta. Este levantamento demonstrou alta similaridade florística com as florestas alto-montanas da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar na região sul, demonstrando que áreas no topo da Serra do Mar ao norte de São Paulo também apresentam condições climáticas para a ocorrência das EAM. Entretanto, algumas florestas alto-montanas ao sul da Serra do Mar compartilham um maior número de espécies com as florestas montanas e semidecíduas do sudeste brasileiro (Neto 2007).

As projeções para o passado sugeriram intensas modificações na distribuição geográfica e na área de ocorrência das EAM e apresentaram congruências com os registros palinológicos disponíveis para o sul e sudeste brasileiros. Para o Último Inter Glacial (UIG), a cerca de 135.000 anos A.P., as EAM parecem terem sido favorecidas pelas condições climáticas modeladas e apresentaram PMP de médias a altas nas áreas de maiores altitudes litorâneas e em áreas de altitudes medianas de forma mais contínua ao sul e sudeste brasileiros, sugerindo também um aumento das PMP em direção ao interior do continente. A sobreposição dos modelos do UIG sugeriu que as EAM puderam ter composto florestas em áreas similares aos modelos para o presente, e mais extensas, principalmente no Planalto Atlântico Paulista e nos planaltos interioranos da região sul (Fig. 26). Esse cenário climático sugeriu que florestas compostas por táxons montanos teriam apresentado uma maior conectividade entre florestas montanas do sul e sudeste brasileiros. A conexão entre essas regiões teria ocorrido ao longo do Planalto Atlântico Paulista, sugerindo uma precipitação mais homogênea e temperaturas mais amenas em altitudes medianas. Entretanto não há registros palinológicos para esse período, mas um cenário vegetacional similar ao atual poderia ter ocorrido.

Os modelos para o Último Máximo Glacial (UMG), a 21.000 anos A.P., denotaram um considerável aumento na área de ocupação das EAM e sugeriram que essas poderiam ocorrer em altitudes medianas do Planalto Brasileiro, destacando-se o interior de Minas Gerais e áreas na região centro-oeste e nordeste, além do aumento das PMP nas terras baixas do sul e sudeste brasileiros. Os dois cenários climáticos modelados para o UMG foram congruentes em zerar (LGM_C) ou diminuir (LGM_M) as PMP das EAM nas terras altas do sudeste brasileiro, como na Serra da Mantiqueira e da Bocaina, e uma extensa região da Serra Geral, na região sul. Entretanto, o cenário LMG_C (Fig. 27) demonstrou-se mais restritivo do que o LGM_M (Fig. 28), excluindo extensas áreas nos planaltos

interioranos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná e no interior do estado de São Paulo, divisa com Minas Gerais.

São poucos os registros palinológicos (RP) ao longo do Planalto Brasileiro, mas todos sugeriram alternância entre fases favoráveis para a ocorrência de formações florestais durante o Quaternário Tardio. Ledru *et al*. (2005) verificaram variações na concentração de pólen arbóreo (PA) ao longo do Pleniglacial no RP da Cratera de Colônia, município de São Paulo. Picos de concentração de PA foram observados entre ~105.000 a 85.000 anos A.P., e posteriormente entre 60.000 e 50.000 anos A.P., e foram interpretados como indicadores de um clima com regime de precipitação mais uniforme, com redução ou ausência de uma estação seca. Entre ~100.000 a 90.000 anos A.P. pólen de *Podocarpus* esteve associado com táxons de florestas estacionais e houve baixa freqüência de pólen de *Araucaria* (Ledru *et al*. 2007). Entre 74.000 a 60.000 anos A.P., houve decréscimo na concentração de PA provavelmente correlacionado ao início do UMG no registro marinho, quando houve decréscimo nas temperaturas atmosféricas e da superfície oceânica (Ledru *et al*. 2005). Entre ~60.000 a 40.000 anos A.P., um segundo de pico na freqüência de pólen de *Podocarpus* ocorreu associado somente com táxons de florestas estacionais (Ledru *et al*. 2007). A partir de ~36.700 a 33.150 anos A.P. a concentração de PA tendeu a subir novamente e entre 27.000 e 21.000 anos A.P. atingiu cerca de 100%, após uma redução contínua entre ~50.000 e 40.000 anos A.P. Entre ~29.000 a 21.000 anos A.P., verificou-se uma alta freqüência de pólen de *Podocarpus* em conjunto com *Weinmannia* e *Hedyosmum* (Ledru *et al*. 2007).

No RP GeoB 3229-2, que representa a drenagem do Rio Doce e abrange áreas ao nordeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo, as porcentagens de táxons montanos variaram entre 3% a 15%, a de pólen herbáceo entre 32% a 62% e a de pólen arbóreo de terras baixas entre 21% a 53%. Os picos de pólen montanos foram observados entre ~90.000 e 80.000 anos A.P. e posteriormente entre ~70.000 e 60.000 anos e entre ~45.000 e 40.000 anos A.P. Os pólens montanos observados foram *Araucaria*, *Drimys*, *Hedyosmum*, *Ilex*, *Myrsine*, *Podocarpus*, *Symplocos*, *Weinmannia*, além de Melastomataceae e Myrtaceae. Pólen de *Araucaria* foram mais freqüentes entre 85.000 e 72.000 e entre 52.000 e 37.000 anos A.P.. Entre ~45.000 a 40.000 anos A.P., apesar das porcentagens de pólen herbáceo terem sido altas, ela tendeu a reduzir progressivamente (55% a 50%), enquanto a de táxons florestais montanos (10% a 15%) e a de táxons de terras baixas (30% a 32%) aumentaram. No pico de concentração de pólen montano (15%), pólen herbáceo (52%) e de terras baixas (30%) tenderam a reduzir. As menores porcentagens de pólen montano (3% a 8%) ocorreram entre 36.000 a 9.500 anos A.P., quando as porcentagens de táxons de terras baixas foram altos e variaram entre 38% a 53%. As

menores porcentagens de táxons de terras baixas ocorreram entre 23.500 a 20.000 anos A.P. enquanto as porcentagens de pólen campestre (56%) foram altas (Behling *et al*. 2002).

O RP GeoB 3202-1 representa a drenagem do Rio Paraíba do Sul e abrange uma extensa área na região leste do sudeste brasileiro que inclui áreas montanas e de terras baixas. Esse registro apresentou altas porcentagens de pólen herbáceo (40% a 70%) e de florestas de terras baixas (18% a 44%) e menores porcentagens de pólens de florestas montanas (2% a 10%). *Ilex*, Melastomataceae e Myrtaceae estiveram presentes ao longo de todo o registro. *Araucaria*, *Drimys*, *Hedyosmum*, *Podocarpus, Symplocos lanceolata*-tipo, *Symplocos tenuifolia*-tipo e *Weinmannia* estiveram presentes desde a base do registro a ~52.000 anos A.P.. A ~50.560 anos A.P. verificou-se altas porcentagens de táxons de terras baixas e a ~45.500 a ~42.200 anos A.P., as porcentagens de táxons montanos (2% a 8%) tenderam a subir em relação ao período anterior, enquanto houve uma pequena redução nas porcentagens de pólen herbáceo (60% a 45%) e os táxons de terras baixas aumentaram de (32% a 36%). As maiores porcentagens de pólen montano (6% a 8%) foram observadas entre 30.500 a 13.000 anos A.P. (Behling *et al*. 2002). A ~30.540 anos A.P., quando as porcentagem de pólen montano representou 10% da concentração polínica, o pólen herbáceo (60%) e o pólen de táxons de terras baixas (30%) também estiveram elevados.

Os RP de Salitre e Serra Negra também evidenciaram alternância entre períodos frios, secos ou úmidos durante o Pleniglacial Médio (60 – 28 ka A.P. – Hooghiemstra *et al*. 2000) que permitiram a ocorrência de táxons montanos no Triângulo Mineiro, região atualmente dominada por cerrados e florestas semidecíduas (Ledru 1993, Ledru *et al*. 1996, De Oliveira *et al*. 2005). A base do RP de Salitre registrou uma fase fria e seca a ~50.000 a ~40.000 anos A.P., caracterizada pela baixa freqüência de PA (<10%). Táxons montanos e de florestas estacionais estiveram presentes em baixa proporção (<1%), como *Ilex*, *Myrsine* e *Podocarpus*, além de Myrtaceae e Melastomataceae. *Araucaria, Drimys* e *Symplocos* foram observados posteriormente com poucas amostras polínicas, em conjunto com altas porcentagens de táxons estacionais (21% a 55%). Entre ~40.000 a 27.000 anos A.P., seguiu-se um período com aumento de precipitação com o máximo estimado entre 35.000 a 32.000 anos A.P., e a concentração de pólen arbóreo aumentou e variou entre 62% a 87%. Táxons de florestas estacionais foram os mais representativos, mas reduziram em porcentagem da base para o final deste período, variando entre 87% a 63%. *Ilex* e *Symplocos* foram os únicos táxons montanos observados, enquanto Myrtaceae aumentou sua concentração (1% a 42%) da base ao topo deste período e provavelmente dominou as florestas de galeria (Ledru *et al*. 1996, Ledru 1993). Entretanto, Ledru (1993) apresentou porcentagens de pólen arbóreo entre 72 a 91%, onde *Ilex* (2%), *Myrsine* (4-8%), Myrtaceae (68%) e *Podocarpus* (5%) estiveram bem representados a ~28.740 anos A.P..

Durante o Pleniglacial Superior (28 – 13 ka A.P. – Hooghiemstra *et al*. 2000) verificou-se uma forte redução na sedimentação polínica, evidenciando um período bastante seco nessa região (Ledru *et al*. 1996, Ledru *et al*. 1998)

A base do RP de Serra Negra que abrangeu datas superiores a 42.000 anos A.P. sugeriu um pronunciado esfriamento e um mosaico de táxons de florestas de araucária coexistindo com elementos de florestas tropicais estacionais (Salgado-Labouriau 1997). De Oliveira *et al*. (2005) reconheceram pelo menos três fases de diminuição da temperatura antes de 40.000 anos A.P., e sugerem que a temperatura média anual poderia estar 10ºC abaixo dos valores atuais na região. Pólen de *Araucaria* foi registrado desde a base do RP até ~32.000 anos A.P. e florestas de Araucária teriam apresentado seu maior desenvolvimento a ~42.000 anos A.P., quando *Ilex*, *Myrsine* e *Podocarpus* também foram registrados (Ledru *et al.* 1996, Salgado-Labouriau 1997). A partir de ~42.000 anos A.P. os táxons de florestas de Araucária decresceram até ~31.690 anos A.P. e houve aumento nas porcentagens de pólen campestre (Ledru *et al*. 1996). Entre 31.690^{14}C a 14.430^{14}C anos A.P. não foram observadas mudanças na litologia ou na vegetação em Serra Negra (Ledru *et al*. 1998).

Os RP do Brasil Central, no estado de Goiás, sugeriram um aumento na precipitação e que as temperaturas estariam mais baixas em datas próximas ao UMG. Em Cromínia, antes de 32.400 anos A.P., táxons de veredas, matas de galeria e cerrados arbóreos foram observados e o clima estava provavelmente similar ao observado atualmente, quente e semi-úmido, com 4 a 5 meses de seca (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996). Pólens de táxons montanos foram registrados na base desse RP, mas somente *Hedyosmum* e *Ilex* foram discriminados no diagrama palinológico, mas Cunoniaceae, *Fuchsia, Myrsine*, *Podocarpus* e *Symplocos* também foram listados. Entre ~32.390 a ~28.300 anos A.P., houve decréscimo nas porcentagens de pólen arbóreo e arbustivo, mas as autoras sugerem que o clima esteve mais úmido e mais frio do que o presente. Entre 28.000 a 19.000 anos A.P. a concentração de pólen arbóreo foi bastante baixa e houve predomínio de pólen herbáceo e de plantas aquáticas. A ocorrência de pólen de alguns táxons arbóreo-arbustivos, como *Ilex*, Melastomataceae, Myrtaceae e Arecaceae, em baixas concentrações, sugeriram a ocorrência de uma formação arbustiva e que o clima teria permanecido úmido e frio (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996, Salgado-Labouriau 1997).

O RP de Águas Emendadas, a cerca de 1.040 metros de altitude, indicou a formação de uma turfeira a ~30.480 anos A.P., quando o clima provavelmente era similar ao atual, mas a precipitação estava mais elevada. O registro polínico iniciou-se a ~25.790 anos A.P. com baixas concentrações de pólen, esporos e algas. Entre ~24.000 a 21.450 anos A.P., a concentração de pólen aumentou e o pólen arbóreo dominou a comunidade. A ocorrência de pólen de *Hedyosmum*, *Ilex*, *Symplocos* e

Cunoniaceae, provavelmente *Weinmannia*, sugeriram um clima mais úmido, enquanto a presença de pólen de Ericaceae, sugeriu que as temperaturas estivessem mais baixas (Salgado-Labouriau 1997, Barberi *et al*. 2000). Entre 21.000 a ~6.000 anos A.P., a concentração de pólen foi muito baixa e não permitiu uma reconstrução confiável dos tipos vegetacionais, evidenciando um período bastante seco (Ledru *et al*. 1998, Barberi *et al*. 2000).

Na Serra da Mantiqueira, o RP do Morro do Itapeva, a 1850 m de altitude, demonstrou predomínio de pólen herbáceo (87,3%) e baixas porcentagens de pólen de florestas de Araucária (0,4%), florestas nebulares (2,8%) e floresta montana (0,7%), entre 35.000 a 17.000 anos A.P.. A ausência de pólen de *Araucaria* e *Podocarpus* e um único pólen de *Drimys* sugeriram que formações florestais foram pouco representativas. A baixa abundância de esporos de pteridófitas arborescentes sugere que o clima estava bem frio e seco (Behling 1997). O RP de Catas Altas, a 755 m de altitude no interior de Minas Gerais, também sugeriu um clima mais frio e predomínio de pólen herbáceo entre ~47.740^{14}C a ~18.000 ^{14}C anos A.P.. Entre ~47.740^{14}C a 26.500^{14}C anos A.P. a porcentagem de pólen de floresta de Araucária variou entre 1,3%-4,3% e inclui *Araucaria*, *Drimys*, *Mimosa scabrela*-tipo, *Myrsine* e *Symplocos*. Pólens de táxons tropicais e de espécies de cerrado foram raros ou ausentes. Entre 26.500^{14}C a ~18.000^{14}C anos A.P., pólen de *Araucaria* foi raro (0-0,6%) e de *Podocarpus* variou entre (0-1,2%), enquanto a porcentagem de *Drimys* foi relativamente alta. O pólen arbustivo aumentou, enquanto *Myrsine* decresceu e registrou-se a presença de *Weinmannia* na parte superior deste período (Behling & Lichte 1997).

Na região sul, o RP de Cambará do Sul sugeriu que entre ~42.840^{14}C a 26.900^{14}C anos A.P., o clima estava relativamente mais úmido do que durante o UMG e o Pleistoceno Tardio (Behling *et al*. 2004). Entre 42.840^{14}C e 41.470^{14}C anos A.P. houve o predomínio de pólen campestre (83-88%) e pólen de floresta de Araucária (8,0-14,0%) esteve primariamente representado por Myrtaceae, alguns pólens de *Podocarpus* e poucos de *Araucaria*, *Lamanonia speciosa*-tipo, *Mimosa scabrela*-tipo, *Myrsine* e *Weinmannia,* enquanto *Ilex* e *Clethra* estiveram ausentes. Entre 41.470^{14}C a 26.900^{14}C anos A.P. a soma de pólen de florestas de Araucária (3,0-9,0%) decresceu e pólen de floresta tropical (0-1,6%) foram raros (Behling *et al.* 2004). Entre 26.900^{14}C a 10.120^{14}C anos A.P., a porcentagem de pólen campestre continuou alta (87-97%), enquanto as concentrações de pólen de floresta de Araucária (1,0-5,0%) e floresta tropical (0-0,3%) foram baixas (Behling *et al.* 2004). Em São Francisco de Assis, pólen herbáceo (95%) foi abundante entre 22.250 a 12.360 anos A.P., enquanto táxons de floresta de galeria (1,0-2,0%), que inclui *Podocarpus*, foram raros (Behling *et al*. 2005).

O RP de Volta Velha, localizado nas terras baixas entre a divisa do Paraná e Santa Catarina, documentou que formações campestres e florestas compostas por táxons frios substituíram a floresta

atlântica entre 37.640^{14}C a ~14.500^{14}C anos A.P. (Behling & Negrelle 2001). Entre 37.640^{14}C e 27.650 anos^{14}C A.P. verificou-se o predomínio de pólen campestre (67-77%) e pólen arbóreo-arbustivo variou entre 21% a 29%, representado principalmente de Myrtaceae e Melastomataceae. Entre o pólen montano ocorreram *Ilex*, *Symplocos tenuifolia*-tipo, *Podocarpus*, *Myrsine* e *Weinmannia* e alguns táxons florestais tropicais. Entre 27.650^{14}C a 14.328^{14}C anos A.P., as porcentagens de pólen herbáceo (76 a 91%) aumentaram e as de táxons arbóreos decresceram. Behling & Negrelle (2001) sugeriram que a Floresta Atlântica Tropical poderia ter se deslocado pelo menos 500 km em direção ao norte durante o Último Máximo Glacial e o início do Pleistoceno Tardio.

As mudanças climáticas durante o Pleniglacial podem ter mudado completamente o cenário vegetacional no Planalto Brasileiro. Diminuições mais bruscas das temperaturas podem ter ocorrido em vários momentos e variações contínuas nos índices de precipitação podem ter causado diferentes impactos na vegetação. Períodos frios e úmidos poderiam ter permitido a expansão na área de ocupação de espécies florestais tolerantes às climas frios. Períodos frios e secos também poderiam permitir a ocorrência dessas espécies, mas provavelmente mantivessem populações em altitudes e latitudes menores, onde as temperaturas mínimas poderiam ser mais amenas e a seca bem menos restritiva do que nas áreas de maior altitude e latitudes. Períodos com maior estabilidade nas temperaturas e maior variação na precipitação poderiam também promover a co-existência de diferentes tipos vegetacionais. Essas mudanças poderiam influenciar de forma distinta o clima entre as regiões geográficas brasileiras.

O RP de Colônia e o RP marinho GeoB 3229-2 amostraram datas durante o início do UMG (120 Ka – 70 ka A.P.) e evidenciam os primeiros registros datados de mudanças vegetacionais ocorridas no Planalto Brasileiro (Behling *et al*. 2002, Ledru *et al*. 2005). Em Colônia, entre ~105.000 a ~74.000 anos A.P., as porcentagens de pólen arbóreo variaram de forma descontínua entre 90% a 20% e pólen de táxons montanos foram observados em conjunto com táxons estacionais (Ledru *et al*. 2005). Apesar da variação nas porcentagens de pólen arbóreo não serem contínuas, alternâncias entre fases favoráveis para táxons arbóreos puderam ser observadas. Em GeoB 3229-2, pólen de *Araucaria, Drimys, Hedyosmum, Podocarpus, Symplocos e Weinmannia* indicam que táxons adaptados a condições climáticas mais frias ocorriam desde ~90.000 anos A.P em latitudes baixas do sudeste brasileiro, em conjunto com alta concentração de pólen herbáceo. Antes de ~80.000 anos A.P. o primeiro pico de pólen campestre (55%) foi acompanhado por um pico de táxons montanos (~12%) e a porcentagem de táxons de terras baixas (22%) foi menor do que o período anterior. Entre ~80.000 a ~70.000 anos A.P., após um pico na concentração de pólen herbáceo (60%), este foi progressivamente

reduzindo a ~45%, enquanto os táxons arbóreos tenderam a aumentar sugerindo um aumento da precipitação em relação ao período anterior e um ligeiro aumento da temperatura (Behling *et al*. 2002).

Durante o Pleniglacial Inferior (70 – 60 ka A.P.) houve um decréscimo na concentração de pólen arbóreo em Colônia (50% a 20%) e predomínio de pólen herbáceo em GeoB 3229-2. Em GeoB 3229-2, entre ~70.000 a ~62.000 anos A.P., após um pico na concentração de pólen de florestas de terras baixas (38%), observou-se um aumento contínuo na concentração de pólen montano (8% a 15%) anterior à maior concentração de pólen herbáceo (45% a 60%), enquanto o pólen de terras baixas (28%) tendeu a reduzir novamente, sugerindo variações graduais na temperatura e índices de precipitação. Posteriormente a concentração de pólen herbáceo e florestas de terras baixas tenderam a aumentar, enquanto o pólen montano tendeu reduziu, mas manteve-se constante até ~60.000 anos A.P. (Behling *et al*. 2002). Neste período que marca reduções nas temperaturas oceânicas, intensas mudanças vegetacionais podem ter ocorrido em latitudes medianas do sudeste que teriam promovido redução das formações florestais e predomínio de formações campestres. Nas latitudes baixas do sudeste a diminuição nas temperaturas pode ter favorecido táxons montanos em detrimento aos táxons de terras baixas e campestres no início deste período. Posteriormente o aumento da temperatura ou um aumento na duração do período seco podem ter favorecido táxons de terras baixas em detrimento aos táxons arbóreos e campestres montanos.

Durante o Pleniglacial Médio (60 ka – 28 ka A.P.) as condições climáticas vigentes permitiram a ocorrência de táxons montanos em diferentes regiões geográficas. Entretanto, as mudanças climáticas observadas podem ter tido impactos distintos entre as regiões geográficas. O início do Pleniglacial Médio (60 Ka – ~50 Ka A.P) pode ter sido uma época com precipitação elevada ou a estação seca estaria menos pronunciada nas latitudes medianas e um pouco mais evidente nas latitudes baixas do sudeste. No RP de Colônia as porcentagens de pólen arbóreo aumentaram bruscamente a ~60.000 e mantiveram-se entre 80% a 50% até ~50.000 anos A.P. No registro marinho GeoB 3202-1 (Paraíba do Sul) a precipitação também poderia estar um pouco mais elevada durante o início do Pleniglacial Médio devido às concentrações um pouco mais elevadas de pólen arbóreo de terras baixas a ~50.500 anos A.P.. No registro marinho GeoB 3229-2 (Rio Doce), entre ~60.000 a ~50.000 anos A.P., verificou-se uma tendência de aumento contínuo nas porcentagens de pólen campestre, enquanto pólen montano mantiveram suas porcentagens constantes, mas menores que o período anterior e táxons de terras baixas tenderam a reduzir continuamente, sugerindo um aumento no período seco ou diminuição da temperatura.

Posteriormente (~50 Ka – ~40 Ka) a precipitação pode ter sido menos abundante ou houve um aumentou da estação seca, mas a intensidade e duração desse período pode ter sido distinta entre as regiões geográficas. Em Salitre, o clima estaria muito frio e seco entre 50.000 a ~43.000 anos A.P. destacado pelas baixas porcentagens de pólen arbóreo (Ledru *et al*. 1996). Em Serra Negra a seca teria sido menos intensa, mas pode ter sido representada pelo período de maior expressão de florestas estacionais (Ledru *et al*. 1996). Em Colônia, entre ~50.000 a ~40.000 anos A.P. observou-se uma redução contínua na concentração de pólen arbóreo (50% a 5%) e pólen de *Podocarpus* foi observado em conjunto com táxons estacionais (Ledru *et al*. 2005, Ledru *et al*. 2007). Em GeoB 3202-1, a partir de ~50.560 a concentração de pólen campestre aumentou progressivamente acompanhada por uma redução na concentração de pólen arbóreo até ~45.000 anos A.P., quando num período curto houve uma redução na concentração de pólen campestre acompanhada pelo aumento de pólen arbóreo, sugerindo aumento da umidade. Entre ~45.000 a ~42.000 anos A.P. a concentração de pólen campestre aumentou novamente e manteve-se constante, enquanto pólen montano aumentou ligeiramente e o pólen de terras baixas reduziu progressivamente, sugerindo um clima frio e seco. Em GeoB 3229-2 a concentração de pólen campestre esteve bastante alta entre ~50.000 até ~42.000 anos A.P., mas táxons montanos e de terras baixas mantiveram concentrações constantes, sugerindo uma estação seca menos pronunciada.

Ledru *et al.* (1996) verificaram que entre 43.000 a 31.000 anos A.P. um período úmido e frio foi observado em diferentes locais da América do Sul, como em Cromínia, Serra Negra e Katira, na Amazônia. Em Salitre, um aumento contínuo na precipitação ocorreu entre 40.000 a 27.000 anos A.P. e teve seu máximo estimado para 35.000 anos A.P. Em Serra Negra, florestas de Araucária apresentaram seu máximo de ocupação a ~42.000 anos A.P. e gradualmente foram substituídas por formações campestres até ~31.690 anos A.P. (Ledru *et al*. 1996). A ~32.400 anos A.P. verificou-se o registro de táxons montanos em Cromínia e em Águas Emendadas também houve indícios de maior umidade (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996, Barberi *et al*. 2000). No registro GeoB 3229-2 entre ~42.000 anos a ~40.000 anos A.P. verificou-se uma tendência de redução nas porcentagens de pólen campestre, enquanto houve uma tendência de aumento de pólen montano e porcentagens medianas de pólen de terras baixas foram observadas. Este período foi marcado pelas maiores porcentagens de pólen de Araucária e táxons montanos (15%) nessa região, proporções observadas somente num curto período durante o início Pleniglacial Inferior. Em Catas Altas, entre ~47.740^{14}C a 26.500^{14}C anos A.P., também foram amostradas as maiores porcentagens de táxons montanos, evidenciando um período úmido e frio durante o Pleniglacial Médio (Behling & Lichte 1997). Em Cambará do Sul, as concentrações de pólen de floresta de Araucária foram relativamente maiores ao

final do Pleniglacial Médio e parte do Pleniglacial Superior e tenderam a reduzir bruscamente durante o UMG a 21.000 anos A.P. (Behling *et al*. 2004). Nas latitudes baixas do sudeste as porcentagens de pólen montano e de pólen herbáceo também tenderam a reduzir e pólen de terras baixas aumentou gradualmente em direção ao UMG (Behling *et al*. 2002, Behling & Lichte 1997).

Em Colônia entre ~40.000 a 30.750 anos A.P. as porcentagens de pólen arbóreo foram muito baixas evidenciando um período seco ao final do Pleniglacial Médio. Entre ~30.750 a 21.000 anos A.P. a concentração de pólen arbóreo aumentou continuamente e ultrapassou 90% e a presença de táxons montanos sugere que o clima estaria frio e úmido em grande parte do Pleniglacial Superior (Ledru *et al*. 2005). Em GeoB 3202-1 a ~42.000 a ~40.000 anos A.P. as porcentagens de pólen montano aumentaram progressivamente entre 5% a 10%, maiores que o período anterior, enquanto pólen campestre tendeu a reduzir, destacando maior precipitação ou redução da estação seca. Entre 40.000 a ~32.000 A.P. as porcentagens de pólen montano e de táxons de terras baixas reduziram e houve um aumento na concentração de pólen campestre, sugerindo menor precipitação ou aumento da estação seca. Períodos curtos de maior umidade intercalados com um período mais seco podem ser observados entre ~32.000 a 30.000 anos A.P., quando a ~30. 540 anos A.P. verificou-se um aumento na concentração de pólen montano e mantiveram-se altas por um longo período que inclui o UMG, mas pólen campestre tendeu a aumentar. No Morro do Itapeva ao final do Pleistoceno Médio e início do Pleniglacial Superior (28ka A.P.) houve baixas porcentagens de pólen montanos, evidenciando que a seca e temperaturas baixas foram mais bruscas nas áreas de maior altitude. Os resultados do registro marinho GeoB 3202-1 um pouco discordantes do registro de Colônia ao final de Pleniglacial Médio podem estar indicando que provavelmente os táxons montanos já estavam ocupando altitudes mais baixas a pelo menos 42.000 anos A.P..

Esses registros evidenciaram que no início do Pleniglacial Superior a precipitação pode ter sido desigual entre as diferentes regiões geográficas ou variou ao longo de gradientes altitudinais. As temperaturas e a precipitação podem ter reduzido gradualmente, promovendo uma intensa seca e baixas temperaturas durante o UMG na maioria dos registros palinológicos analisados. O UMG, a 21.000 anos A.P., têm sido considerado uma época muito seca no sul e sudeste brasileiros e teria interrompido a deposição polínica nas terras baixas sul-americanas e provavelmente dificultando o estabelecimento de espécies florestais (Ledru *et al*. 1998, Behling 2002). Alguns registros sugeriram condições favoráveis em algumas regiões para a ocorrência de florestas compostas por táxons florestais tolerantes às temperaturas mais frias em fases iniciais do Pleniglacial Superior e em outras em datas próximas ao UMG, como Colônia, GeoB 3202-1, e no centro-oeste em Cromínia e Águas Emendadas, demonstrando o quão forte foram estas mundanças climáticas na distribuição ao longo do

Planalto Brasileiro de táxons arbóreos montanos tolerantes à clima frios. Os registros de Colônia evidenciaram que táxons montanos podem ter tido importância na composição florística em áreas florestas em altitudes medianas do sudeste brasileiro em épocas favoráveis para a ocorrência durante todo o Pleniglacial e o registro GeoB 3202-1 pode estar sugerindo que estes compunham florestas em altitudes ainda menores, mas não permite identificar onde formações poderiam estar ocorrendo durante o longo período de temperaturas mais frias que o caracteriza o Pleniglacial.

Os registros palinológicos demonstraram claramente que espécies florestais montanas puderem ocorrer em altitudes e latitudes menores e longitudes maiores do que as atualmente observadas, como sugerido pelos modelos para o passado, mas que foram favorecidas em momentos distintos entre as regiões geográficas analisadas. Populações de espécies montanas dispersas em latitudes menores do sudeste brasileiro puderam ocorrer antes das intensas mudanças climáticas observadas durante o UMG, quando táxons florestais montanos tenderam a reduzir sua concentração na maioria dos registros palinológicos. Entre os modelos de 132.000 anos A.P. e os modelos para 21.000 anos A.P., as riquezas estimadas para registros palinológicos na mesma região geográfica e com altitudes similares apresentaram-se convergentes, mas padrões regionais podem ser observados. Cenários vegetacionais distintos podem ser propostos para as diferentes regiões, ao relacionarmos os resultados sugeridos pelos modelos de distribuição potencial das EAM e padrão vegetacional observado nos registros palinológicos.

Nos RP da região centro-oeste, os cenários climáticos para o UMG sugeriram um considerável aumento da riqueza estimada em relação ao cenário para o UIG. Landrum (1981) relacionou a ocorrência de *Myrceugenia alpigena* no Maciço Goiano às mudanças climáticas proporcionadas pelo Último Máximo Glacial. Esses registros apresentaram maiores riquezas estimadas nos cenários do UMG, do que os cenários para o UIG e presente. A presença de alguns táxons montanos em Cromínia em datas durante o Pleniglacial Médio (60 ka – 28 ka A.P.) e anteriores ao RP de Águas Emendadas, durante o Pleniglacial Superior (28 ka – 13 Ka A.P. – Hooghiemstra *et al*. 2000), sugere uma expansão de táxons montanos de maiores latitudes em direção às menores latitudes nessa região, provavelmente devido à diminuição da precipitação anterior em Cromínia do que em Águas Emendadas, evidenciado pela redução nas porcentagens de pólen arbóreo (Ledru *et al*. 1998). Os táxons montanos observados nesses RP provavelmente se expandiram de populações já estabelecidas no Triângulo Mineiro pelo menos durante o Pleniglacial Médio. O cenário LGM_C sugeriu uma rota pela região central e noroeste de Minas Gerais com condições climáticas adequadas para táxons florestais, onde não existem registros palinológicos que possam comprovar a presença de táxons montanos e que formações vegetacionais estiveram presentes nessa região durante o UMG.

Nos RP do Triângulo Mineiro as riquezas estimadas foram relativamente similares entre os cenários para o UIG e para o UMG. As menores porcentagens de pólen montano em Salitre sugeriram que espécies montanas provavelmente cresciam a certa distância da amostragem, provavelmente em altitudes maiores, como indicou o registro de Serra Negra (Ledru *et al*. 1996). Esses dois registros evidenciaram a presença de táxons montanos em datas anteriores ao UMG, durante o Pleniglacial Médio. Salitre e Serra Negra foram previstos pelos modelos do UMG de grande parte das EAM com baixas a altas PMP. *Drimys brasiliensis*, *Myrceugenia alpigena* e *Roupala rhombifolia,* por exemplo, apresentaram maiores PMP em direção a Serra Negra. Os modelos específicos para o UMG previram PMP maiores em áreas ao sul ou ao norte no Triângulo Mineiro, destacando-se a região da Serra da Canastra, onde atualmente *Drimys brasiliensis* apresenta registros de ocorrência. A presença de táxons montanos nessa região sugere uma rota de migração pelo sul do estado de Minas Gerais, que abrange áreas ao sul da Serra da Mantiqueira Meridional, noroeste do Planalto Atlântico Paulista, até o Maciço Alcalino de Poços de Caldas, permitindo a expansão até a Serra da Canastra, região ao sul dos registros palinológicos disponíveis para o Triângulo Mineiro.

Algumas EAM ocorrem atualmente nos Patamares Escalonados da Serra do Caparaó, no norte da Zona da Mata de Minas Gerais divisa com o Espírito Santo, como *Ilex taubertiana*, *Symplocos falcata*, *Drimys brasiliensis*, *Myrceugenia alpigena* e *Weinmannia humilis* (Leoni 2000, Ribeiro 2003, Aranha-Filho *et al*. 2007, Mazine & Souza 2008). Entretanto, *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* não apresentam registros recentes para Serra do Caparaó, onde foram provavelmente extintas devido à extração de matas de araucária descritas para a região (Koch *et al*. 2007). O RP GeoB 3229-2 demonstrou que a presença de táxons montanos na drenagem do Rio Doce pelo menos a ~90.000 anos A.P. (Behling *et al*. 2002). As projeções para o UIG apresentaram PMP similares ou menores do que os modelos do presente enquanto os cenários para o UMG aumentaram as PMP por toda a Zona da Mata de Minas Gerais, mas em altitudes menores do que atualmente são observadas florestas alto-montanas nessa região. O cenário LGM_C também previu uma área na divisa entre Minas Gerais e o sul da Bahia, onde florestas montanas atualmente ocorrem e *Drimys brasiliensis* foi recentemente coletada. Algumas das EAM ocorriam nos Patamares Escalonados da Serra do Caparaó desde o início do UMG e após o estabelecimento de maiores temperaturas os táxons montanos re-ocuparam as regiões de maior altitude nessa região. A difusão de espécies montanas por áreas relativamente próximas, como nas florestas montanas da Bahia, pode ter ocorrido em momentos posteriores.

Os modelos para o UMG também sugeriram maiores riquezas estimadas para os registros palinológicos da Cadeia do Espinhaço. O cenário LMG_M sugeriu um aumento nas PMP por uma

região mais extensa da Cadeia do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, enquanto o cenário LGM_C concentrou as PMP na região sul do Espinhaço, e previram maiores riquezas na Chapada Diamantina no estado da Bahia. Indivíduos de *Araucaria angustifolia* e *Symplocos falcata* são observados atualmente no município de Ouro Preto (Hueck 1953, Lima 2008), enquanto *Drimys brasiliensis*, *Myrceugenia alpigena*, *Podocarpus lambertii* e *Roupala rhombifolia* ocorrem na Serra do Cipó e na Chapada Diamantina (Landrum 1981, Giuliette & Pirani 1998, Zappi *et al*. 2003). O RP de Catas Altas indicou a presença de montanos durante o Pleniglacial Médio ao sul da Cadeia do Espinhaço. Atualmente espécies montanas ocorrem ao longo da Cadeia do Espinhaço em capões de matas e florestas de galeria e na Chapada Diamantina em áreas de maior altitude (Meguro *et al*. 1996, Zappi *et al*. 2003). A difusão das espécies montanas entre a face leste ao sul da Cadeia do Espinhaço e a Serra da Mantiqueira Meridional por ter ocorrido pela Zona da Mata de Minas Gerais segundo os cenários climáticos para o UMG. A ocorrência de táxons montanos distribuídos ao longo de toda a Cadeia do Espinhaço pode ter sido obtida pelo menos durante o Pleniglacial Médio, mas existem evidências na transição entre o Pleistoceno Tardio e o início do Holoceno de condições climáticas que permitiram a difusão ou um aumento das populações desses táxons tanto ao sul quanto ao norte desta cadeia de montanhas (De Oliveira *et al*. 1999, De Oliveira *et al*. 2005).

Para as regiões de altitude do sudeste, os modelos para o UMG sugeriram riquezas estimadas menores do que os modelos para o UIG e presente. Entretanto, algumas áreas da Serra dos Órgãos no estado do Rio de Janeiro apresentaram-se favoráveis para a manutenção das EAM em todos os cenários climáticos. A baixa representatividade de pólen montano no Morro do Itapeva e a presença de táxons montanos em Catas Altas e em maiores porcentagens em Colônia e em GeoB 3202-1 sugerem reduções na faixa altitudinal mínima para a ocorrência de táxons montanos no sudeste brasileiro durante o Pleniglacial Superior, como proposto pelos modelos do UMG. A redução da faixa altitudinal mínima para a ocorrência de florestas montanas entre 500 a 1.000 metros, na região sudeste, expõe áreas bem mais extensas e contínuas ao longo do Planalto Brasileiro (Behling *et al*. 2002). Para algumas áreas de altitude do sudeste, como na Serra da Mantiqueira Meridional e na Serra da Bocaina, a presença atual de táxons montanos pode representar re-ocupações pós-UMG ou uma re-expansão de pequenas populações pré-existentes durante o UMG.

Nas áreas planálticas e de altitude da região sul, os modelos para o UMG também sugeriram uma forte redução na riqueza estimada em relação aos modelos para o UIG e para o presente. A sobreposição dos modelos para o UMG demonstrou um deslocamento das condições climáticas favoráveis para a manutenção das EAM para áreas de altitudes medianas em direção ao interior do continente, de forma mais contínua no cenário LGM_M, enquanto o cenário LGM_C previu áreas

favoráveis no interior do Paraná e Rio do Grande do Sul, divisa com Santa Catarina. Entretanto, algumas áreas na borda do Primeiro e do Terceiro Planalto Paranaenses apresentaram-se favoráveis para a manutenção das EAM em ambos os cenários climáticos. Os modelos também sugeriram uma redução na faixa altitutidinal mínima para a ocorrência de formações florestais nessa região e que as áreas de maior altitude da borda da Serra Geral não estariam florestadas durante o UMG. A maioria das EAM modeladas ocorrem com altas a baixas freqüências em florestas ombrófilas mistas na região sul, mas para várias delas sua abundância é maior em florestas alto-montanas nessa região. Entretanto os registros palinológicos que abrangeram áreas em altitudes baixas e medianas na região sul sugerem o predomínio de formações campestres e baixa representatividade de formações florestais por um longo período (Behling *et al*. 2004, Behling *et al*. 2005). A re-ocupação das áreas de altitude na região sul, principalmente ao sul de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul ocorreu posteriormente ao UMG.

Nas terras baixas litorâneas do sul e sudeste são poucos os registros palinológicos que englobam datas durante o Pleniglacial Superior. A maioria dos modelos específicos para o UMG evidenciou condições climáticas favoráveis para a ocorrência das EAM em áreas ao longo da região costeira do sul e sudeste brasileiros. Alguns modelos para o UMG sugeriram um aumento na área de ocupação nas terras baixas do Espírito Santo em direção à região nordeste, principalmente para espécies mais freqüentes em altitudes medianas ou ocorrentes em terras baixas do sul e sudeste. Os registros marinhos evidenciaram reduções nas porcentagens de táxons de terras baixas durante o UMG no sudeste brasileiro, mas o registro do Rio Doce apresentou porcentagens maiores de pólen de terras baixas do que o a drenagem do Rio Paraíba do Sul (Behling *et al*. 2002). O RP de Volta Velha sugeriu a presença de florestas compostas por táxons adaptados a um clima mais frio, com predomínio de Myrtaceae, também observadas em registros costeiros em maiores latitudes nessa região durante o Pleistoceno Tardio (Behling 1997, Behling & Negrelle 2001). Saia *et al*. (2007) verificaram em alguns registros nas terras baixas ao sul do estado de São Paulo indícios de formações mais abertas durante o final do UMG.

Carnaval & Moritz (2008) sugeriram por modelos de distribuição potencial para o UMG que a floresta atlântica tropical não ocorria na região sul e ocorreria na região sudeste a partir de ~24ºS de latitude, segundo o algoritmo Maxent, enquanto o algoritmo Bioclim deslocou a área potencial ocorrência para ~20ºS. Os modelos que incluíram a distribuição da floresta atlântica planáltica evidenciaram um deslocamento para ~19ºS, desconsiderando a sobreprevisão proposta pelo Maxent para o interior do estado de São Paulo, onde o RP de Botucatu evidenciou uma paisagem desprovida de elementos arbóreos durante o Pleniglacial Superior (Behling 2002). Considerando as latitudes

sugeridas pelo algoritmo Maxent, a região costeira e os sopés das cadeias montanhosas litorâneas ao norte do estado de São Paulo poderiam ter representado um refúgio durante o UMG para táxons florestais tropicais atlânticos, mas talvez com populações reduzidas, ou estes se deslocaram em direção ao norte, alcançando o estado da Bahia, pelo estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Nas florestas costeiras ao sul de São Paulo até a região sul, alguns táxons montanos poderiam ter sido representativos nas áreas que estiveram florestadas (Behling & Negrelle 2001). Principalmente os gêneros de origem austral-antártica apresentam condições fisiológicas para ocorrer em florestas de terras baixas e restingas (Safford 2007).

Mas que formações vegetacionais puderam ser observadas no Planalto Brasileiro durante o UMG? Na maioria dos RP disponíveis houve predomínio de pólen de formações campestres em detrimento ao de formações florestais. Behling (2002) sugeriu que formações campestres teriam ocupado uma extensa área na região sul e sudeste, entre as latitudes de 28ºS/27ºS a pelo menos 20ºS durante o UMG. As florestas estacionais semidecíduas e os cerrados teriam sido substituídos por formações campestres e florestas de galeria estariam compostas por táxons subtropicais que ocupavam vales que se mantiveram úmidos (Behling 1997, Behling 2002). Nas áreas planálticas e de altitude do sul e do sudeste, as florestas de araucária e florestas nebulares teriam reduzido significativamente sua área de ocupação e teriam sido substituídas por campos de altitude (Behling 1997, Behling 2002). A predominância de pólen herbáceo e baixas porcentagens de pólen montano no Vale do Rio Doce sugerem a ocorrência de extensas formações campestres e manchas de florestas de Araucária e florestas montanas em latitudes menores da região sudeste. Entretanto, as porcentagens de pólen das diferentes formações vegetacionais sugerem a ocorrência de uma estação seca prolongada e índices de precipitação abaixo de 1.400 mm anuais, que não permitiriam uma expansão significativa de florestas de Araucária e floresta montanas no interior do sudeste brasileiro durante o UMG (Behling *et al*. 2002).

As altas porcentagens de pólen herbáceo no RP GeoB 3202-1 do Rio Paraíba do Sul sugerem fortemente que também nas regiões em latitudes medianas do sudeste predominavam formações campestres e que principalmente as florestas ombrófilas de terras baixas teriam sofrido grandes reduções na sua área ocupação (Behling *et al*. 2002). As baixas porcentagens de pólen de florestas estacionais semidecíduas e mesmo a ausência de pólen de plantas arbóreas dos cerrados sugerem que estas formações teriam reduzido sua área de ocupação e que foram substituídas por formações campestre na região sudeste. Apesar de porcentagens menores durante o UMG, táxons de florestas semidecíduas poderiam ter permanecido na região centro-oeste, onde táxons arbóreos de cerrados também foram observados (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1997, Barberi *et al*. 2000), em

áreas restritas no Planalto Atlântico Paulista ou nas terras baixas litorâneas do sudeste (Ledru *et al*. 2005, Behling *et al*. 2002) ou também teriam se deslocado em direção à região nordeste (Carnaval e Moritz 2008).

Behling (1997) sugeriu que a difusão das florestas de araucária pela região sudeste teria ocorrido somente por vales protegidos que apresentariam maior umidade. Táxons de florestas semidecíduas em conjunto com táxons montanos provavelmente formaram uma extensa rede dendrítica de florestas de galeria no interior do Planalto Brasileiro. Gradientes altitudinais curtos nesses vales também podem ter promovido uma separação local desses táxons (Behling 1997). Atualmente, florestas de galeria no Planalto Brasileiro funcionam como corredores efetivos para a migração de táxons entre formações secas dependentes de solos férteis (chaco-cerrados-caatingas) e ombrófilas (floresta amazônica-cerrado-floresta atlântica), dependentes de alta umidade no solo (Oliveira-Filho & Ratter 1995) e provavelmente durante o UMG apresentaram uma composição florística bastante distinta. O predomínio de formações campestres entremeadas por florestas de galeria e a ocorrência de manchas florestais mais restritas pode ter sido o cenário vegetacional observado durante o Pleniglacial Superior nos planaltos do sul e sudeste brasileiros. Mas em algumas regiões manchas florestais mais extensas compostas principalmente por táxons adaptados às condições frias poderiam ter se formado como nos sopés de montanhas ou em vales mais extensos como observado em Salitre (Ledru *et al*. 1996).

Algumas regiões de altitudes medianas na região sudeste teriam permanecido florestadas durante o UMG. Entretanto, a área de ocupação em relação ao presente teria sido bem menor. O cenário LGM_M apresentou áreas de elevada riqueza estimada por todo o Planalto Atlântico Paulista que se conectariam ao Primeiro Planalto Paranaense, além de áreas na Serra do Rio de Janeiro e montanhas interioranas do sul de Minas Gerais, no Planalto de Poços de Caldas. O cenário LGM_C também sugeriu condições climáticas para a ocorrência das EAM nessas regiões com riquezas estimadas relativamente menores do que o cenário LGM_M. Uma área de altitudes medianas que compreende a região da Serra do Ibitipoca e Barbacena, no estado de Minas Gerais, apresentou-se favorável nos dois cenários para o UMG. A presença de táxons montanos na drenagem do Rio Paraíba do Sul em porcentagens maiores durante parte do Pleniglacial Superior atestam que táxons frios poderiam compor formações florestais na região sudeste talvez em altitudes medianas (Behling *et al*. 2002). O RP da Cratera de Colônia, município de São Paulo, localizado na borda do Planalto Atlântico Paulista, indicou porcentagens elevadas de táxons arbóreos durante o UMG, onde pólen de *Hedyosmum*, *Podocarpus* e *Weinmannia* foram observados, quando haviam altas porcentagens de pólen arbóreo (Ledru *et al*. 2005).

A borda do Planalto Atlântico poderia ter comportado manchas florestais compostas por táxons montanos e que teriam permitido novamente uma difusão de espécies entre as florestas montanas do sul e sudeste, explicando em parte a similaridade florística observada entre as florestas alto-montanas dessas regiões. Atualmente as florestas alto-montanas ao longo do Planalto Atlântico compartilham algumas espécies com as florestas alto-montanas sulinas e da Serra da Mantiqueira, mas apresentaram uma maior porcentagem de táxons estacionais do que as anteriores. São poucos os registros palinológicos amostrados nas áreas onde as sobreposições dos modelos sugerem condições adequadas para a co-ocorrência das EAM, e futuros estudos podem indicar se florestas contínuas ocorriam nas regiões propostas pelos modelos em algum momento do Pleniglacial, principalmente no estado de Minas Gerais.

Entre os modelos do UMG e os de presente, houve um aumento na riqueza estimada nos RP localizados em áreas de altitude do sul e sudeste brasileiros, enquanto houve uma redução nas demais regiões analisadas. No início do Pleistoceno Tardio (20 a 10 ka A.P), após o UMG, vários registros sugeriram que as condições climáticas teriam permanecido frias e secas (Behling 1997, Behling 2002, Salgado-Labouriau 1997, Ledru *et al*. 1998, de Oliveira 2005). No vale do rio Tamanduá, no estado de São Paulo, entre 17.000 a 11.000 anos A.P., a precipitação pode ser sido pouco freqüente, mas relativamente alta quando ocorria, sugerindo um clima de seco a semi-úmido (Salgado-Labouriau 1997). O cenário vegetacional observado teria sido similar ao descrito para o UMG para o sul e sudeste, com predomínio de formações campestres e florestas menos extensas (Behling 1999, Behling 2002). O aumento expressivo da precipitação e temperaturas mais elevadas ao final do Pleistoceno Tardio e início do Holoceno teriam promovido novamente intensas mudanças vegetacionais no Planalto Brasileiro e promovido a re-expansão de formações florestais (Ledru *et al*. 1996, Behling 1997a, Behling 2002). O Holoceno foi marcado por fases ora mais quentes ou mais frias em períodos relativamente curtos e as mudanças vegetacionais teriam sido mais intensas do que durante o UMG e o Pleistoceno Tardio (Ledru *et al*. 1996, Behling *et al*. 2004, De Oliveira 2005). No Holoceno Médio uma intensa seca pode ter favorecido novamente a re-expansão de formações campestres, que foram posteriormente substituídas novamente por formações florestais no sul e grande parte do sudeste (Behling *et al*. 2007).

Na região centro-oeste, a umidade começou a diminuir entre 22.000 a 18.000 anos A.P. e promoveu a substituição de formações florestais e cerrados densos por formações savânicas mais abertas (Salgado-Labouriau 1997). Em Cromínia, a baixa concentração de pólen, esporos e algas, entre 18.500 a 11.300 anos A.P., sugeriu uma fase seca e talvez fria ao final do Pleistoceno, e condições secas, mas não frias, foram observadas ~7.700 anos A.P. (Ferraz-Vicentini & Salgado-

Labouriau 1996). Em Águas Emendadas, um forte decréscimo na concentração e diversidade de palinomorfos ocorreu entre ~21.000 a ~7.220 anos A.P.. O re-estabelecimento da precipitação e o aumento progressivo no comprimento da estação seca entre ~7.000 anos A.P. a ~5.600 anos A.P. permitiu a re-expansão da vegetação savânica (Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau 1996, Barberi *et al*. 2000). Para o presente, a região de Águas Emendadas continuou favorável para a manutenção de algumas EAM, enquanto em Cromínia a riqueza estimada foi menor, provavelmente devido às diferenças altitudinais entre essas regiões. De Oliveira *et al*. (2005) sugeriram que devido ao aumento das temperaturas os táxons adaptados às condições mais frias, que ainda permaneceram nessa região, teriam se deslocado para maiores latitudes ou para áreas de maiores altitudes nessa região devido ao aumento das temperaturas.

Em Salitre, entre ~16.800 a 14.230 anos A.P. verificou-se uma redução na freqüência de pólen arbóreo de 72% até 24%, após uma interrupção no registro palinológico, entre ~28.740 a 16.800 anos A.P.. Pólen de táxons montanos estiveram representados como *Araucaria*, *Drimys*, *Ilex*, *Myrsine*, *Podocarpus* e *Symplocos*, em conjunto com *Alchornea*, *Celtis*, *Lithraea/Tapirira*, *Miconia*, *Tecoma* e *Zanthoxylum*, mas houve predomínio de táxons herbáceos (31% a 72%). A ~10.440 anos A.P. a freqüência de pólen arbóreo reduziu a 6% e houve alta freqüência de pólen herbáceo. O período entre 9.200 a 8.000 anos A.P. esteve caracterizado pela alta freqüência de pólen de *Araucaria* (11%) caracterizando a re-expansão de florestas compostas por táxons adaptados às condições frias, como *Ilex*, *Drimys*, *Myrsine*, Myrtaceae, *Podocarpus*, *Symplocos*, além de *Alchornea*. Esses táxons foram posteriormente substituídos por táxons de florestas estacionais. Um período de predomínio de pólen herbáceo foi novamente observado entre ~5.500 a 4.500 anos A.P., e posteriormente a partir de 4.350 anos a floresta estacional expandiu-se novamente. Em Serra Negra, após um longo tempo sem registro palinológico, táxons montanos também ocorriam em conjunto com táxons estacionais, a ~14.430 anos A.P. (Behling & Litche 1997).

A transição entre o Pleistoceno Tardio e o Holoceno, também marcou intensas mudanças climáticas no interior do estado da Bahia. De Oliveira *et al*. (1999) verificaram uma alta diversidade polínica arbórea, entre 10.990 a 10.540 anos A.P., sugerindo formações florestais numa região atualmente dominada por caatingas. Ericaceae, *Hedyosmum*, *Humiria* e *Myrsine* apresentaram altas porcentagens (5% a 22%), quando táxons de cerrado e caatingas foram muitos raros (De Oliveira *et al*. 1999). Os RP lacustres da Cadeia do Espinhaço e Zona da Mata de Minas Gerais também apresentam mudanças vegetacionais que incluíram a substituição de formações campestres ou savânicas por florestas estacionais semidecíduas e períodos de mudanças climáticas curtas recentes que promoveram a coexistência de cerrados e florestas semidecíduas em algumas áreas (Behling

1995, Rodrigues-Filho *et al*. 2002, Behling 2003, Salgado-Labouriau 1997). Na Lagoa dos Olhos, em Minas Gerais, o clima esteve frio e semi-úmido, entre ~19.520 a cerca de 13.700 anos A.P., quando pólen de *Alchornea*, *Hedyosmum*, *Myrsine*, Myrtaceae, *Podocarpus* e *Caryocar* formaram uma formação florestal em conjunto com alta proporção de pólen herbáceo (Behling & Litche 1997, Salgado-Labouriau 1997, De Oliveira *et al*. 2005). A partir de 9.330 anos A.P., com o aumento das temperaturas, táxons montanos foram gradualmente substituídos por táxons de florestas semidecíduas. Posteriormente, a diminuição gradual da precipitação permitiu o estabelecimento da vegetação savânica (De Oliveira *et al*. 2005).

Os RP marinhos registraram uma redução contínua de pólen herbáceo e aumento de pólen florestal desde o Pleistoceno Tardio até o Holoceno. No RP GeoB 3229-2, táxons florestais de terras baixas registraram sua maior porcentagem (53%) a ~12.400 anos A.P., enquanto táxons montanos tenderam a reduzir continuamente ~36.000 a 9.500 anos A.P., e foram menos representativos do que em períodos anteriores. A porcentagem de pólen herbáceo também reduziu gradualmente ente 56%, a 23.000 anos A.P., à 32% a 12.000 anos, alcançando 39% a 9.000 anos A.P.. Uma das amostras do início do Holoceno apresentou alta porcentagem de pólen de terras baixas (46%) e baixos valores de pólen montano (5%) e pólen herbáceo (39%). No RP GeoB 3202-1, entre 18.800 e 13.000 anos A.P., a porcentagem de pólen herbáceo reduziu continuamente entre 70% a 40%, enquanto os táxons de terras baixas aumentaram de 18% a 44% e os táxons montanos variaram entre 2 a 10%. Entre 18.800 a 13.000 anos A.P. a porcentagem de pólen de terras baixas aumento de 18% para 44% e a menor porcentagem de pólen herbáceo (40%) a 13.000 anos A.P.. As porcentagens de *Podocarpus*, *Symplocos tenuifolia*-tipo e *Weinmannia* aumentaram ao final do Pleistoceno Tardio.

Nas áreas de altitude medianas do estado de São Paulo, Ledru *et al*. (2005) observaram no RP de Colônia uma redução contínua e baixa na freqüência de PA, entre 3% a 14%, a partir de ~20.000 até 10.000 anos A.P.. A partir de ~8.000 anos A.P. verificou-se uma nova re-expansão florestal. No Morro do Itapeva, entre 17.000 a 10.940 anos A.P., houve predomínio de formações campestres e táxons de florestas nebulares foram raros (2,1%) e provavelmente estiveram estabelecidos em altitudes menores (Behling 1997, Behling 1998). Um aumento progressivo na porcentagem de pólen de florestas nebulares, entre 7% a 13%, foi observado ao final dessa fase e entre 9.900 a 2.610 anos A.P., obtiveram entre 22% a 38% do espectro polínico. *Weinmannia* representou entre 11% a 22% desse espectro, enquanto *Drimys* (1,5-4%) e *Clethra* (1-2.5%) aumentaram pela primeira vez. A porcentagem de pólen de florestas de Araucária também aumentou durante este período (4-8%), mas somente a partir de 2.610 anos A.P., as porcentagens de *Araucaria* (0,2-3,4%) e *Podocarpus* (0,4-2,6%) aumentaram (Behling 1997).

Na Serra da Bocaina, também houve predomínio de formações campestres, que tenderam a reduzir durante o Holoceno. No RP SDB1, entre 15.410 a 12.510 anos A.P., o pólen de floresta alto-montana variou entre 7% a 12% e o de floresta tropical entre 1% a 5%. Pólens de *Araucaria*, *Cyathea*, *Dicksonia* e *Podocarpus* estiveram ausentes ou foram raros. Entre 9.420 a ~8.030 anos A.P., o pólen herbáceo foi menos freqüente (55-40%), enquanto o de floresta alto-montana esteve bem representado (20-26%), após uma época sem registro, entre 14.500 a 10.800, provavelmente devido a um aumento marcado na precipitação (Behling *et al* 2007). *Araucaria* não esteve representada, enquanto o pólen de pteridófitas foram um pouco mais abundante. No RP SDB2, entre 9.230 a 6.390 anos A.P., as porcentagens de pólen campestre representaram entre 60% a 70%, enquanto as porcentagens de pólen de florestas alto-montanas variaram entre 8% a 16%. Entre 6.390 a 4.130 anos A.P. a porcentagem de pólen campestre reduziu (35-50%), enquanto houve aumento na porcentagem de pólen de florestas alto-montanas e floresta atlântica (Behling *et al*. 2007).

Garcia *et al*. (2004) observaram no RP de Jacareí no Vale do Paraíba, a presença de alguns pólens montanos entre ~8.850 a 5.400 anos A.P., como *Araucaria*, cf. *Gaylussacia*, *Ilex*, *Symplocos*. *Podocarpus* e *Drimys* estiveram representados por poucos grãos de pólen. *Araucaria* esteve representada por 1,9% da concentração polínica a ~8.100 anos A.P., quando em conjunto com outros táxons montanos foram observadas em altitudes menores dentro do Vale do Rio Paraíba. A presença de pólen de *Araucaria* foi também verificada nesse período em registros palinológicos de Taubaté e em Eugênio de Melo, sugerindo a existência de indivíduos dessa espécie espalhadas nessa região (De Oliveria *et al*. 2005). *Ilex*, *Myrtaceae* e *Hedyosmum* também foram observados no município de São Paulo a ~8.120 anos A.P., evidenciado um fase fria (Takiya 1997 apud Garcia *et al.* 2004). A presença de táxons montanos no Planalto Atlântico Paulista e no Vale do Paraíba sugere que fragmentos florestais compostos por táxons frios ocorriam dispersos ainda no início do Holoceno. Os fragmentos de florestas de Araucária observados no interior do estado de São Paulo, no sul de Minas Gerais, até o Planalto de Poços de Caldas e também na região de Barcebacena talvez representassem áreas onde florestas compostas por táxons montanos poderiam ocorrer desde o Pleistoceno Tardio, ou mesmo anterior a esse período. O aumento das temperaturas e um período de maior seca observado no Holoceno Médio podem estar envolvidos na extinção das populações de táxons montanos nessas regiões, ou reduzido a importância dessas espécies na constituição das florestas em altitudes mais baixas nas latitudes medianas do sudeste.

Na região sul os registros palinológicos sugeriram que o Pleistoceno Tardio esteve relativamente mais quente do que UMG, mas ainda predominavam campos nas áreas de altitude e alguns táxons montanos ocorriam em vales protegidos com umidade suficiente (Behling 1997 Araujo

et al. 2005). Em contraste com os campos no sudeste brasileiro, as formações campestres sulinas não foram substituídas por florestas até cerca de 4.300 anos A.P., com um aumento significativo de táxons florestais em algumas regiões somente a partir de ~1.100 anos A.P. (Behling *et al*. 2001, Behling 2002, Behling *et al*. 2004, Behling *et al*. 2007). No RP da Serra dos Campos Gerais, no Paraná, houve predomínio de pólen herbáceo por todo o período analisado, a partir de 12.480^{14}C anos A.P., quando florestas de Araucária e outros táxons atlânticos ocorreram em baixas porcentagens e provavelmente estiveram restritos em vales mais úmidos. A expansão de florestas de Araucária e de florestas tropicais foi observada somente entre 2.850^{14}C a 1.530^{14}C anos A.P. (Behling 1997c, Behling 1998).

Nas áreas elevadas de Santa Catarina, na Serra do Rio do Rastro e da Boa Vista, entre 14.000^{14}C a 10.000^{14}C anos A.P., formações campestres foram dominantes e pequenas manchas de floresta de Araucária provavelmente ocorriam no vales de maior umidade. Entre 10.000^{14}C a 3.000^{14}C anos A.P., na Serra da Boa Vista, verificou-se uma aumento na proporção de táxons florestais atlânticos, seguido pelo aumento de florestas de araucária no ínicio do Holoceno que se tornaram mais freqüentes a partir ~1.530 anos A.P. (Behling 1998). Na Serra do Rio do Rastro e no Morro da Igreja, a expansão de florestas de Araucária ao longo de vales iniciou-se a cerca de ~2,900 anos A.P., quando a cerca de ~1.000 anos A.P. se expandiram sobre as formações campestres e houve a expansão de florestas nebulares nas áreas de maior altitude. Entretanto, táxons de florestas nebulares estiveram representados no Morro da Igreja desde ~4.000^{14}C anos A.P., enquanto que na Serra do Rio Rastro a partir de ~2.000^{14}C anos A.P. (Behling 1998).

Nas terras baixas do estado do Paraná e Santa Catarina, formações florestais compostas por táxons tropicais atlânticos se tornaram mais freqüentes a ~12.300^{14}C anos A.P. (Behling 1998, Behling & Negrelle 2001). Em Volta Velha, entre 14.328^{14}C e 12.220^{14}C anos A.P., a concentração de pólen de formações campestres reduziu gradualmente, entre 84% a 29%, e houve aumento de pólen arbóreo, destacando-se pólen de táxons montanos, como *Ilex, Podocarpus* e *Symplocos tenuifolia*-tipo, além de Myrtaceae e Melastomataceae. Entre 12.220^{14}C a 6.720^{14}C anos A.P., a concentração de pólen herbáceo variou entre 46% a 27% e uma mistura de táxons montanos ocorreu em conjunto com o de floresta tropical, como *Alchornea*, Arecaceae, Moraceae/Urticaceae. *Byrsonima*, *Hedyosmum*, *Piper*, *Pera*, *Rhizophora*, *Struthantus* e *Tapirira* apresentaram seus primeiros registros (Behling & Negrelle 2001). Em Santa Catarina, nas terras baixas próximas a Serra do Rio do Rastro e da Boa Vista e em Poço Grande, entre 14.000^{14}C a 10.000^{14}C anos A.P., houve predomínio de pólen de Myrtaceae e táxons tropicais, como *Alchornea* e Arecaceae, foram raros. Entre 10.000^{14}C a 3.000^{14}C anos A.P. houve o re-estabelecimento de uma floresta composta por táxons tropicais (Behling 1998).

No Rio Grande do Sul, no RP de Cambará do Sul, a concentração de pólen campestre continuou alta até ~1.140^{14}C anos A.P., e variou entre 55% a 24%, até ~410^{14}C anos A.P., posteriormente representando somente 11% da concentração polínica. Pólen de floresta de Araucária foi gradualmente apresentando maiores concentrações, variando entre 3% a 13%, durante 11.540^{14}C a 3.950^{14}C anos A.P. e entre 39% a 80% a partir de 1.100^{14}C anos A.P. até 410^{14}C anos A.P., representando 87% da concentração polínica posteriormente. Táxons tropicais atlânticos variaram entre 2% a 6% entre a 3.950^{14}C anos A.P., tornando-se mais freqüentes a partir de 1.100^{14}C anos A.P. (Behling *et al.* 2004). No RP de São Francisco de Assis, o início do Holoceno foi marcado por condições secas e quentes e houve predomínio de pólen campestre. A expansão de florestas de galeria iniciou-se a cerca de 5.170 anos A.P. indicando condições mais úmidas. Posteriormente a cerca de 1.000 anos A.P. pólen táxons florestais tropicais e de florestas estacionais, como *Acalypha*, *Alchornea*, *Cecropia*, *Myrsine* e Moraceae, sugerem a re-expansão de outras formações florestais nessa região (Behling *et al*. 2005). Em São Francisco de Paula verificou-se um período seco entre 7.000 a 4.000^{14}C anos A.P., quando observou-se predomínio de formações campestres e manchas de floresta de Araucária. A expansão de florestas iniciou-se a ~1.060^{14}C anos A.P. enquanto a expansão de *Araucaria angustifolia* foi marcante a partir de 850^{14}C anos A.P. (Behling *et al*. 2001).

Stevaux (2000) sugeriu que condições climáticas secas predominaram na região sul entre ~40.000 a 8.000 anos A.P., seguido por um período de maior umidade entre 8.000 anos a 3.500 anos A.P., quando um segundo episódio seco foi verificado até 1.500 anos A.P.. O re-estabelecimento de condições úmidas é concordante com a re-expansão de formações florestais na região sul, após o segundo episódio de maior seca e teria correspondido à estabilização da posição das frentes polares frias que aparentemente voltaram a ser freqüentes entre nos últimos 3.000 anos (Ledru *et al*. 2005). Os registros palinológicos da região sudeste não apresentaram uma evolução paleoclimática similar durante o Pleistoceno Tardio e início do Holoceno (Stevaux 2000). A precipitação pode ter aumentado primeiro na região sudeste do que na região sul e as populações atuais de táxons montanos do sul e sudeste podem ter sido fundadas e expandido em momentos distintos. A presença de táxons montanos na região sudeste não corresponderia a uma expansão de populações advindas da região sul, pelo menos a partir do Pleistoceno Tardio.

Essas evidências sugerem que em algumas áreas de altitude nas latitudes medianas do sudeste as florestas alto-montanas como atualmente observadas se expandiram em algum período após o UMG, promovidas por deslocamentos vegetacionais ou expansão a partir de populações que sobreviveram localmente ou em áreas adjacentes protegidas durante o período frio e seco observado durante o UMG. A re-expansão de florestas alto-montanas na Serra da Mantiqueira e na Serra da

Bocaina foi observada ainda ao final do Pleistoceno Tardio e início do Holoceno e intensificada novamente no Holoceno, após um período de seca que teria promovido a redução ou extinção dos táxons montanos em altitudes medianas no sudeste brasileiro. O aquecimento da temperatura observado desde o Holoceno Médio deve ter reduzido a área de ocupação das espécies adaptadas às condições climáticas mais frias e permitido sua ocorrência somente nas áreas de altitude também devido a uma maior precipitação nessas áreas, onde atualmente apresentam grande importância fitossociológica. O período de reestabelecimento de formações florestais no sudeste pode ter sido uma época de intensa competitividade entre espécies adaptadas às diferentes condições climáticas observadas nessa região. A re-ocupação das florestas nas áreas de altitude entre o sul do Paraná e o sul de Santa Catarina, divisa com o Rio Grande do Sul também ocorreu a partir de populações de espécies florestais que ocorreriam em vales protegidos na borda da Serra Geral (Behling 2002). A re-expansão das florestas nebulares, a partir do Holoceno Médio, na região sul, pode ter ocorrido antes da expansão das florestas de Araucária.

A similaridade florística observada entre as áreas com florestas alto-montanas no sul e sudeste brasileiros está associada a um menor número de espécies tolerantes às condições climáticas frias quando comparadas ao número de espécies que compõem a Floresta Atlântica Tropical. A especificidade climática das espécies montanas restringiria sua área de ocupação atual às áreas de maior altitude ou em regiões em que efeitos compensatórios permitem sua ocorrência fora do seu envelope climático atual (Walter 1973). A distribuição geográfica atual dessas espécies está associada a especificidade climática e as intensas mudanças vegetacionais promovidas pela instabilidade climática observada ao longo do Quaternário. A similaridade florística entre áreas disjuntas de florestas alto-montanas ao sul do Brasil envolve a especificidade climática das espécies que as compõem, a expansão da área de ocorrência de espécies tolerantes à climas frios para altitudes mais baixas em resposta aos climas mais frios durante o Quaternário, a fragmentação de florestas anteriormente existentes, a deslocamentos vegetacionais e a extinção de populações em áreas atualmente influenciada por um clima mais tropical. As habilidades de competição e de dispersão de cada espécie são também fatores ecológicos importantes na explicação da distribuição geográfica dessas espécies na escala geográfica analisada.

A complexidade do relevo ao sul da Plataforma Brasileira é um agravante que dificulta a construção de um cenário vegetacional mais preciso para esta região. Principalmente no sudeste brasileiro onde extensas áreas são compostas por montanhas de altitudes medianas e que podem influenciar no micro-clima. Enquanto na região andina onde muitos dos registros polínicos descrevem mudanças nas faixas vegetacionais, ora mais altas ou mais baixas, em resposta às mudanças

climáticas quaternárias, na região leste da América do Sul um cenário mais complexo deve ter sido observado. Faixas vegetacionais, atualmente distintas, puderam ter sido comprimidas ou mesmo não seguiram o mesmo padrão atualmente observado.

O cenário vegetacional no Planalto Brasileiro foi bastante complexo e é até hoje pouco claro. Os registros palinológicos destacam onde os táxons frios ocorriam, mas quais formações vegetacionais esses ocorriam, é de certa forma, ainda impreciso. Para as EAM, apesar da soma dos modelos indicar áreas relativamente extensas para a formação de florestas por elas compostas, não há registros palinológicos que permitam inferir sobre o predomínio de formações florestais ou campestres para essas áreas. Se estas espécies formaram ou não florestas é bastante duvidoso e ainda é necessário aprofundarmos o conhecimento ecológico das espécies. *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, indicadoras de climas frios, por exemplo, apresentam uma distribuição geográfica distinta, sendo que *Podocarpus lambertii* parece tolerar maior estacionalidade. *Drimys brasiliensis,* outro exemplo, apresenta uma distribuição compensada por maior umidade em florestas de galeria no Brasil Central, sobre climas bem diferentes em áreas de altitude, o que pode ser um limitante para a modelagem de distribuição geográfica.

A dificuldade em reconstriuir as condições climáticas vigentes em determinado momento entre as regiões geográficas é um limitante para extrapolações. As condições climáticas entre as regiões durantes as fases do Pleniglacial necessitam ser revisadas de forma a obtermos um modelo climático mais acurado para o Planalto Brasileiro e tornaria mais claro o quanto teria sido a redução nas temperaturas e a distribuição da pluviosidade regionalmente. A complexidade para se entender como as mudanças climáticas influenciaram a distribuição das espécies e das formações vegetacionais também se deve ao fato de poderem ter sido graduais e não estanques. Destacamos a necessidade de um maior número de modelos de distribuição de espécies com diferentes padrões de distribuição geográfica e características dos diferentes biomas e formações florestais da costa leste brasileira. Um maior número de registros palinológicos ou métodos de análises de carbono são desejáveis em áreas ainda pouco conhecidas, seja para verificar que táxons eram observados ou que tipo de formações prevaleciam. Modelos vegetacionais também seriam desejáveis para serem comparados ou modelos de distribuição geográfica de espécies. Entretanto, para espécies montanas alguma dificuldade ainda pode ser observada pois campos de altitudes, florestas alto-montanas, matas de araucária podem ser observadas dentro do mesmo envelope climático.

De certo, o extenso período com temperaturas mais baixas durante o Último Período Glacial promoveu intensas mudanças vegetacionais ao longo do Planalto Brasileiro, e podem ter alterado o clima de forma distinta entre as diferentes as regiões brasileiras. Formações florestais tropicais podem

ter reduzido significativamente sua área de ocupação e muito dos táxons que as compõem podem ter sido deslocados em direção ao nordeste. Áreas menos extensas de florestas compostas por táxons adaptados às condições climáticas mais frias ocorreriam em altitudes mais baixas principalmente na região sudeste, mas qual foi a real extensão dessas florestas somente estudos futuros poderão comprovar. Os sopés de montanhas mais altas e regiões de relevo montanhoso poderiam estar florestadas em seus vales o que teria permitido a difusão e o aumento da área de ocupação de espécies florestais adaptadas à climas frios por uma área bem mais extensa do Planalto Brasileiro durante todo o Pleniglacial. Formações campestres foram em vários momentos muito representativas, mas uma rede de florestas de galeria pode ter ocorrido, onde táxons estacionais ou de florestas montanas poderiam ocorrer. As mudanças climáticas observadas durante o Pleniglacial permitiram que espécies montanas aumentassem sua área de ocupação, seja diminuindo a altitude mínima e a latitude para sua ocorrência ou aumentando a longitude com condições climáticas adequadas para sua ocorrência.

Tabela 2: Relação dos registros palinológicos utilizados para a validação dos modelos. Cord.: Coordenadas geográficas; Altit.: Altitude; Veg.Moder.: vegetação atualmente observada; T.inicial: Tempo inicial estimado para a base do registro palinológico em anos antes do presente ou ^{14}C.

Localidade	Cord.	Altit.	Veg.Moder.	Período	T.inicial	Referência
Dunas do São Francisco – BA - (DSF)	10º24'S 43º13'W	400 m	Caatinga	Holoceno	10.990	De Oliveira *et al*. (1999)
Águas Emendadas – GO (AE)	15º34'S 47º35'W	1.040 m	Cerrado	Pleniglacial Médio	~30.480	Barberi *et al*. (2000)
Cromínia – GO (CR)	17º17'S 49º25'W	730 m	Cerrado	Pleniglacial Médio	~32.400	Ferraz-Vicentini & Salgado-Labouriau (1996)
Lago dos Pires – MG (LP)	17º57'S 42º13'W	390 m	Floresta Semidecídua	Holoceno	9.700.	Behling (1995)
Lagoa Nova – MG (LN)	17º58'S 42º12'W	390 m	Floresta Semidecídua	Holoceno	10.020	Behling (2002)
Jacareí – SP (JC)	23º17'S 45º58'W	550 m	Floresta Semidecídua	Holoceno	9.720	Garcia *et al*. (2004)
Serra da Boa Vista – SC (SBV)	27º42'S 49º09'W	1.160 m	Campos/Floresta de Araucária	Pleistoceno Tardio	14.000	Behling (2002)
Salitre – MG (AS)	19ºS 46º46'W	970m	Floresta Semidecídua /Cerrado	Pleniglacial Médio	50.000	Ledru (1993)
Serra Negra – MG (SN)	19ºS 46º45'W	1.170 m	Floresta Semidecídua /Cerrado	Pleniglacial Médio	~50.000	Ledru *et al*. (1996)
Lagoa Silvana – MG (LS)	19º31'S 42º25'W	250 m	Floresta Semidecídua	Holoceno	10.200	Rodrigues-Filho *et al*. (2002)
Lagoa Santa – MG (LSa)	19º38'S 43º54'W	730 m	Floresta Semidecídua	Holoceno	6.200	Salgado-Labouriau (1997)
Lagoa dos Olhos –MG (LO)	19º38'S 43º54'W	730 m	Floresta Semidecídua	Pleistoceno Tardio	19.000	Salgado-Labouriau (1997)
Catas Altas – MG (CA)	20º05'S 43º22'W	755 m	Floresta Semidecídua	Pleniglacial Médio	48.000	Behling & Lichte (1997)
GeoB3229-2_RD – ES	19º38'5"S 38º43'00"W	-780 m	Plataforma Marítima	Pleniglacial Inferior	90.000	Behling *et al*. (2002)
GeoB3202-1_PS – ES	21º37'0"S 39º58'7"W	-1.090 m	Plataforma marítima	Pleniglacial Médio	50.000	Behling *et al*. (2002)
Serra da Bocaina-SDB1 – SP - (SDB1)	22º44'30"S 44º33'24"W	1500 m	Campos/Floresta de Araucária	Pleistoceno Tardio	18.500	Behling *et al*. (2007)
Serra da Bocaina-SDB2 – SP - (SB2)	22º42'50"S 44º34'W	1.650 m	Campos/Floresta de Araucária	Holoceno	10.067	Behling *et al*. (2007)
Morro do Itapeva – SP (MI)	22º47'S 45º23'W	1.850 m	Campos/Floresta de Araucária	Pleniglacial Médio	35.000	Behling (1997)
Botucatu – SP (Bt)	22º48'S 48º23'W	770 m	Floresta Semidecídua	Pleniglacial Superior	~21.000	Behling (2002)
Colônia – SP (CL)	23º52'S 46º42'20"W	900 m	Floresta Ombrófila	Pleniglacial Inferior	~100.000	Ledru *et al*. (2005)
Serra Campos Gerais – PR (SCG)	24º40'S 50º13'W	1.200 m	Campos/Floresta de Araucária	Pleistoceno Tardio	12.500	Behling (1997)
Volta Velha – SC (VV)	26º04'S 48º38'W	5 m	Floresta Ombrófila	Pleniglacial Superior	37.500	Behling & Negrelle (2001)
São Francisco de Paula – RS - (SFP)	29º24'S 50º34'W	900 m	Campos/Floresta de Araucária	Holoceno	6.750	Behling *et al*. (2001)
Morro da Igreja – SC (MI)	28º11'S 49º52'W	1.800 m	Campos/Floresta de Araucária	Holoceno	10.200	Behling (2002)
Serra do Rio do Rastro – SC - (SRR)	28º23'S 49º33'W	1.420 m	Campos/Floresta de Araucária	Holoceno	11.210	Behling (2002)
Cambará do Sul – RS (CS)	29º03'09"S 50º06'04"W	1.040 m	Campos/Floresta de Araucária	Pleniglacial Médio	42.658	Behling *et al*. (2004)
São Francisco de Assis – RS – (SFA)	29º35'12"S 55º13'02"W	100 m	Campos/Floresta de galeria	Pleniglacial Superior	22.000	Behling *et al*. (2005)
Morro Santana – RS – (MS)	30º04'32"S 51º06'05"W	311 m	Campos/Floresta Semideciual	Holoceno	1.230	Behling *et al*. (2007)

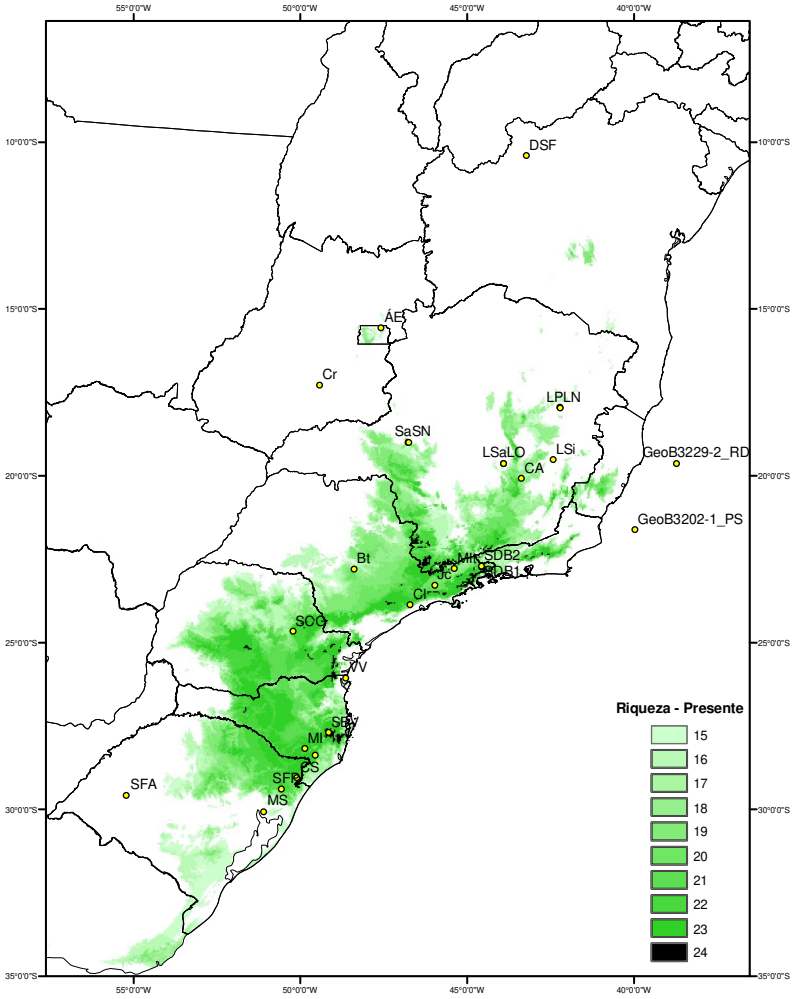


Figura 25: Mapa de co-ocorrência das espécies no cenário climático para o presente (1950-2000).

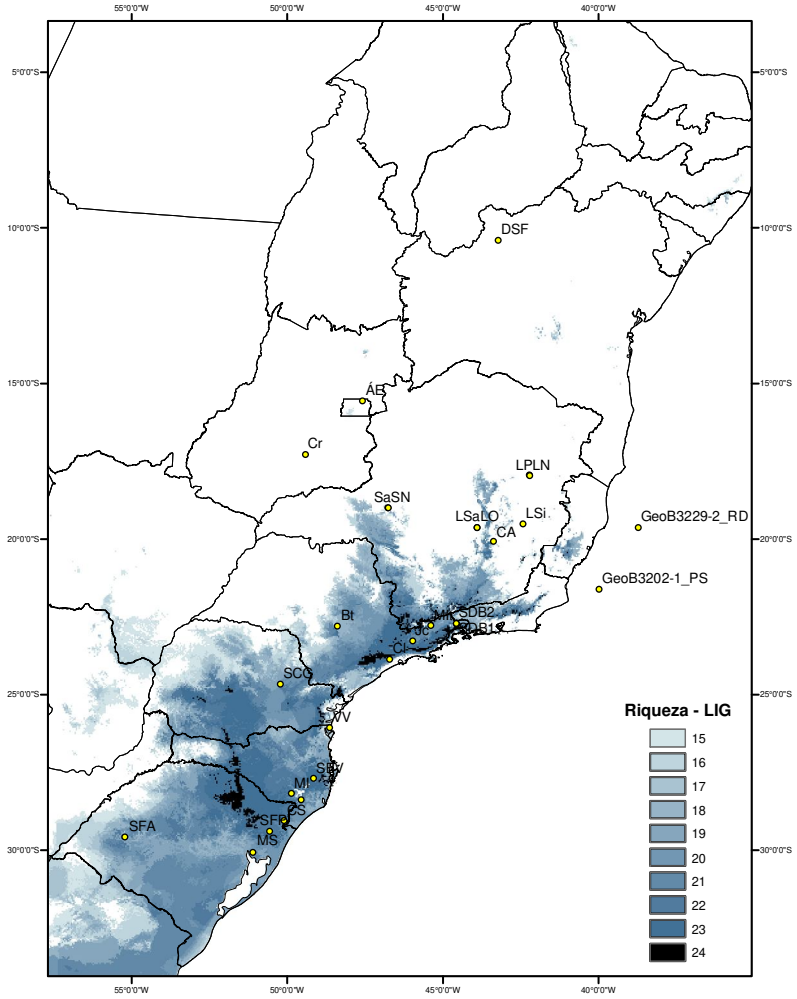


Figura 26: Mapa de co-ocorrência das espécies no cenário climático para o LIG, a 135.000 anos A.P..

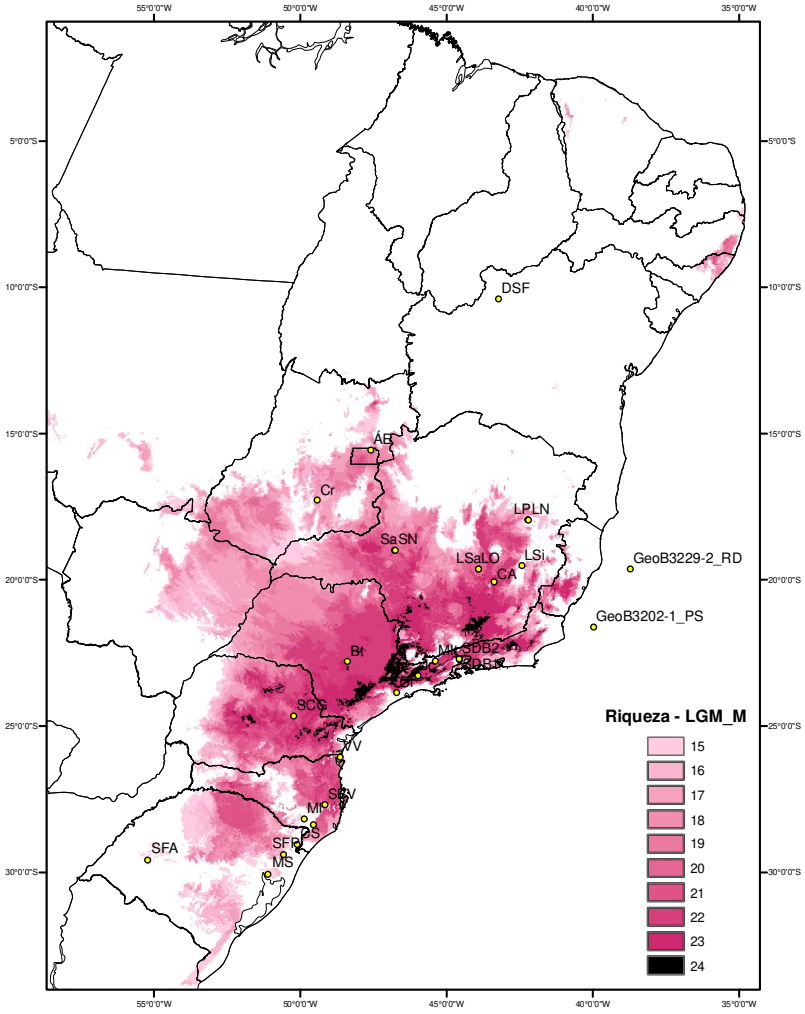


Figura 27: Mapa de co-ocorrência das espécies no cenário climático LGM_M para 21.000 anos A.P..

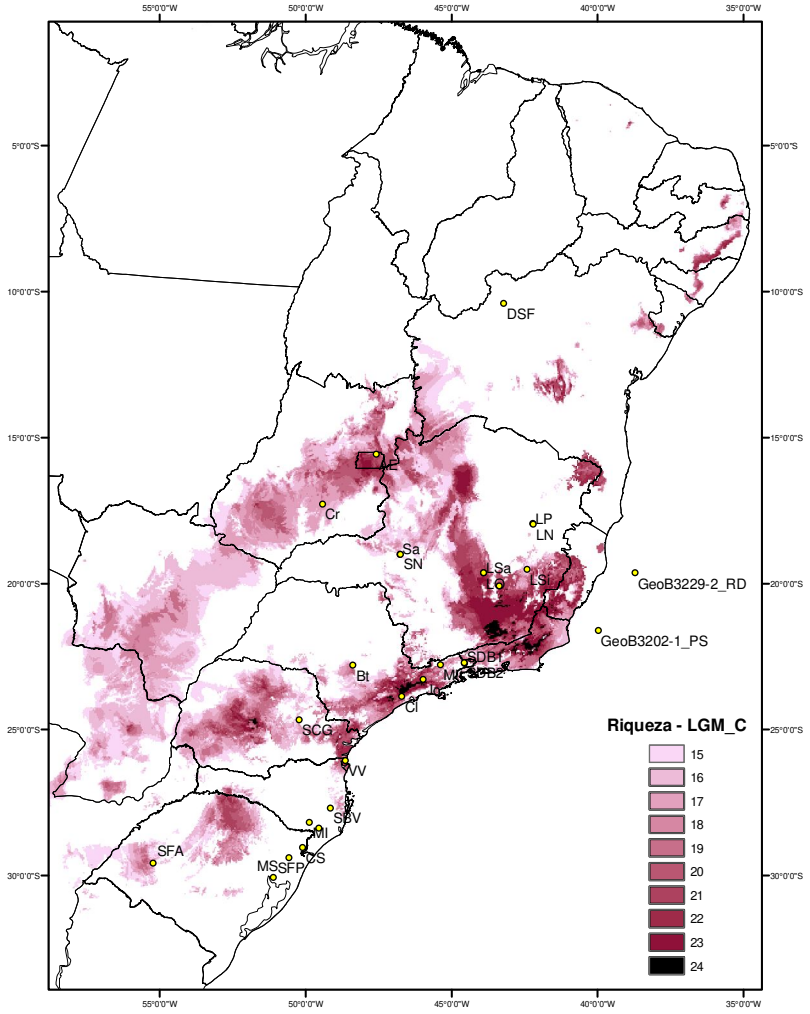


Figura 28: Mapa de co-ocorrência das espécies no cenário climático LGM_C para 21.000 anos A.P..

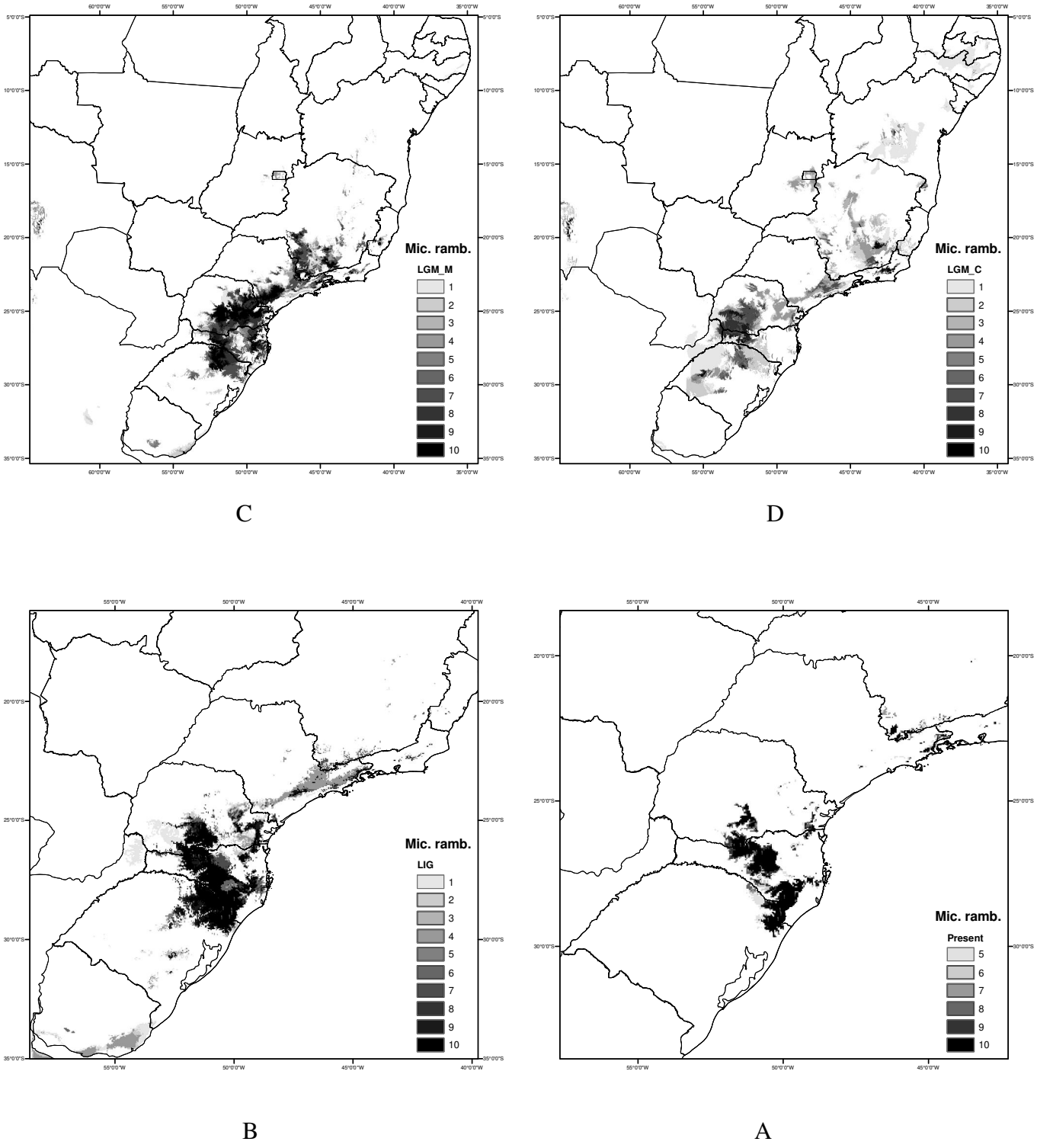


Figura 1: Modelos de distribuição potencial de *Miconia ramboi* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

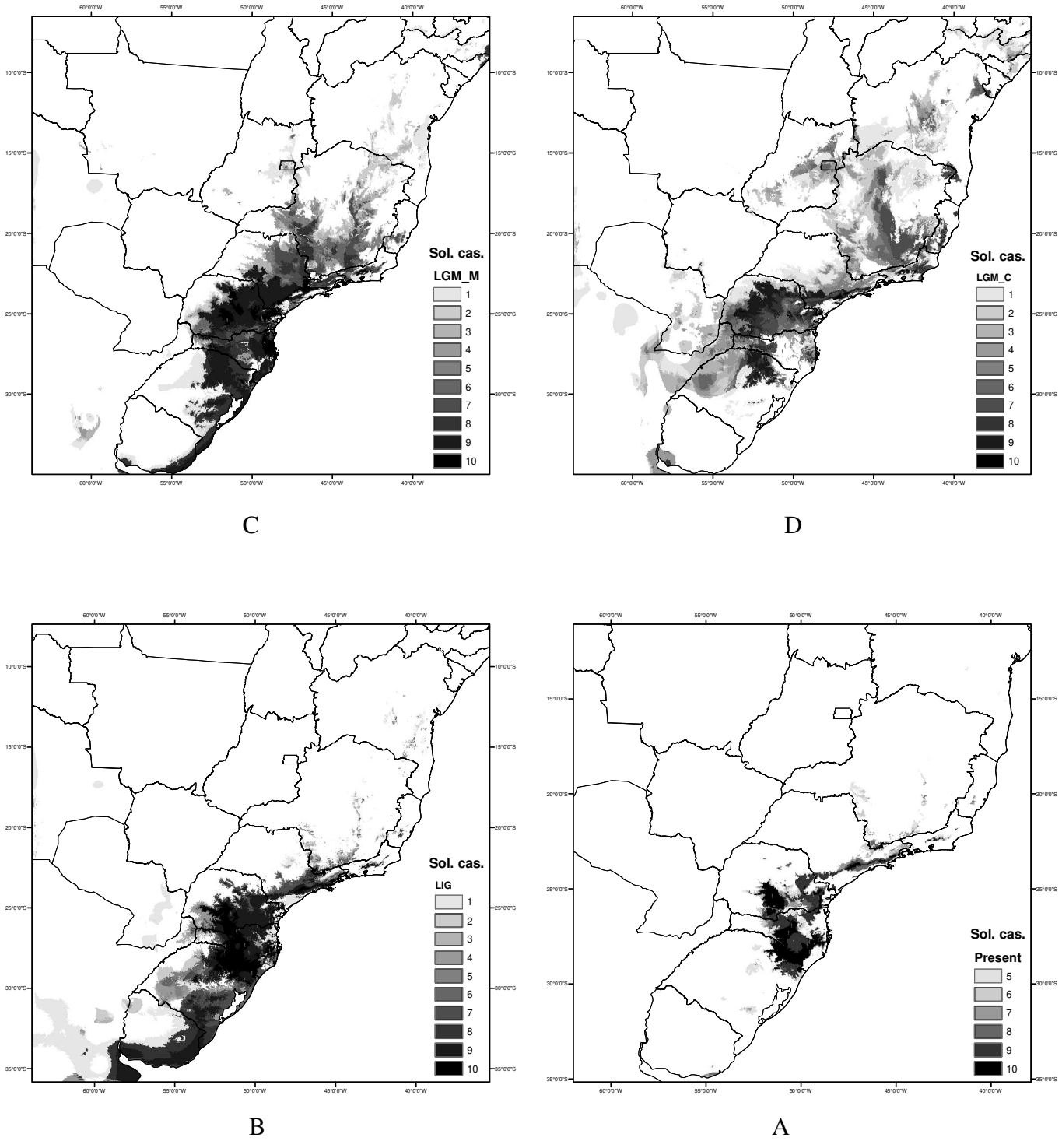


Figura 2: Modelos de distribuição potencial de *Solanum cassioides* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

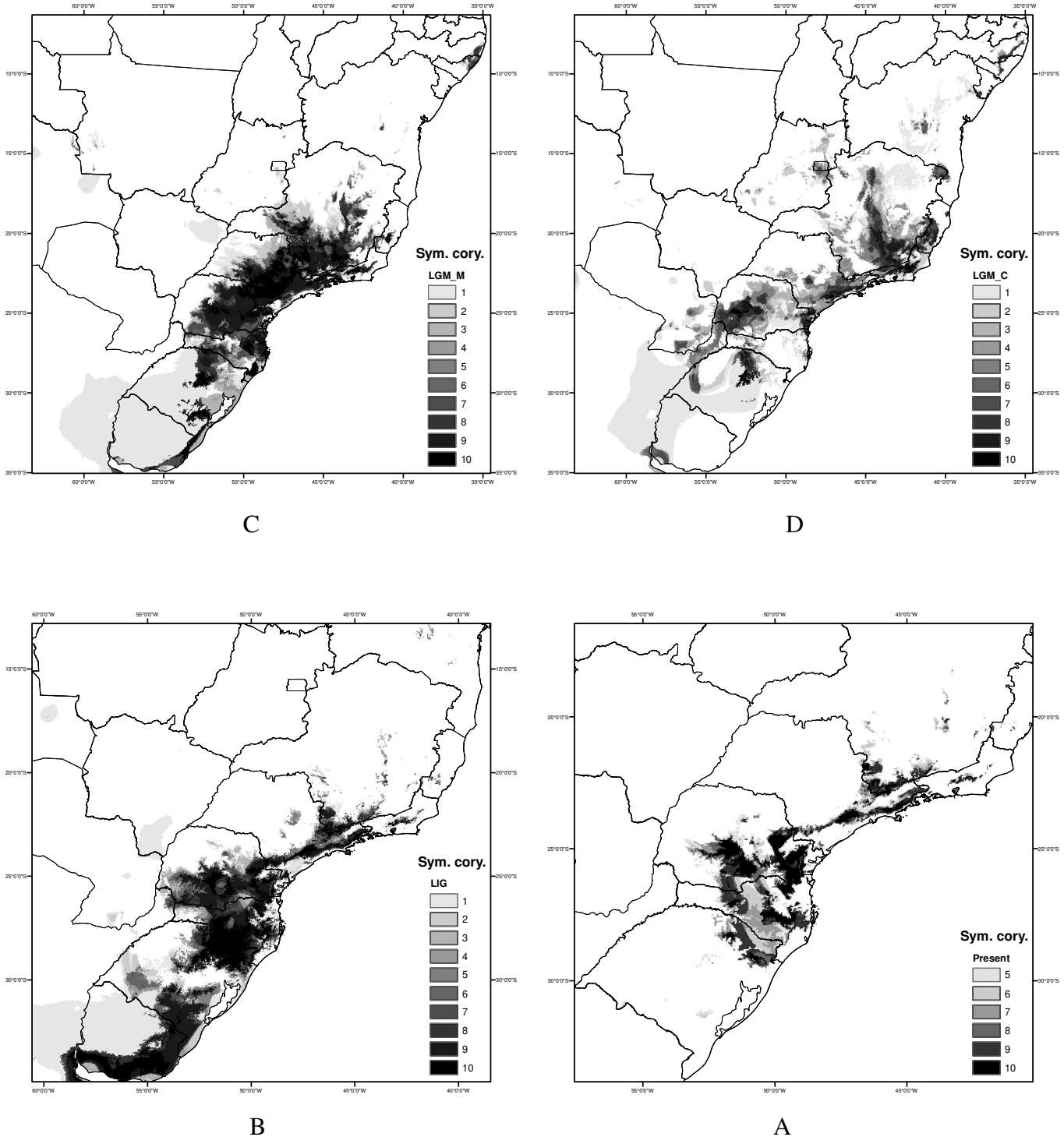


Figura 3: Modelos de distribuição potencial de *Symplocos corymboclados* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

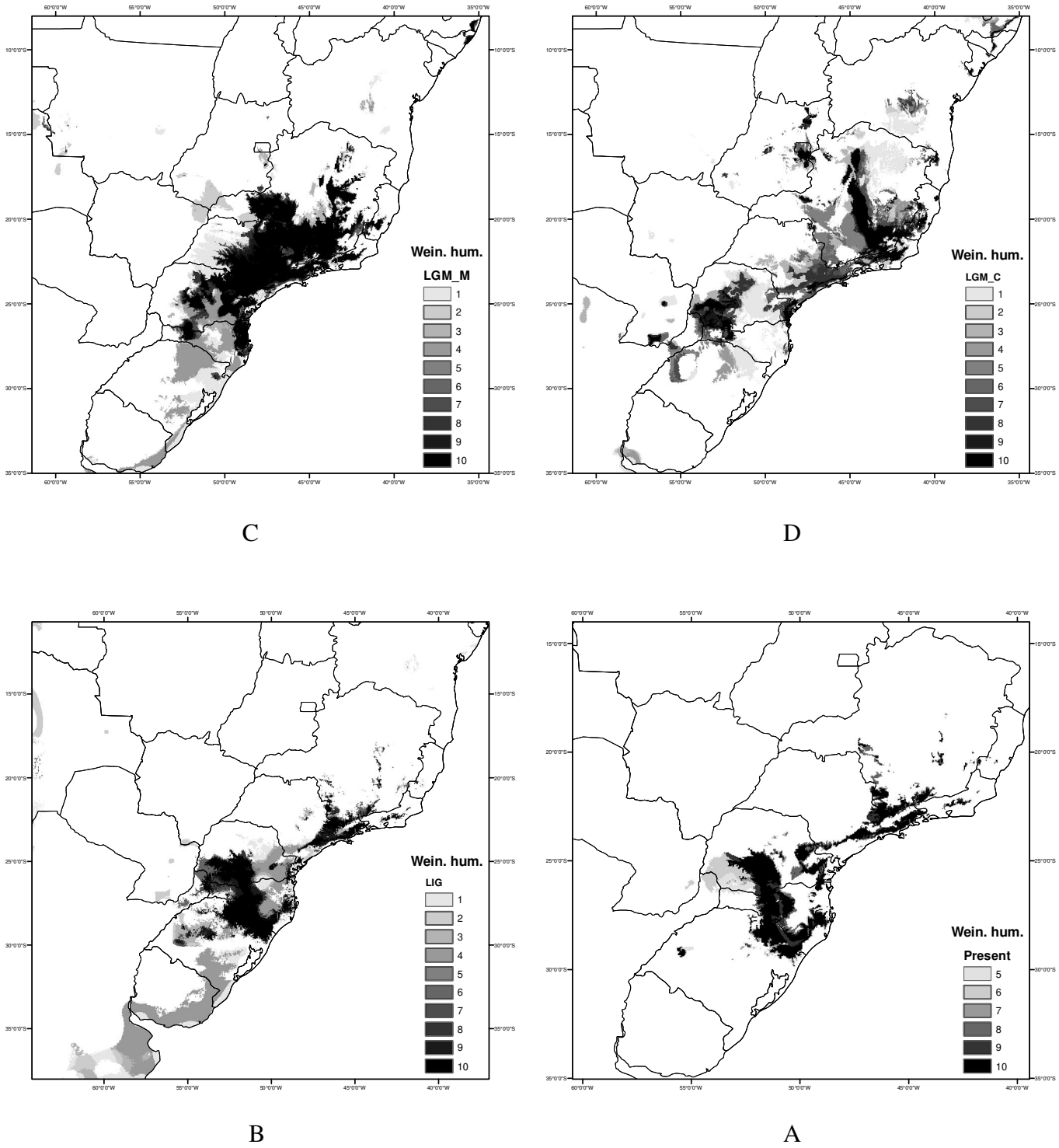


Figura 4: Modelos de distribuição potencial de *Weinmannia humilis* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

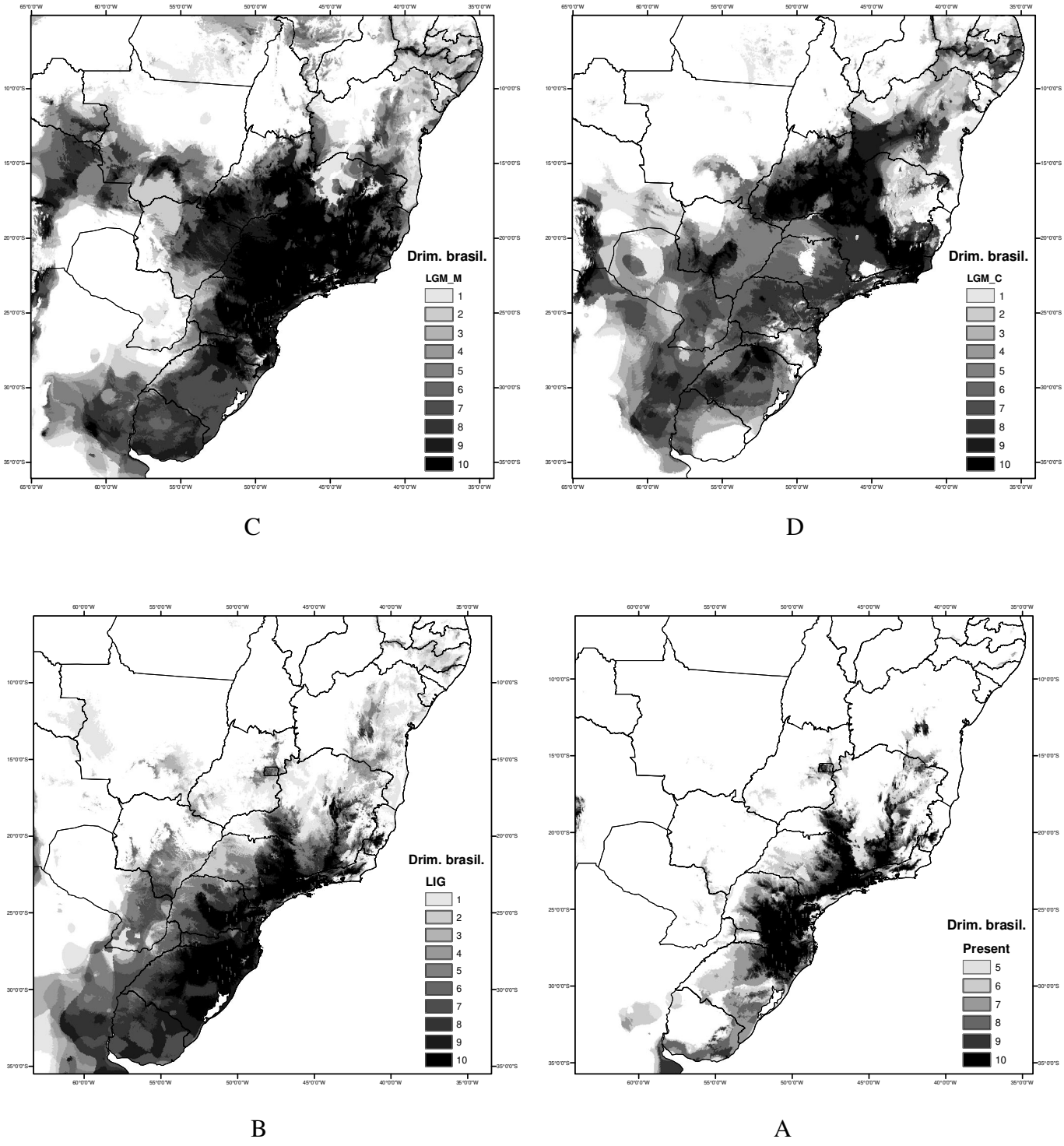


Figura 5: Modelos de distribuição potencial de *Drimys brasiliensis* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

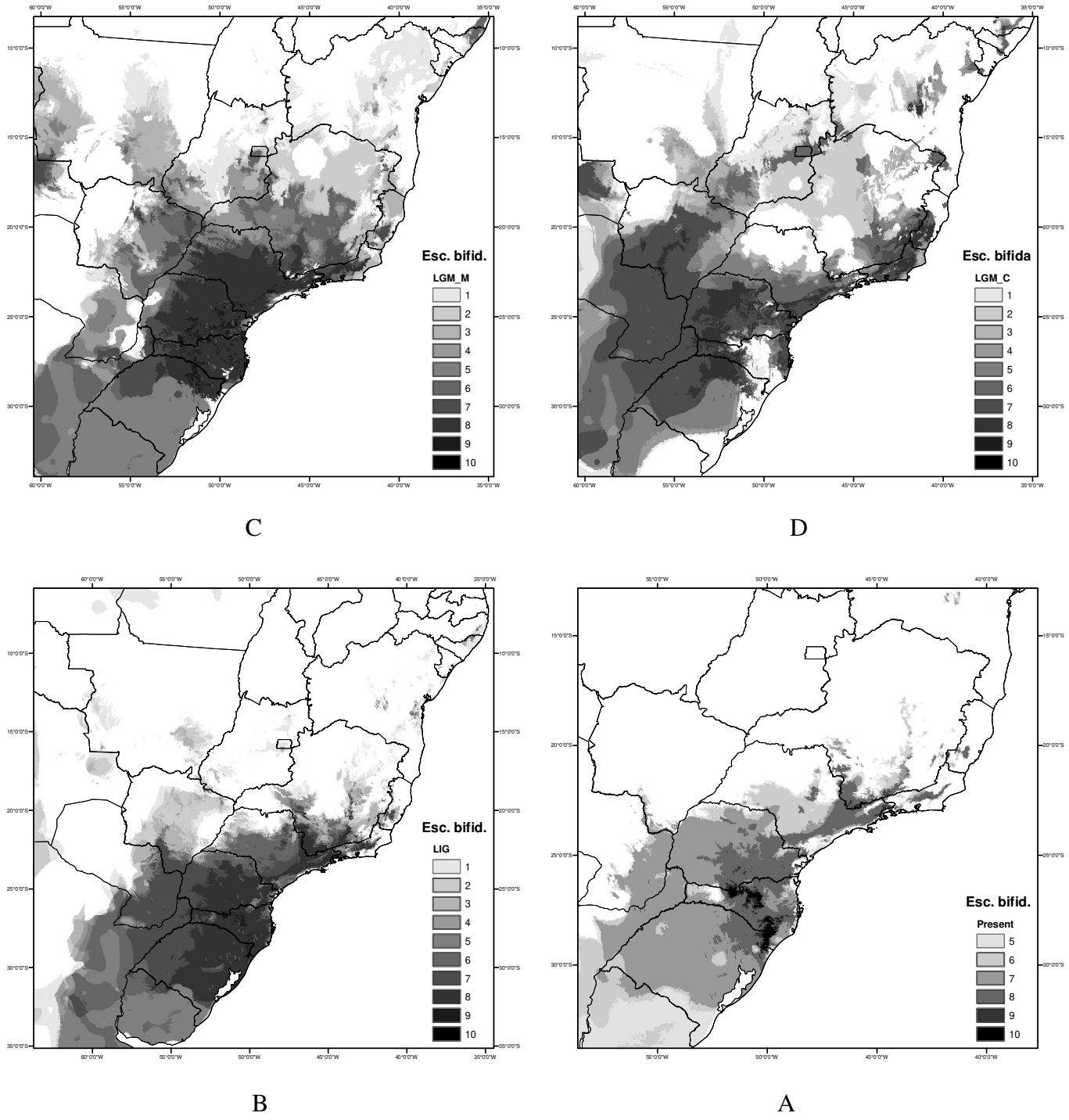


Figura 6: Modelos de distribuição potencial de *Escallonia bifida* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

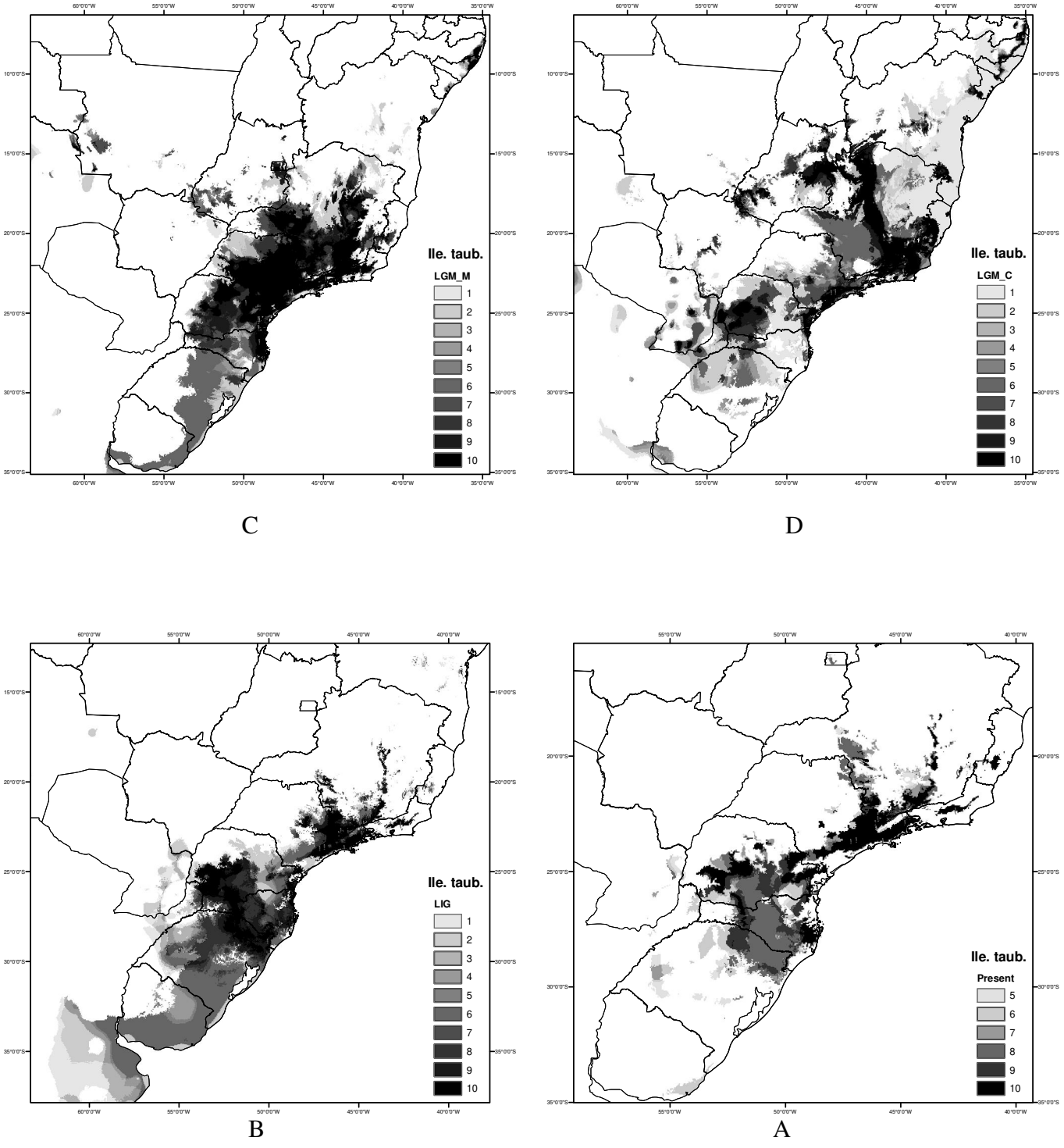


Figura 7: Modelos de distribuição potencial de *Ilex taubertiana* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

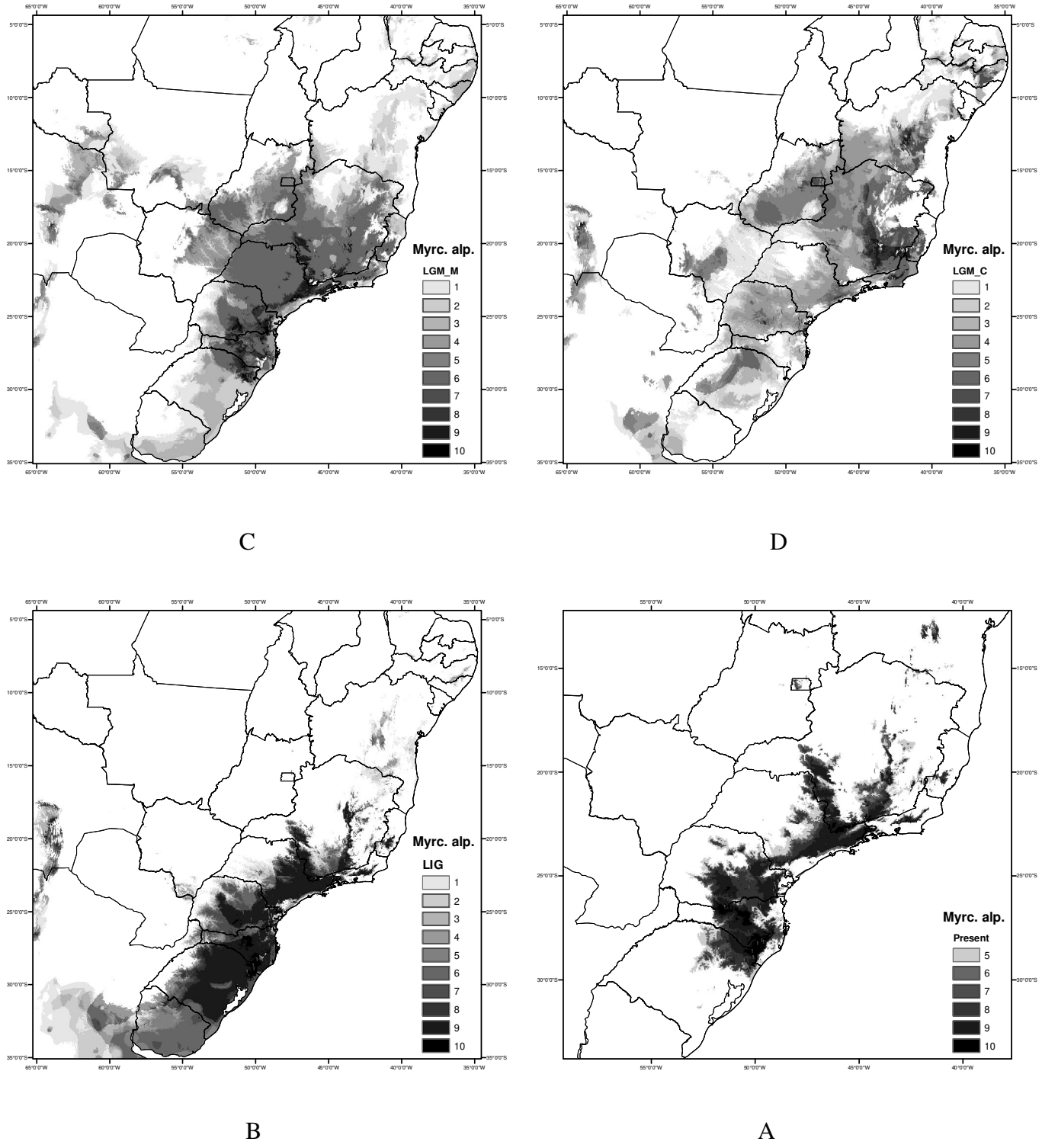


Figura 8: Modelos de distribuição potencial de *Myrceugenia alpigena* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

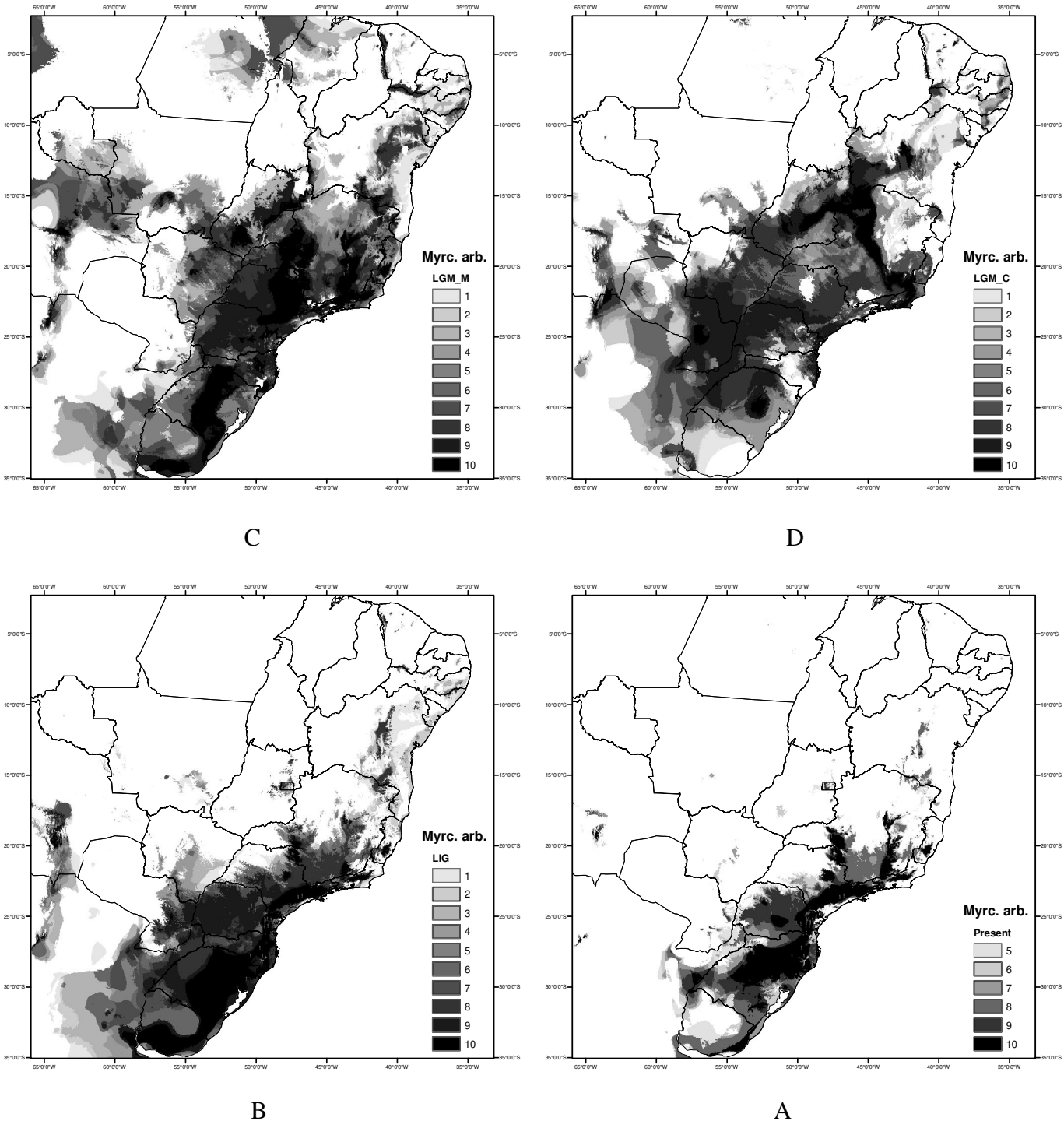


Figura 9: Modelos de distribuição potencial de *Myrcia arborescens* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

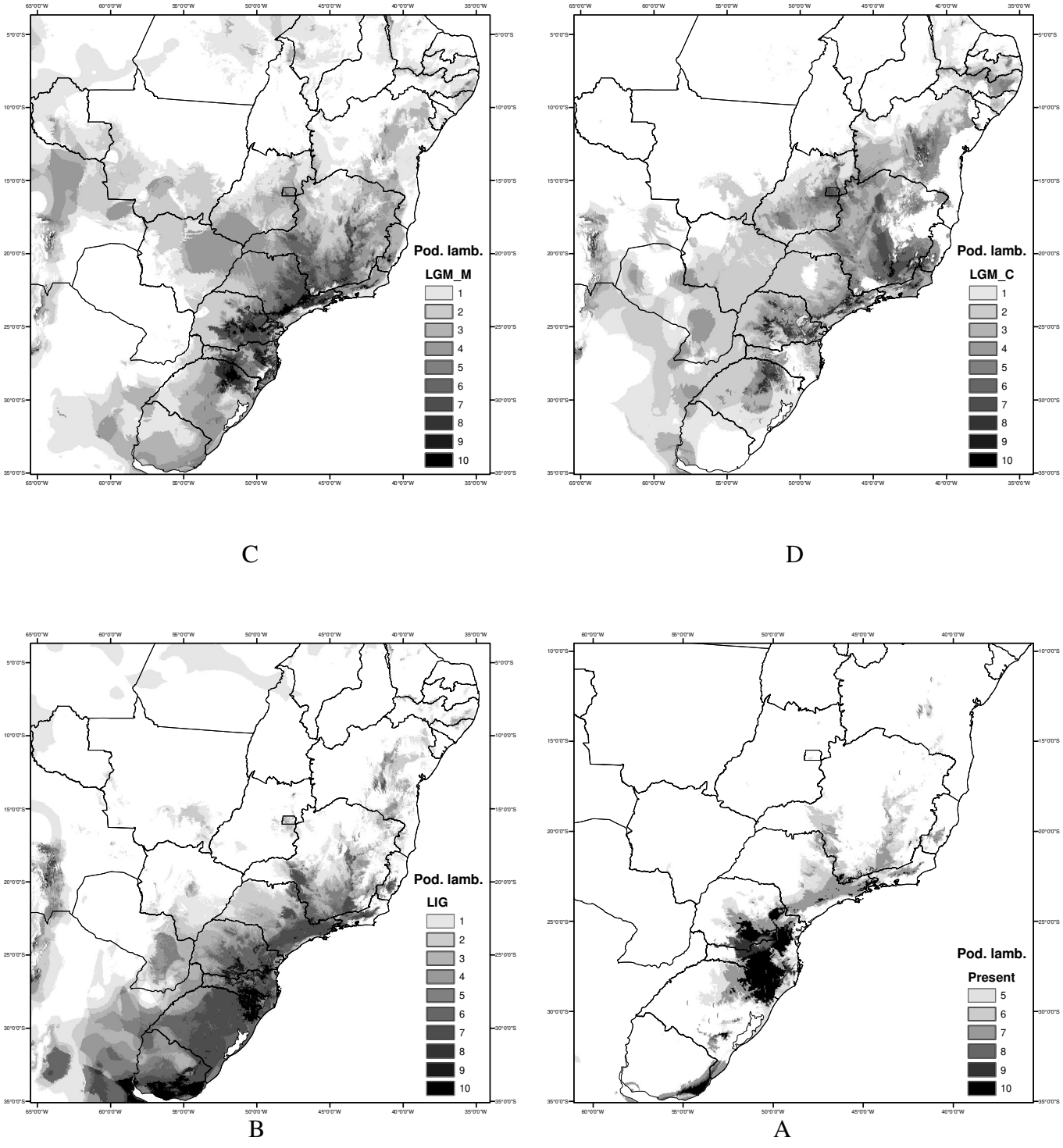


Figura 10: Modelos de distribuição potencial de *Podocarpus lambertii* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

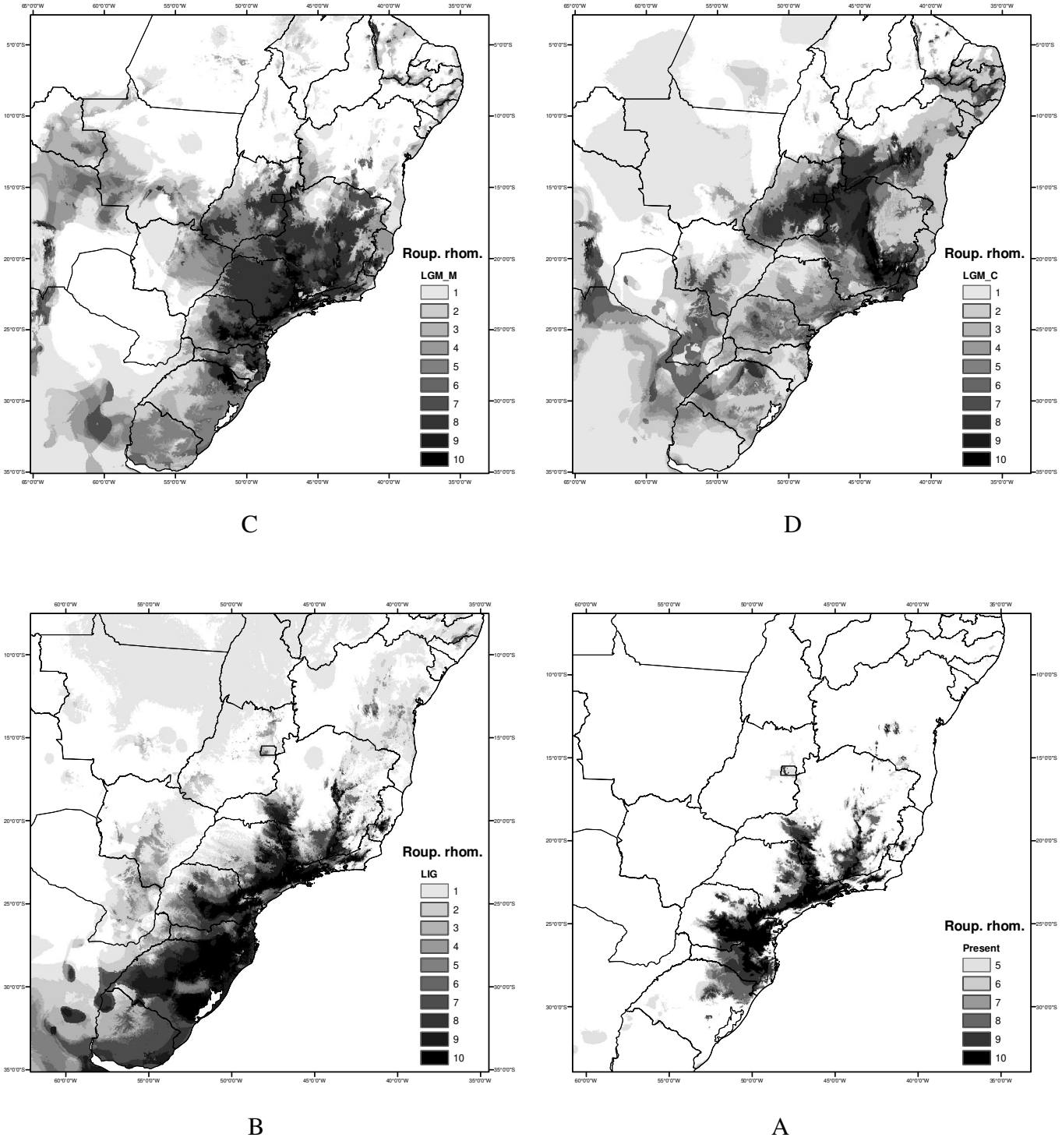


Figura 11: Modelos de distribuição potencial de *Roupala rhombifolia* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

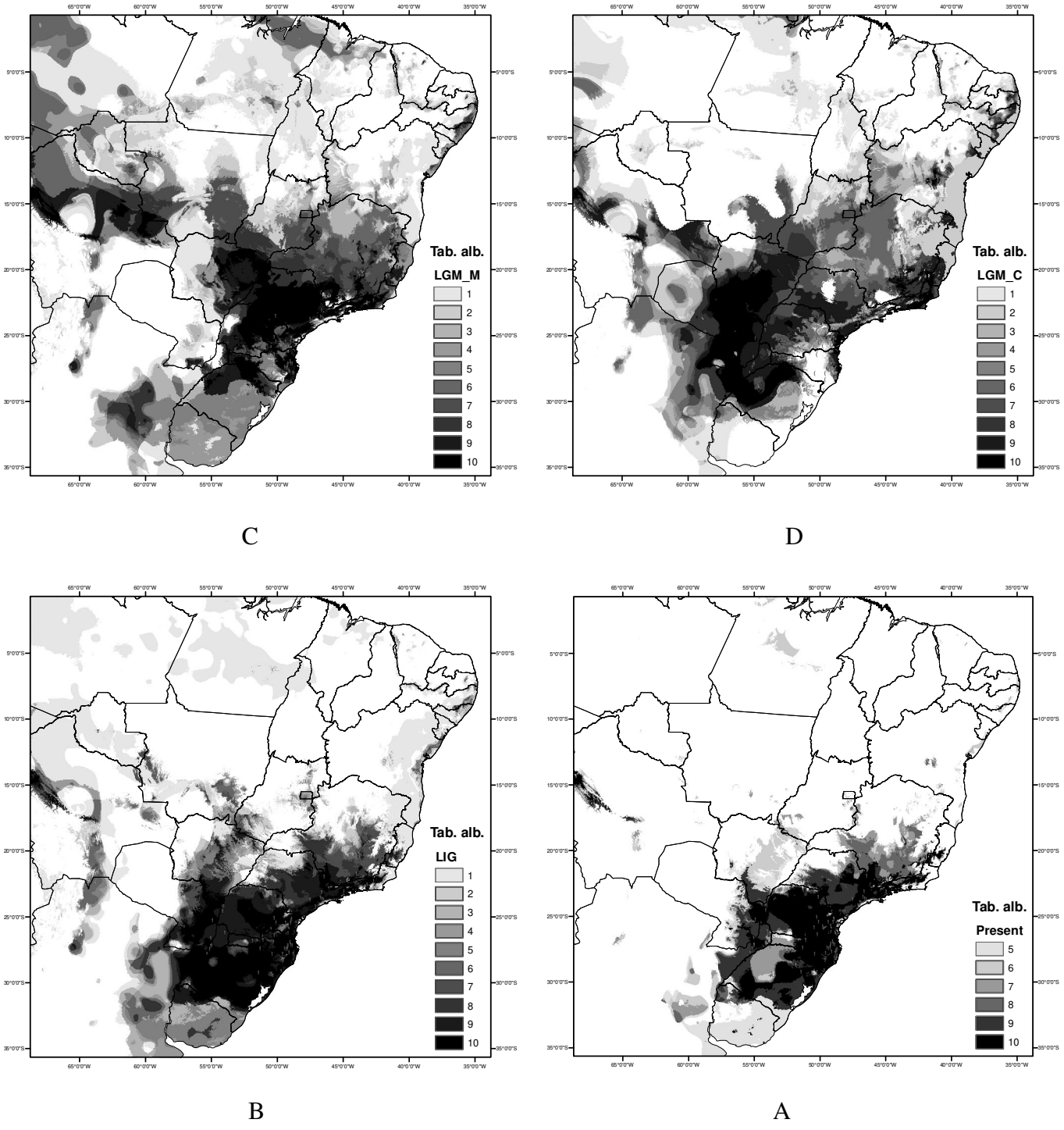


Figura 12: Modelos de distribuição potencial de *Tabebuia alba* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

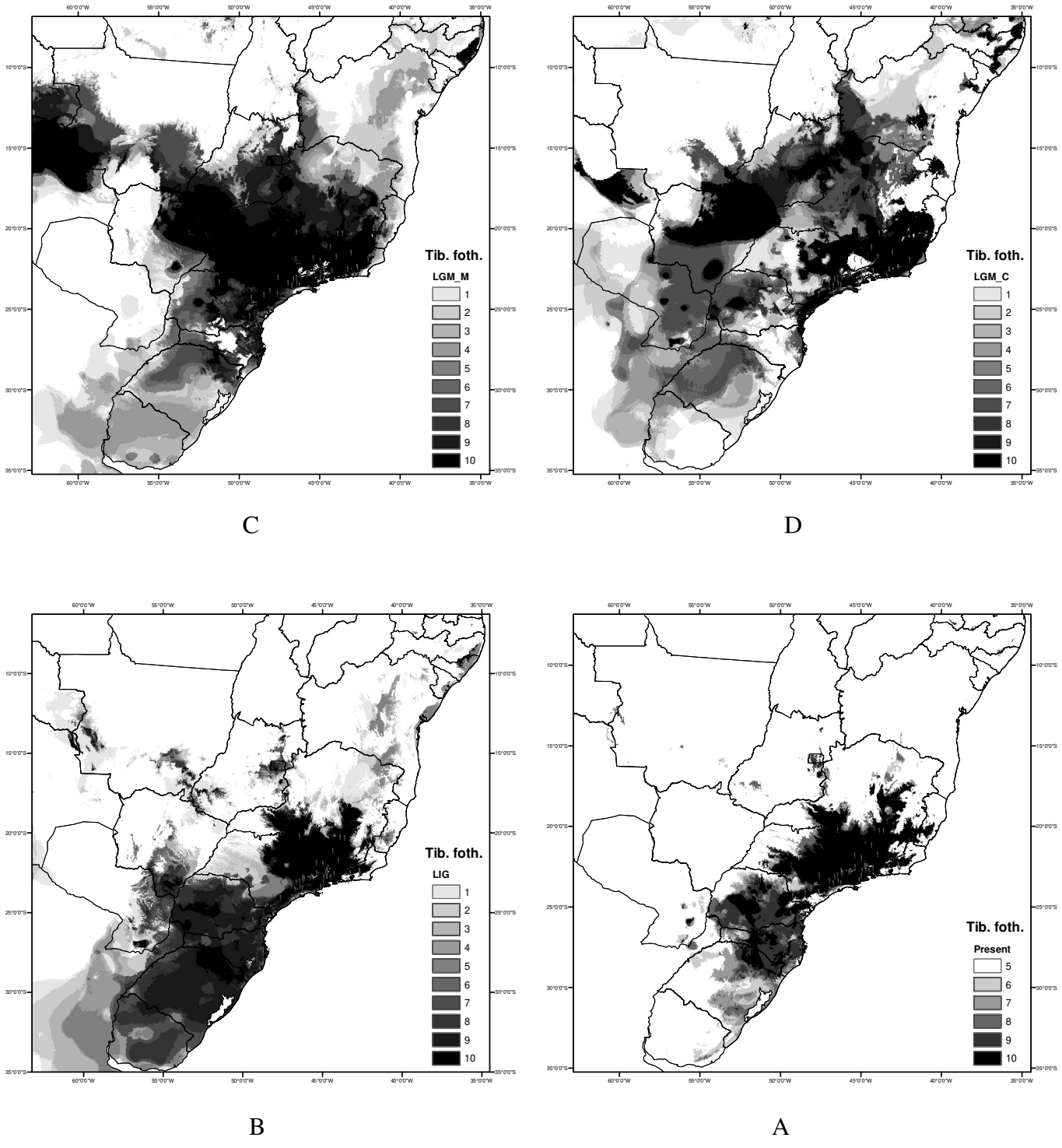


Figura 13: Modelos de distribuição potencial de *Tibouchina fothergillae* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

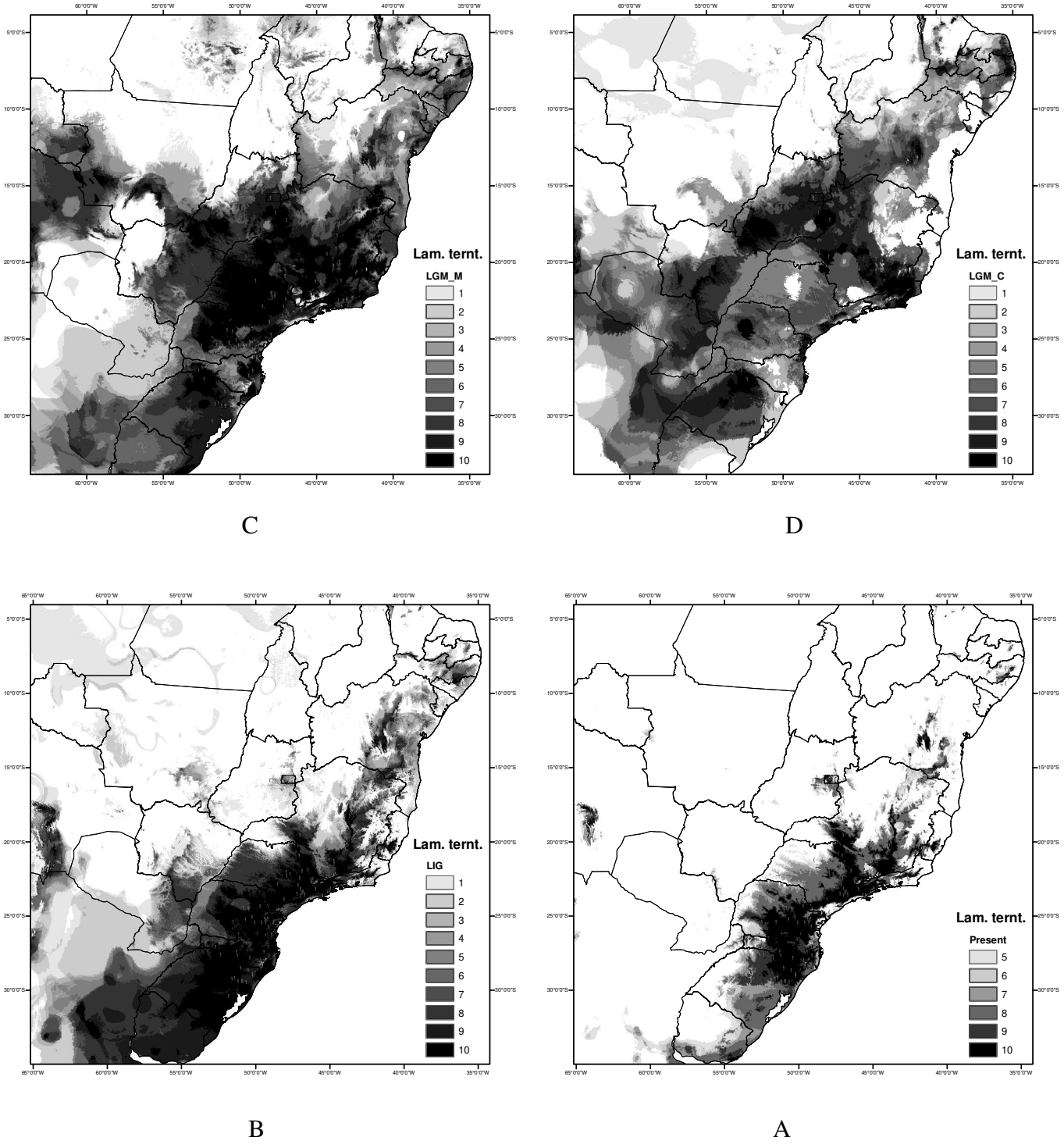


Figura 14: Modelos de distribuição potencial de *Lamanonia ternata* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

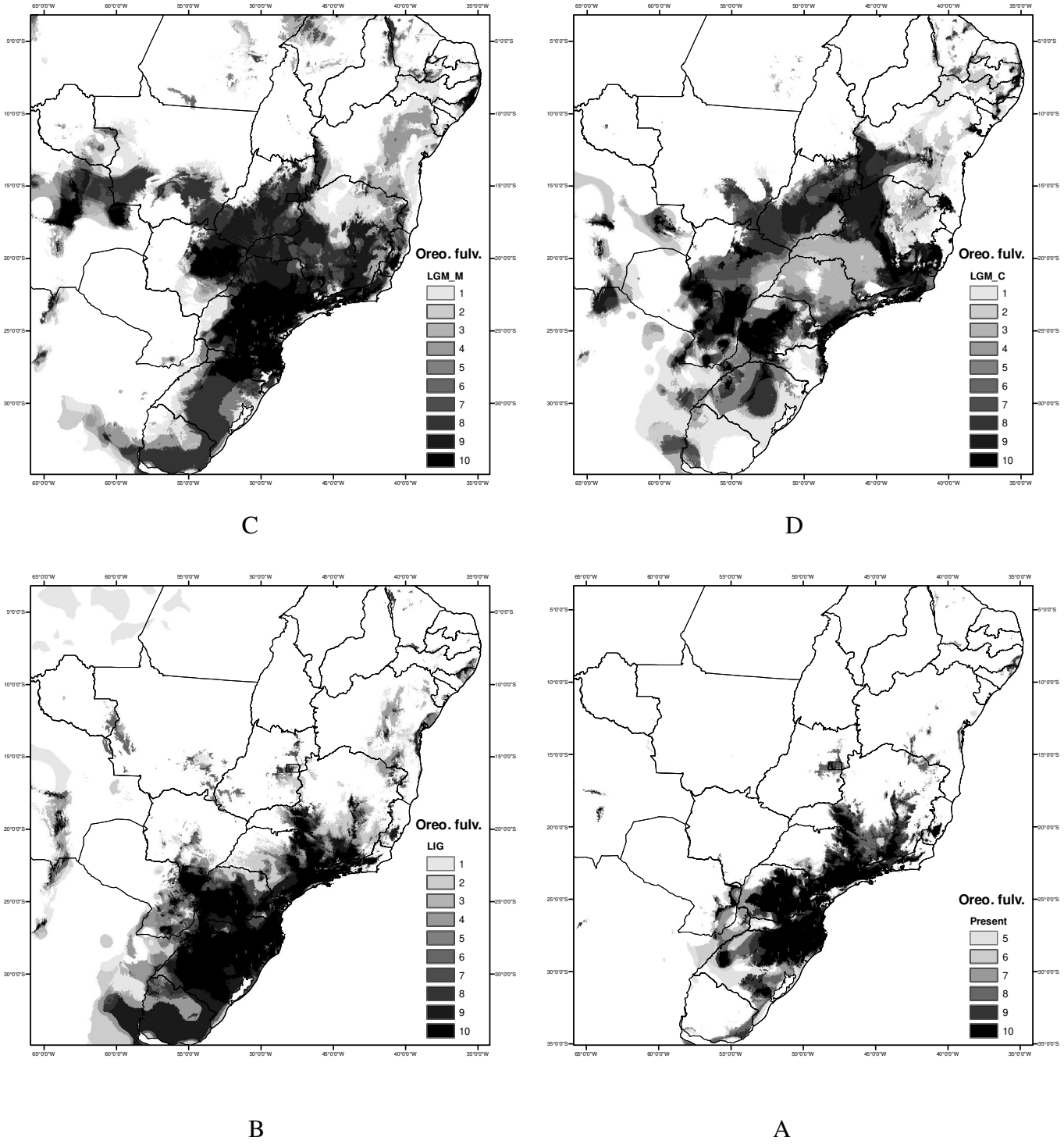


Figura 15: Modelos de distribuição potencial de *Oreopanax fulvus* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

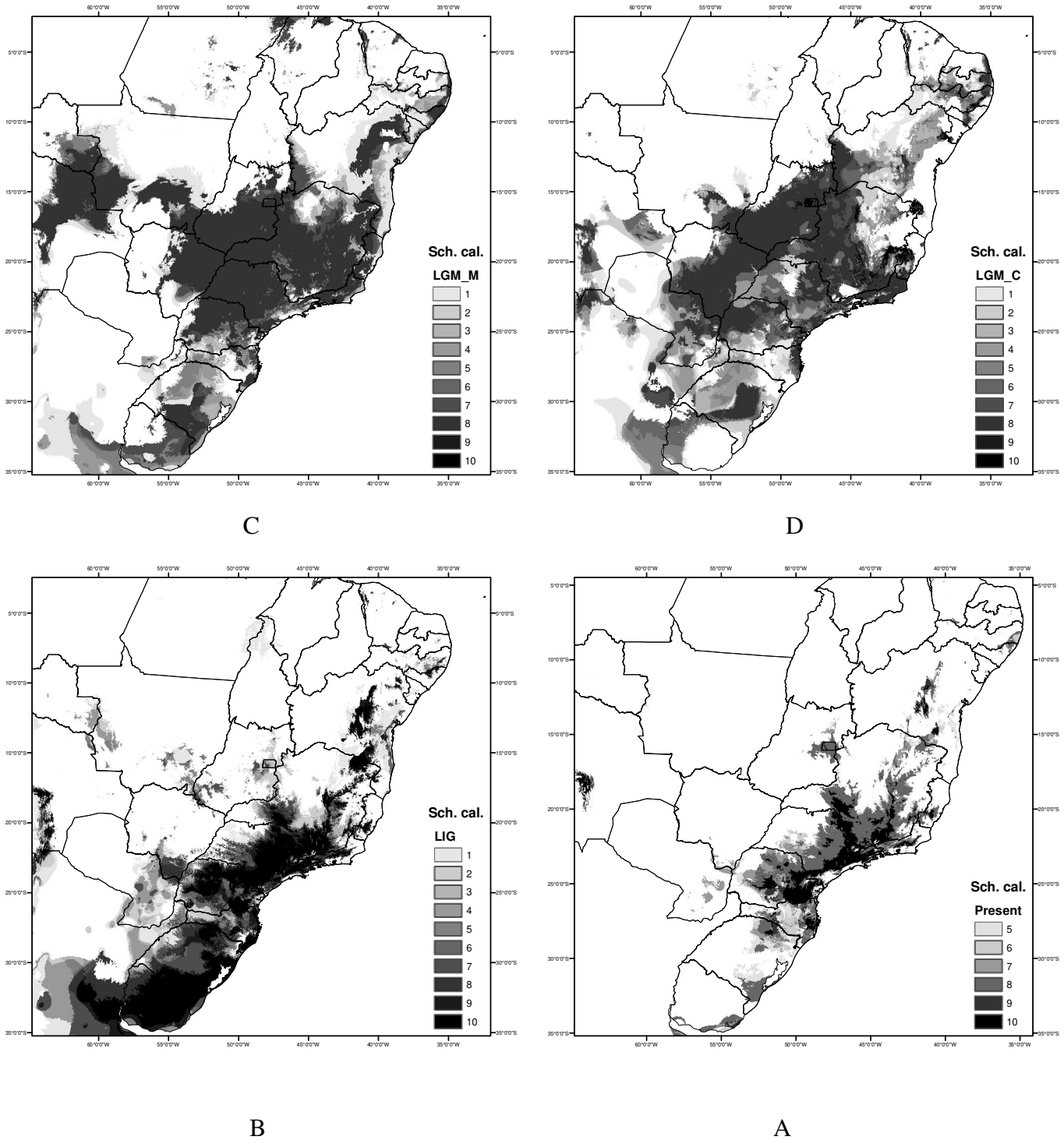


Figura 16: Modelos de distribuição potencial de *Schefflera calva* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

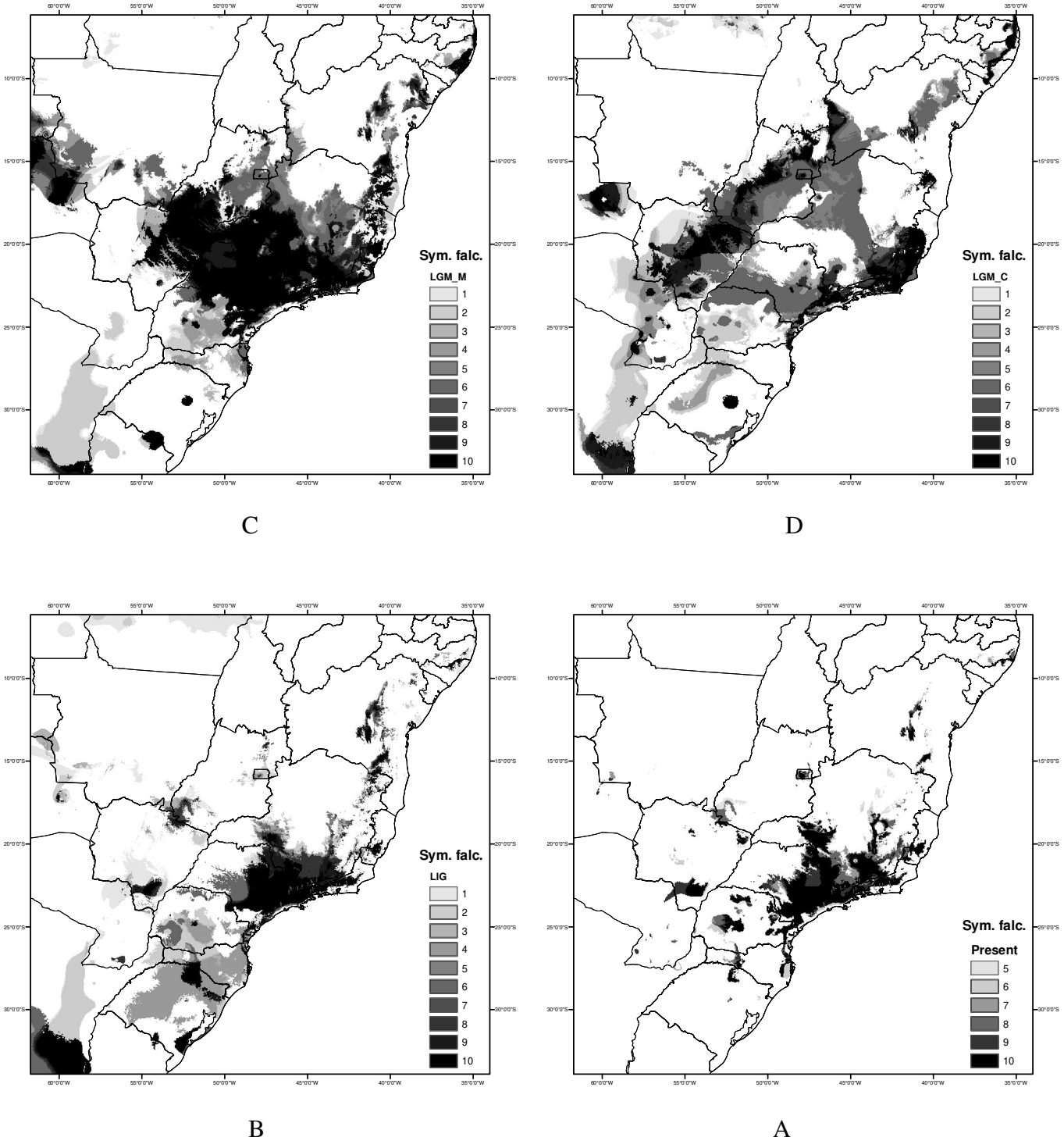


Figura 17: Modelos de distribuição potencial de *Symplocos falcata* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

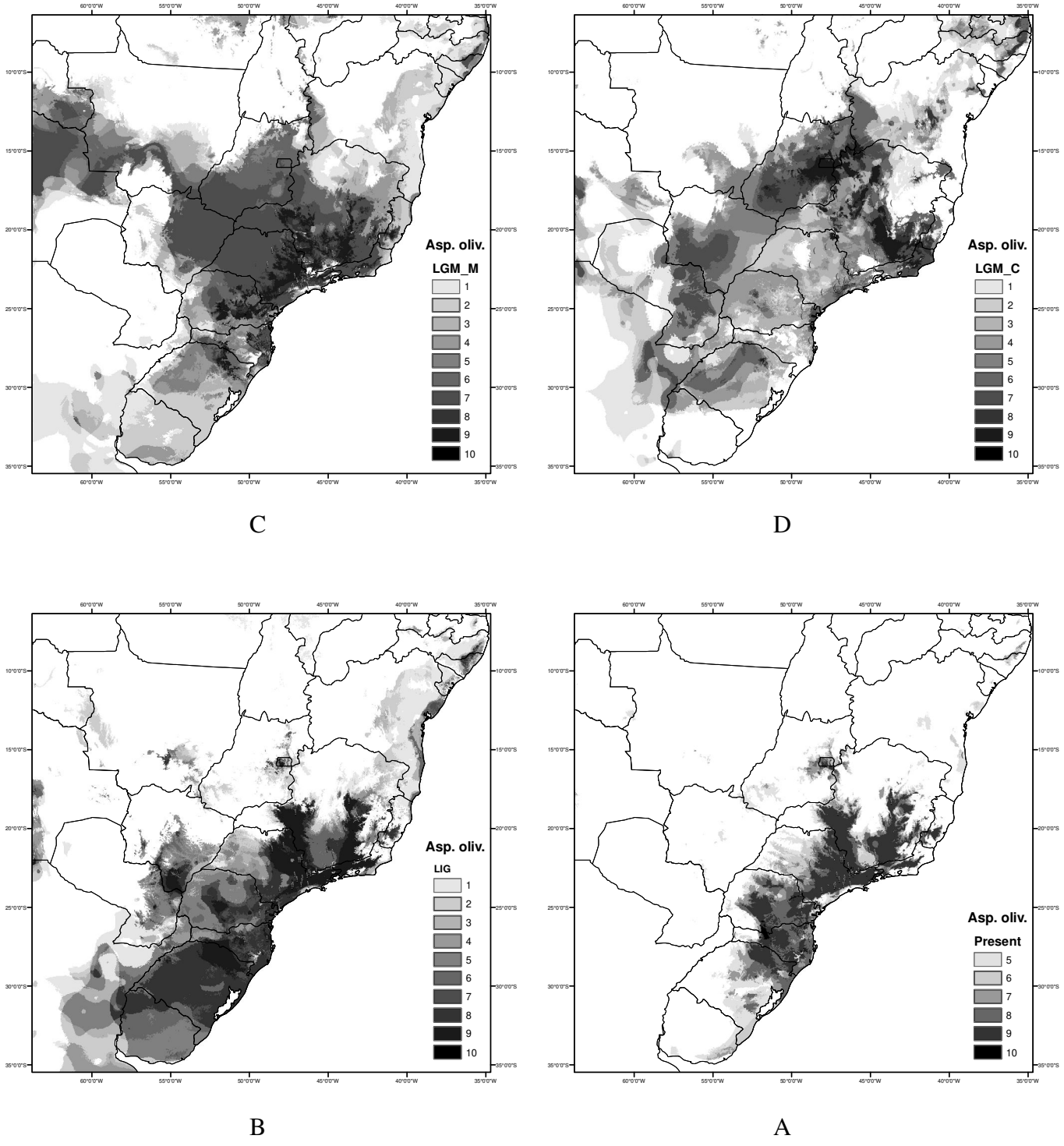


Figura 18: Modelos de distribuição potencial de *Aspidosperma olivaceum* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

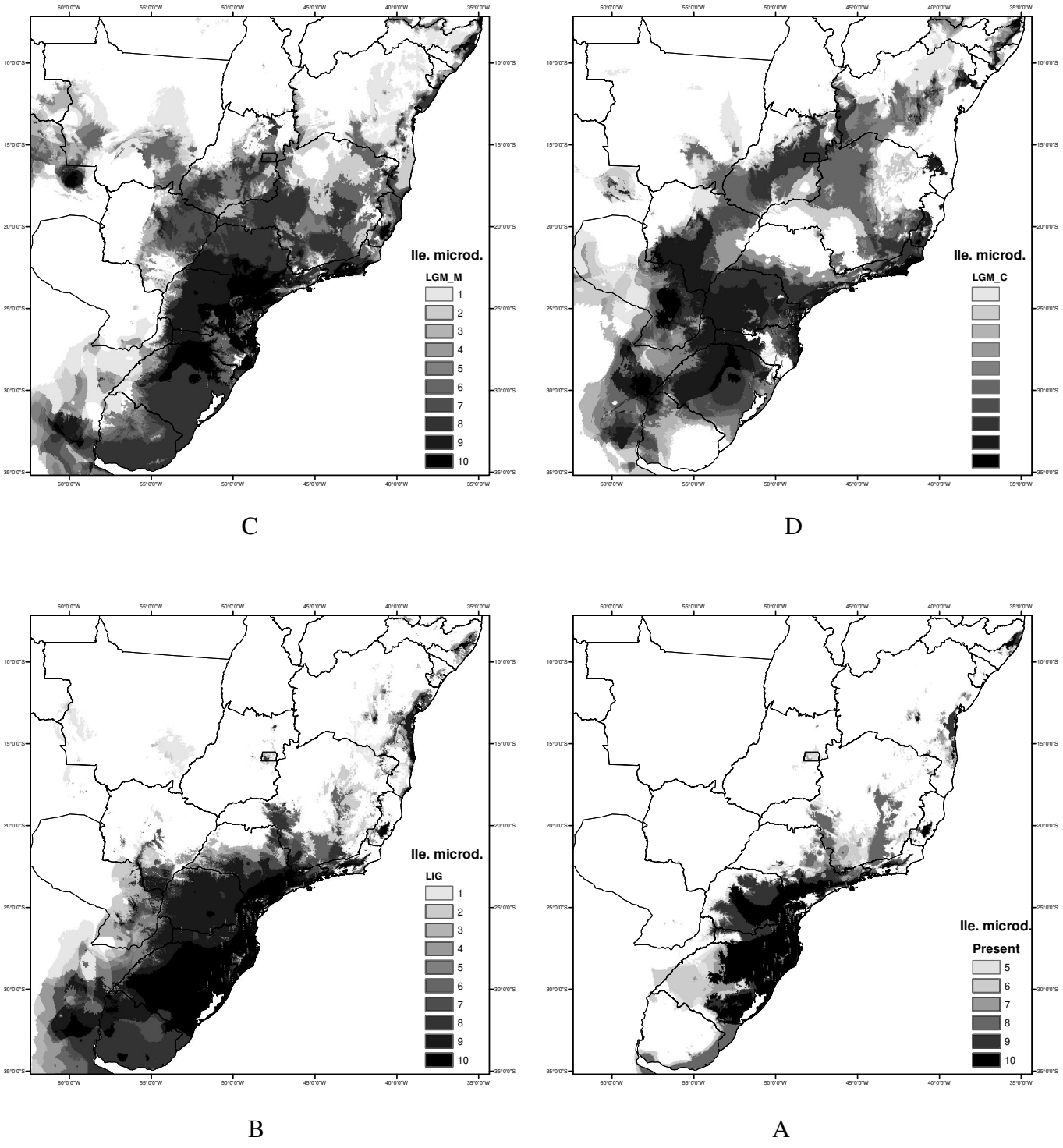


Figura 19: Modelos de distribuição potencial de *Ilex microdonta* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

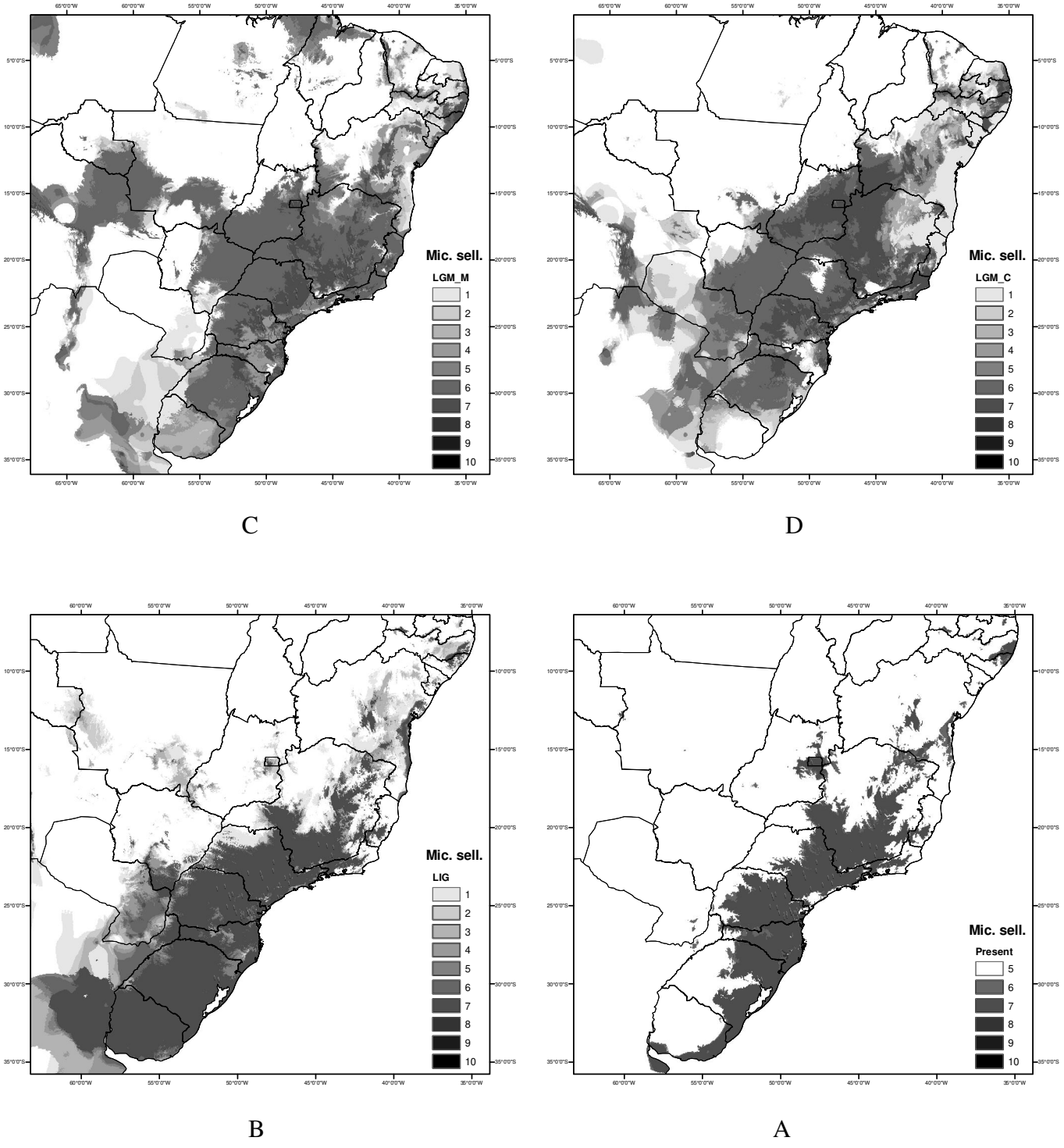


Figura 20: Modelos de distribuição potencial de *Miconia sellowiana* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

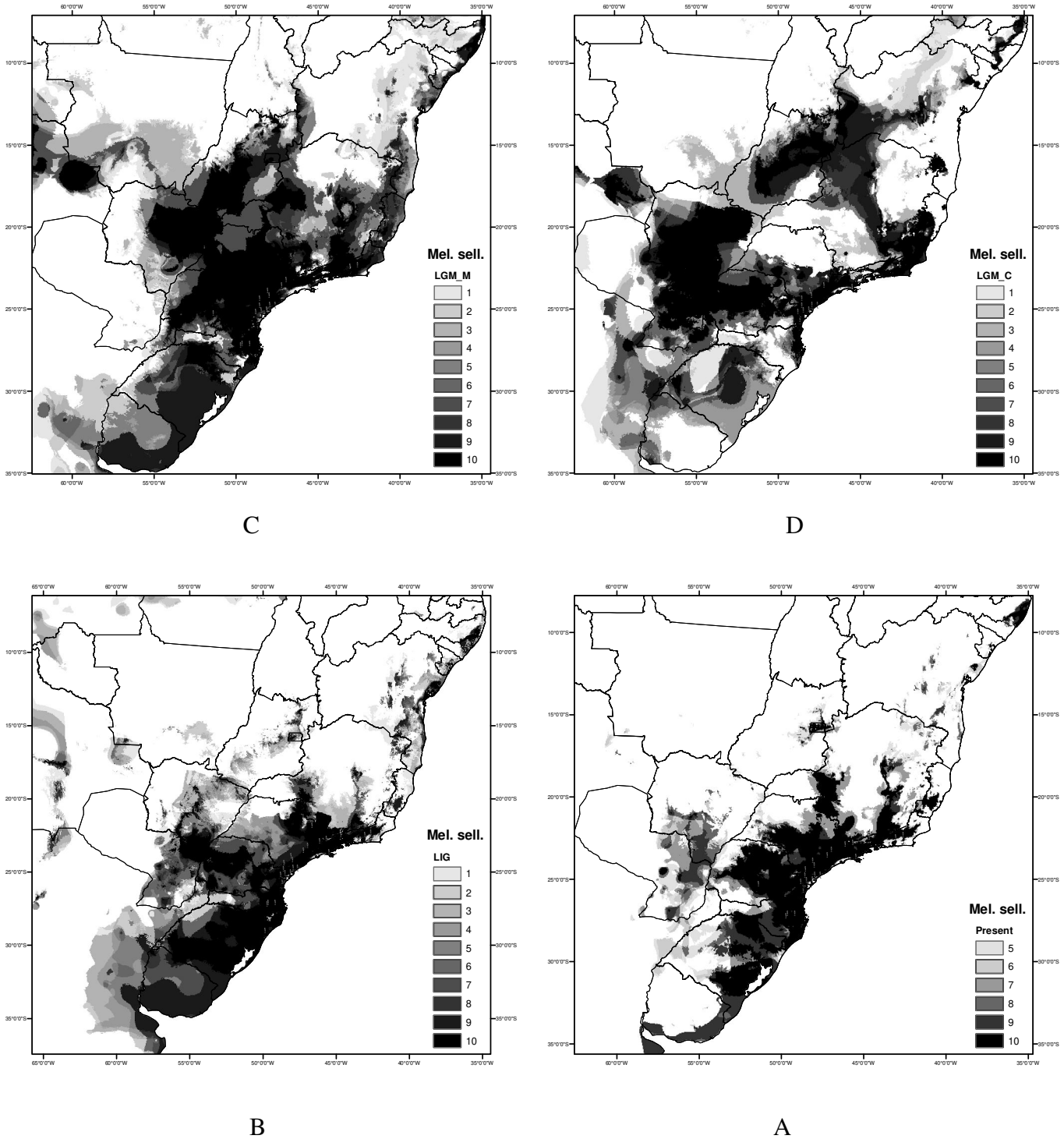


Figura 21: Modelos de distribuição potencial de *Meliosma sellowii* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

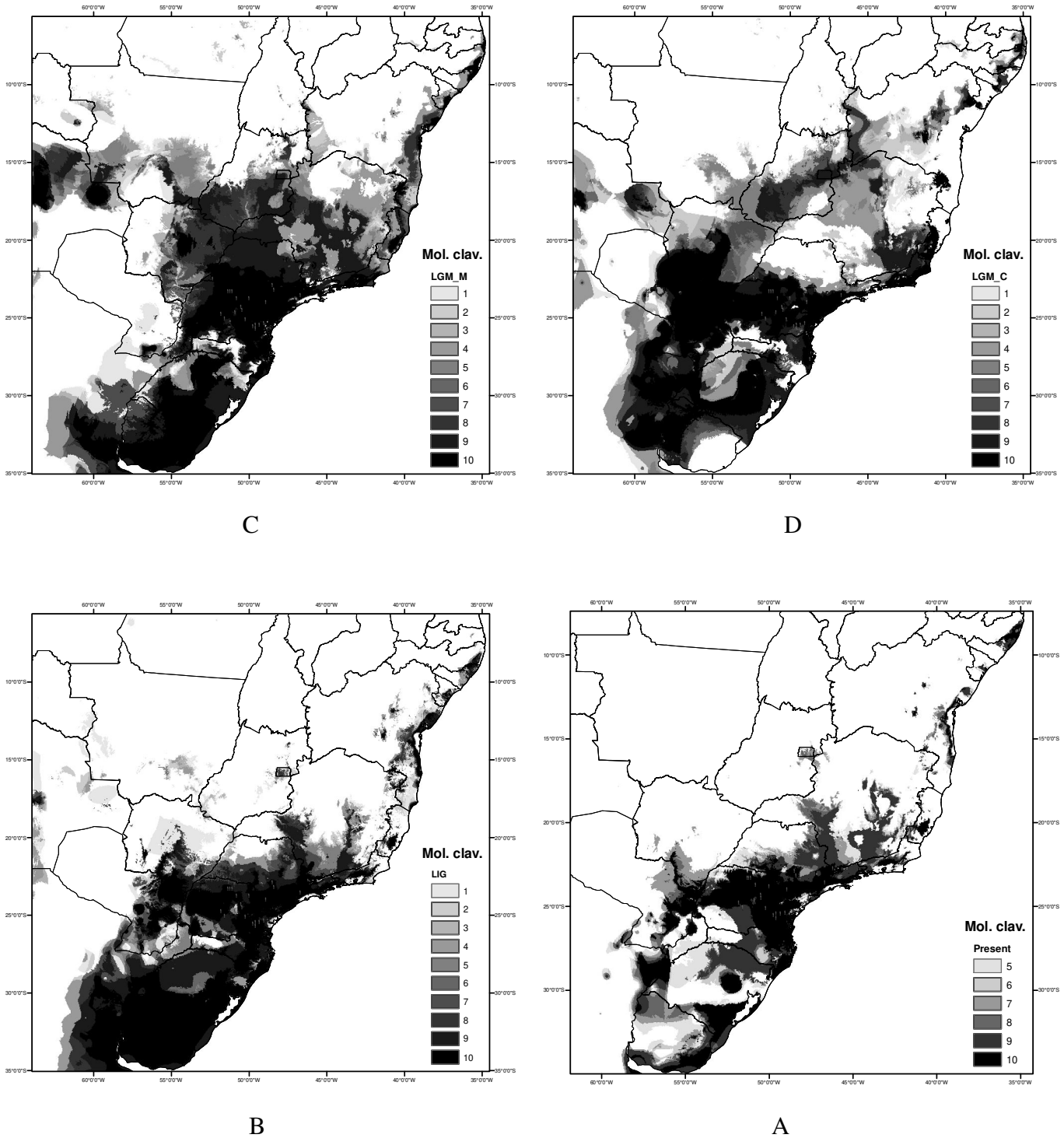


Figura 22: Modelos de distribuição potencial de *Mollinedia clavigera* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

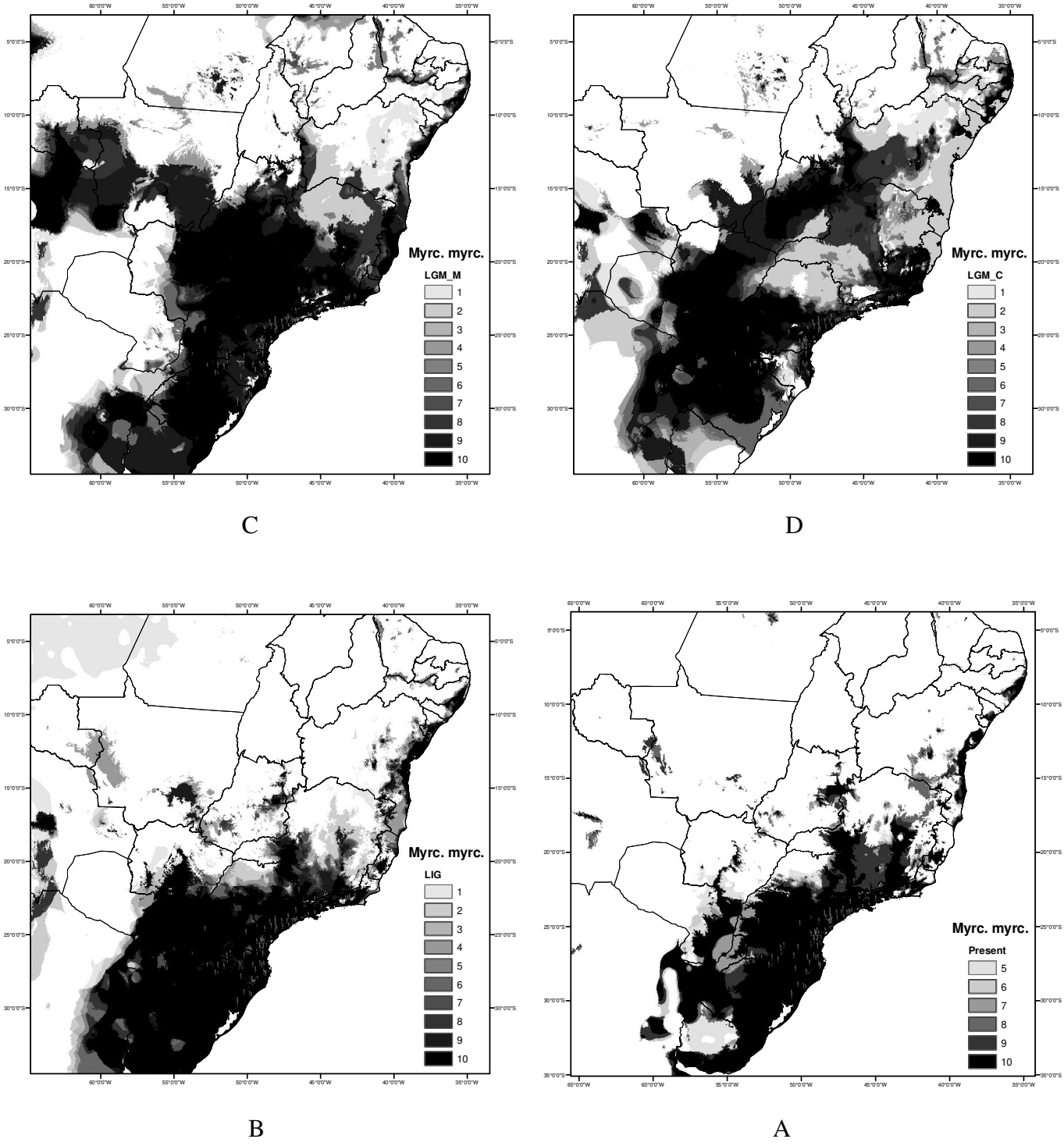


Figura 23: Modelos de distribuição potencial de *Myrceugenia myrcioides* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

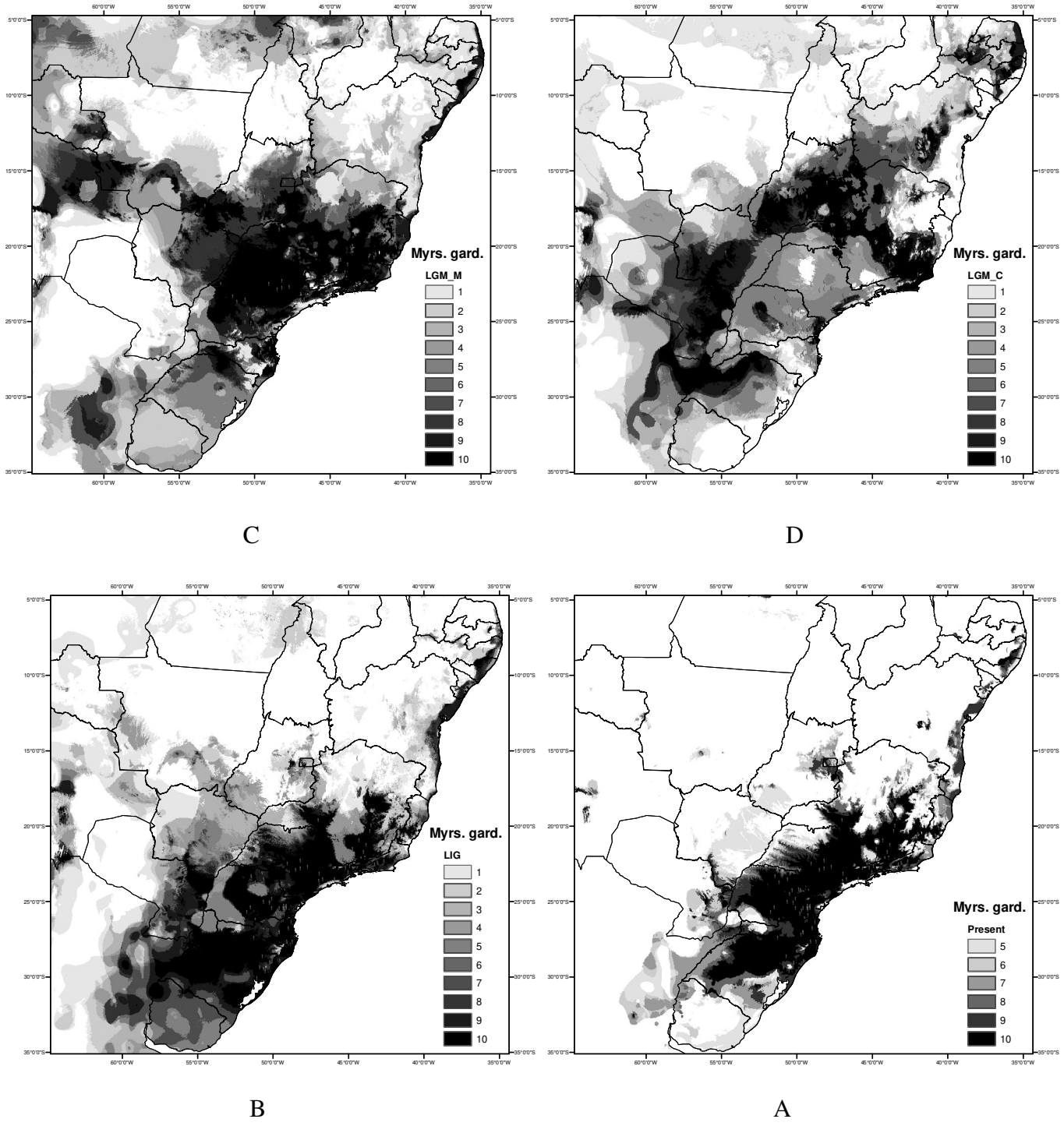


Figura 24: Modelos de distribuição potencial de *Myrsine gardneriana* em quatro cenários climáticos distintos. (A) Modelo para o presente utilizando médias das variáveis ambientais entre os anos de 1.950 e 2.000; (B) Modelo para o Último Inter Glacial projetado para 135.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (C) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto MIROC; (D) Modelo para o Último Máximo Glacial projetado para 21.000 anos A.P. pelo projeto CCSM.

Referências Bibliográficas

Anderson, R.P., Gómez-Laverde, M. & Peterson, A.T. (2002) Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Glocal Ecology and Biogeography*, **11**, 131-141.

Anderson, R.P., Lew, D. & Peterson, A.T. (2003) Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, **162**, 211-232.

Aranha-Filho, J.L.M., Fritsch, P.W., Almeda, F. & Martins, A.B. (2007) A revision of *Symplocos* Jacq. Section Neosymplocos Brand (Symplocaceae). *Proceedings of the California Academy of Sciences*, **58**, 407-446.

Austin, M.P., Cunningham, R.B. & Fleming, P.M. (1984) New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio*, **55**, 11-27.

Azevedo, L.G. (1962) Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **34**, 225-234.

Barbará, T., Martinelli, G. Fay, M. F., Mayo, S. J. & Lexer, C. (2007) Population differentiation and species cohesion in two closely related plants adapted to neotropical high-altitude 'inselbergs', *Alcantarea imperialis* and *Alcantarea geniculata* (Bromeliaceae). *Molecular Ecology*, **16**, 1981-1992.

Barberi, M., Salgado-Labouriau, M.L. & Suguio, K. (2000) Paleovegetation and paleoclimate of "Vereda de Águas Emendadas", central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 13, 241-254.

Beaumont, L.J., Hughes, L. & Poulsen, M. (2005) Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species' current and future distributions. *Ecological Modelling*, **186**, 250-269.

Beauvais, G.P., Keinath, D.A., Hernandez, P., Master, L. & Thurston, R. (2004) *Element distribution modeling: a primer*. University of Wyoming, Wyoming.

Behling, H. (1995) A high resolution Holocene pollen record from Lago do Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *Journal of Paleoclimnology*, **14**, 253-268.

Behling, H. (1997a) Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **129**, 407-422.

Behling, H. (1997b) Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the *Araucaria* forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **97**, 109-121.

Behling, H. (1998) Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 143-156.

Behling, H. (2002) South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**, 19-27.

Behling, H. (2003) Late glacial and Holocene vegetation, climate and fire history inferred from Lagoa Nova in the southeastern Brazilian lowland. *Vegetation History and Archaeobotany*, **12**, 263-270.

Behling, H. & Lichte, M. (1997) Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical southeastern Brazil. *Quaternary Research*, **48**, 348-358.

Behling, H., Bauermann, S.G. & Neves, P.C.P. (2001) Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**, 631-639.

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* **56**, 383-389.

Behling, H., Arz, H.W., Pätzold, J. & Wefer, G. (2002) Late Quaternary vegetacional and climate dynamics in southeastern Brazil, inferences from marine cores GeoB 3229-2 and GeoB 3202-1. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, **179**, 227-243.

Behling, H., Pillar, V.D., Orlóci, L. & Bauermann, S.G. (2004) Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, **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*, **133**, 235-248.

Behling, H., Dupont, L., Safford, H.D. & Wefer, G. (2007) Late Quaternary vegetation and climate dynamics in the Serra da Bocaina, southeastern Brazil. *Quaternary International*, **161**, 22-31.

Behling, H., Pillar, V.D., Müller, S.C. & Overbeck, G.E. (2007) Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brasil: implications for conservation. Applied Vegetation Science, **10**, 81-90.

Bertoncello, R. (2009) *A vegetação arbórea em um gradiente altitudinal no Morro do Cuscuzeiro, Ubatuba (SP): uma análise florística, fitossociológia e fitogeográfica.* Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Carnaval, A.C. & Moritz, C. 2008. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography,* **35**, 1-15.

Carvalho, L.M.T., Fontes, M.A.L. & Oliveira-Filho, A.T. (2000) Tree species distribution in canopy gaps and mature forest in an area of cloud forest of the Ibitipoca Range, south-eastern Brazil. *Plant Ecology*, **149**, 9-22.

Catharino, E.L.M., Bernacci, L.C., Franco, G.A.D.C., Durigan, G. & Metzer, J.P. (2006) Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, **6**, 1-28.

Chapman, A.D.; Muñoz, M.E.S. & Koch, I. (2005) Environmental Information: Placing Biodiversity Phenomena in an Ecological and Environmental Context. *Biodiversity Informatics*, **2**, 24-41.

De Oliveria, P.E., Barreto, A.M.F. & Suguio, K. (1999) Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fóssil dunes of midle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **152**, 319-337.

De Oliveira, P.E., Behling, H., Ledru, M.P., Barberi, M., Bush, M., Salgado-Labouriau, M.L., Garcia, M.J., Medeanic, S., Barth, O.M., Barros, M.A. & Scheel-Ybert, R. (2005) Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. *Quaternário do Brasil* (ed. por C.L.G Souza, K. Suguio, A.M.S. Oliveira e P.E. de Oliveira), pp. 52-74. Holos, Ribeirão Preto.

Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li. J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C. Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. M., Peterson, A. T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, **29**, 129-151.

Falkenberg, D.B. (2003) *Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil*. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Falkenberg, D.B. & Voltolini, J.C. (1995) The Montane Cloud Forest in Southern Brazil. *Tropical Montane Cloud Forest.* (ed. por L.S. Hamilton, J.O. Juvik e F.N Scatena), pp.138-149. Springer-Verlag Inc., New York.

Ferraz-Vicentini, K.R. & Salgado-Labouriau, M.L. 1996. Palynological analysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **9**, 207-219.

França, G.S. & Stehmann, J.R. (2004) Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **27**, 19-30.

Garcia, M.J., De Oliveira, P.E., Siqueira, E. & Fernandes, R.S. (2004) A Holocene vegetacional and climatic record from the Atlantic rainforest belt of coastal State of São Paulo, SE Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **131**, 181-199.

Giulietti, A.M. & Pirani, J.R. (1988) Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaco Range, Minas Gerais and Bahia, Brasil. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (ed. por P.E. Vanzolini & W.R. Heyer), pp. 39-69. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147-186.

Heine, K. (2000) Tropical South America during the Last Glacial Maximum: evidence from glacial, periglacial and fluvial records. *Quaternary International*, **72**, 7-21.

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.

Hooghiemstra, H., van der Hammen, T. & Cleef, A.M.(2002) Paleoecología de la flora boscosa. *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. (ed. by M.R. Guariguata and G.H. Kattan), pp. 43-58. Libro Universitario Regional, Cartago.

Hooghiemstra, H.; van der Hammen, T. & Cleef, A.M. (2000) Evolution of forests in the northern Andes and Amazonian lowlands during the Tertiary and Quaternary. *Ecology of neotropical rain forests*. (ed. by M.R. Guariguata), S.l.: s.n., p.np.

Hueck, K. (1953) Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo*, **10**, 1-24.

Hueck, K. (1972) *As Florestas da América do Sul*. Editora da Universidade de Brasília, Brasília.

Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A. G, Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A. A., Pott, A., Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. (1999) Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura*, **51,** 331-348.

Knapp, S. (2002) *Solanum* section Geminata (Solanaceae). *Flora Neotropica*, **84**, 1-404.

Koch, I., Meireles, L.D., Fraga, C.N. & Sobral, M. (2007) As gimnospermas ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. *Espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo* (ed. by M. Simonelli & C.N. Fraga), pp.97-103, Ipema, Vitória.

Koehler, A., Galvão, F. & Longhi, S.J. (2002) Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. *Ciência Florestal*, **12**, 27-39.

Landrum, L.R. (1981) A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica*, **29**, 1-137.

Ledru, M.P. (1993) Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, **39**, 90-98.

Ledru, M.P. (1998) Vegetation dynamics in southern ad central Brazil during the last 10,000 yr B.P. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 131-142.

Ledru, M.P., Bertaux, J., Sifeddine, A. & Suguio, K. (1998) Absence of Last Glacial Maximum records in lowland tropical forests. *Quaternary Research* **49**, 233-237.

Ledru, M.P., Braga, P.I.V., Soubiès, F., Fournier, M., Martin, L., Suguio, K. & Turcq, B. (1996) The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, **123**, 239-257.

Ledru, M.P., Braga, P.I.V., Soubiès, F., Fournier, M., Martin, L., Suguio, K. & Turcq, B. (1996) The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, **123**, 239-257.

Ledru, M.P., Rousseau, D.D., Cruz Jr., F.W., Riccomini, C., Karmann, I. & Martin, L. (2005) Paleoclimate changes during the last 100,000 yr from a record in the Brazilian Atlantic rainforest region and interhemispheric comparison. *Quaternary Research* **64**, 444-450.

Leoni, L.S. (2000) Flora fanerogâmica do Parque Nacional do Caparaó: Winteraceae. *Pabstia*, **11**, 1-20.

Lima, G.P. (2009) *Avaliação do regime hídrico e goeomorfológicos das Florestas Paludosas do Parque Estadual do Itacolomi: influência dos fatores abióticos sobre a composição florística e fiossociolóigca.* Tese (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Mazine, F.F. & Souza, V.C. (2008) Myrtaceae nos campos de altitude do Parque Nacional do Caparaó – Espírito Santo/Minas Gerais. *Rodriguésia*, **59**, 57-74.

Meguro, M., Pirani. J.R., Mello-Silva, R. & Giulietti, A.M. (1996) Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. *Boletim de Botânica*, **15**, 13-29.

Meireles, L.D. (2003) *Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da floresta alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG*. Tese (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Meireles, L.D., Shepherd, G.J. & Kinoshita, L.S. (2008) Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, **31**, 559-574.

Neto, J.C.M.T.M. (2007) *Relações florísticas, estruturais e ecológicas entre as florestas do topo da Serra do Mar e as florestas de restinga do estado de São Paulo*. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo São Paulo.

Nimer, E. (1977) Clima. *Geografia do Brasil: Região Sudeste*. (ed. por Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), pp. 37-79. SERGRAF, Rio de Janeiro.

Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. (1995) A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinburgh Journal of Botany*, **52**, 141-194.

Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forest in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* **32**, 793-810.

Otto-Bliesner, B.L., Brady, E.C., Clauzet, G., Tomas, R., Levis, S. & Kothavala, Z. (2006) Last Glacial Maximum and Holocene Climate in CCSM3. *Journal of Climate*, **19**, 2526-2544.

Pearson. R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M. & Peterson, A.T. (2006) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, **34**, 102-117.

Peterson, A.T. (2001) Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor*, **103**, 599-605.

Peterson, A.T. & Nyári, Á. S. (2007) Ecological niche conservatism and Pleistocene refugia in thrush-like mourner, *Schiffornis* sp., in the neotropics. *Evolution*, **62**, 173-183.

Portes, M.C.G.O. & Galvão, F. (2002) A floresta alto-montana do sul do Brasil: considerações climáticas, pedológicas e vegetacionais. *Cadernos de Biodiversidade*, **3,** 44-50.

Ribeiro, C.A.N. (2003) *Florística e fitossociologia de um trecho de Floresta Atlântica de altitude da Fazenda da Neblina, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais*. Tese (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Rodrigues-Filho, S., Behling, H., Irion, G. & Muller, G. (2002) Evidence for Lake Formation as a response to na inferred Holocene climatic transition in Brazil. *Quaternary Research*, **57**, 131-137.

Saia, S.EM.G, Pessenda, L.C.R., Gouveia, S.E.M, Aravena & Bendassolli, J.A. (2007) Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southearstern Brazil. *Quaternary Internacional*, **184**, 195-201.

Safford, H.D. (2007) Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, **34**, 1701-1722.

Salgado-Labouriau, M.L. (1997) Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. *Journal of Quaternary Science*, **12**, 371-379.

Salgado-Labouriau, M.L., Barberi, M., Ferraz-Vicentini, K.R. & Parizzi, M.G. (1998) A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 115-129.

Scheer, M.B. & Mocochinski, A.Y. (2009) Florística vascular da Floresta Densa Altomontana de quarto serras no Paraná. *Biota Neotropical*, **9**, 1-19.

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*, **80**, 705-717.

Sóberon, J. & Peterson, A.T. (2005) Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distribuitinal areas. *Biodiversity Informatics*, **2**, 1-10.

Stevaux, J.C. (2000) Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River: correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, **72**, 73-85.

Stockwell, D.R.B. & Noble, I.R. (1992). Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of analysis. *Mathematics and Computers in Simulation*, **33**, 385-390.

Stockwell, D.R.B. & Peters, D.P. (1999) The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Systems*, **13**, 143-158.

Stute, M., Forster, M., Frischkorn, H., Serejo, A., Clark, J.F., Schlosser, P., Broecker, W.S. & Bonani, G. (1995) Cooling of Tropical Brazil (5ºC) during the Last Glacial Maximum. *Science*, **269**, 379-383.

Willians, J.W., Shuman, B.N., Web II, T., Bartlein, P.J. & Leduc, P. (2004) Late-Quaternary vegetation dynamics in North America: scaling from taxa to biomes. *Ecological Monographs*, **74**, 309-334.

Zappi, D. C., Lucas, E., Stannard, B. L., Niclughadha, E., Pirani, J. R., Queiroz, L. P., Atkins, S., Hind, D. J. N., Giulietti, A. M., Harley, R. M. & Carvalho, A. M. (2003) Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, **21**, 345-398.

A new species of *Senecio* (Asteraceae: Senecionae) from southeastern Brazil

ARISTÔNIO MAGALHÃES TELES[1] AND LEONARDO DIAS MEIRELES[2]

[1]Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, 74001-970, Brazil; e-mail: aristônio@hotmail.com

[2]Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas, São Paulo, 13083-970, Brazil; e-mail: ldmeireles@yahoo.com.br

Abstract. Senecio altimontanus, a new species from the states of Minas Gerais and São Paulo, Brazil, is described and illustrated. *Senecio altimontanus* appears to be restricted to high-altitude grasslands (*campos de altitude*). This new species is characterized by its usually simple stems, densely leafy apically, coriaceous leaves, and 1-5 corymbiform capitulescences. It is closely related to *Senecio apensis* Cabrera, from which it differs by size, shape, and margin of leaves, number of phyllaries, and pubescence of cypsela.

Key words: Compositae, new species, sect. Corymbocephalus, sect. Corymbosi, taxonomy.

Resumo. Senecio altimontanus, uma nova espécie coletada nos estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil, é descrita e ilustrada. *Senecio altimontanus* parece ser restrita aos campos de altitude. Esta nova espécie é caracterizada pelos seus ramos usualmente simples, folhas coriáceas, concentradas no ápice dos ramos e inflorescência corimbiforme com 1 a 5 capítulos. Ela é morfologicamente relacionada a *Senecio apensis* Cabrera, da qual difere pelo tamanho, forma e margem foliar, número de filárias e cipselas pubescentes.

The Senecioneae is the largest tribe of the Asteraceae, comprising 150 genera and 3,500 species (Nordenstam, 2007), more than 9% of all genera and about 14% of all species of the family. For the Brazilian flora, Hind (1993) reported 97 species in eight genera of Senecioneae. However, since than afterwards new species and new combinations were proposed for this country (e.g., Nordenstam, 1994; Matzenbacher, 1996; Pruski, 1996; Matzenbacher & Baptista, 1997; Hind, 1999; Teles et al., 2006; Teles & Nordenstam, 2008; Teles et al., 2009). Analyzing the works published after Hind (1993) we estimate that the tribe Senecioneae is represented in Brazil by eight genera and about 100 species.

Senecio sensu Nordenstam (2007, i.e., s.str.) is the tenth largest angiosperms genus, comprising about 1,250 species (Bremer, 1994; Frodin, 2004). It is characterized by annual or perennial herbs to small trees, with alternate leaves, homogamous or heterogamous inflorescences, generally calyculate involucre, ecaudate anthers, dilated filament collar, a truncate to obtuse style branches with a crown of hairs, ellipsoid-obovoid and ribbed cypselae, glabrous or pubescent, and a pappus of several fine bristles (Bremer, 1994). In Brazil, the genus is represented by about 67 species (Hind, 1993), distributed mainly in southern and southeastern mountain highland formations (Cabrera, 1957).

During the taxonomic treatment of the tribe Senecioneae for the Flora of Minas Gerais state, an interesting species from the states of Minas Gerais and São Paulo came to our attention. This new species appears to be a rare, narrow endemic of the Serra Fina, an undercollected mountain region of Serra da Mantiqueira mountain range. Closer examination revealed that it was an undescribed species, which is described below and illustrated, and compared with morphological closely related *Senecio apensis* Cabrera.

Senecio altimontanus A. Teles & L.D. Meireles, **sp. nov.** Type: Brazil. Minas Gerais**:** Mun. Passa Quatro, Serra Fina, Pedra da Mina, 22º25'33"S, 44º50'31"W, 2664 – 2792 m, 7 Jun 2006, *L. D. Meireles, J. A. Nunes & G. G. Castanho 2396* (holotype: UEC; isotypes: BHCB, RB, S) (Fig. 1).

Species haec *Senecione apensi* Cabrera proxima, sed foliis oblanceolatis, 1,7-4 cm longis, 0,3-0,8 cm latis (adversum lanceolatis, 6-12 cm longis, 1-3 cm latis), marginibus revolutis (non planis), phyllariis 10 (non 20), acheniis glabrisque (non acheniis papillosis sericeisque) differt.

Herb to subshrub, 38-55 cm tall. Stems reddish, usually simple, rarely branched, densely leafy apically, leafless to sparsely leafy basally, scarred, pithed, glabrate. Leaves alternate, sessile; blades oblanceolate, 1.7-4 x 0.3-0.8 cm, coriaceous, concolorous, sparsely villose adaxially, glabrous abaxially, uninervate, apex acute, base attenuate, margins revolute, serrate along distal half of blade. Capitula heterogamous, radiate, solitary or 3–5 clustered in corymbiform capitulescence; peduncle 1-2.5 cm long, sparsely tomentose, bracteoles 0.5-1.5 mm long, lanceolate, glabrous; involucre 10-11 x 12-15 mm, campanulate, calyculate; bracts ca. 7, 8-9 mm long, linear-lanceolate; phyllaries 10, uniseriate, lanceolate, apex acute and penicillate, abaxially trinervate, the margins glabrous, scarious; receptacle convex, alveolate, epaleaceous. Ray florets 12-14, pistillate; corolla liguliform, yellow, tube 4 mm long, ray limb 14 mm long, 4 mm wide, 4-veined and apically 3-toothed; style 7 mm long, branches straight, 2 mm long. Cypsela 3 mm long, cylindrical, glabrous; pappus 5 mm long, bristles barbellate, persistent. Disk florets perfect, ca. 50; corolla tubular, 6-7 mm long, 5-lobate, lobes 1.5 mm long; stamens with anthers to 2-2.5 mm long, exserted, base obtuse and filaments with anther collar dilated, connective with an oblong appendage 0.5-1 mm long; style 7 mm long, branches diverging, 2 mm long, apex obtuse, with short sterile pappilose appendage, crowned by simple, divergent trichomes. Cypsela 3-3.5 mm long, cylindrical, 10-ribbed, glabrous; pappus 5-6 mm long, bristles barbellate, persistent.

Geographic distribution and habitat.–*Senecio altimontanus* has been collected only in high-altitude grasslands (*campos de altitude*) above 2,500 m elevation in the Passa Quatro Alkaline Massif, at Serra Fina, municipalities of Passa Quatro (Minas Gerais state) and Queluz (São Paulo state) (Map. 1). The *campos de altitude* are cool humid grass-dominated formations restricted to the highest summits (above 1,500 m elevation) of the southeastern Brazilian highlands (Safford, 1999; Garcia & Pirani, 2003).

Conservation status.–According to the current available information about this species, *Senecio altimontanus* can be considered endangered using IUCN Categories and Criteria (IUCN, 2001; Teles & Nakajima, 2006, EN - B1abi,ii,iv, B2abi,ii,iv, D). This category is based on the extent of occurrence estimated to be less than 5000 km², and for the area of occupancy estimated to be less than 500 km^2.

Phenology.–Flowers were collected from February to July and fruits from August.

Etymology.–The specific epithet refers to the habitat of the species, the high-altitude grasslands (*campos de altitude*), to which is apparently restricted.

Additional specimens examined. BRASIL, Minas Gerais: Mun. Passa Quatro, Serra Fina, Vale do Ruah, campo de nifelina, 22º25'40.9"S, 44º50'06.8"W, 2523 m, 31 Aug 2007 *Meireles et al. 3300* (BHCB, UEC); Serra Fina, Pedra da Mina – Alto, 22º25'33.7"S, 44º50'31.8"W, 2664 – 2792 m, 15 May 2005, *Meireles et al. 1663* (BHCB, UEC); Serra Fina, Pedra da Mina – Média, 22º25'16.3"S, 44º50'52.2"W, 2498 – 2612 m, 15 May 2005, *Meireles et al. 1657* (BHCB, UEC). **São Paulo:** Mun. Queluz, mountain crest near Pedra da Mina, 22º25'53"–22º26'08"S, 44º50'03"–44º50'05"W, 2500–2660 m, 18 Feb 1997, *Shepherd et al. 97-74* (UEC); Pedra da Mina, 22º25'41"S, 44º50'34"W, 2770 m, 19 Feb 1997, *Shepherd et al. 97-97* (BHCB, UEC).

Senecio altimontanus is easily distinguished by its usually simple, densely leafy apically stems, coriaceous leaves and1-5 corymbiform capitulescences. The absence of a basal xylopodium, the sessile leaves, sometimes attenuated at base, glabrous or glabrescent with serrated margins, and the corymbiform capitulescence with radiate capitula, positions this species in the Section Corymbosi Cabrera p. p. (Jeffrey, 1992). This species can be distinguished from the other species of this section by its smaller leaves and larger and fewer capitula per inflorescence.

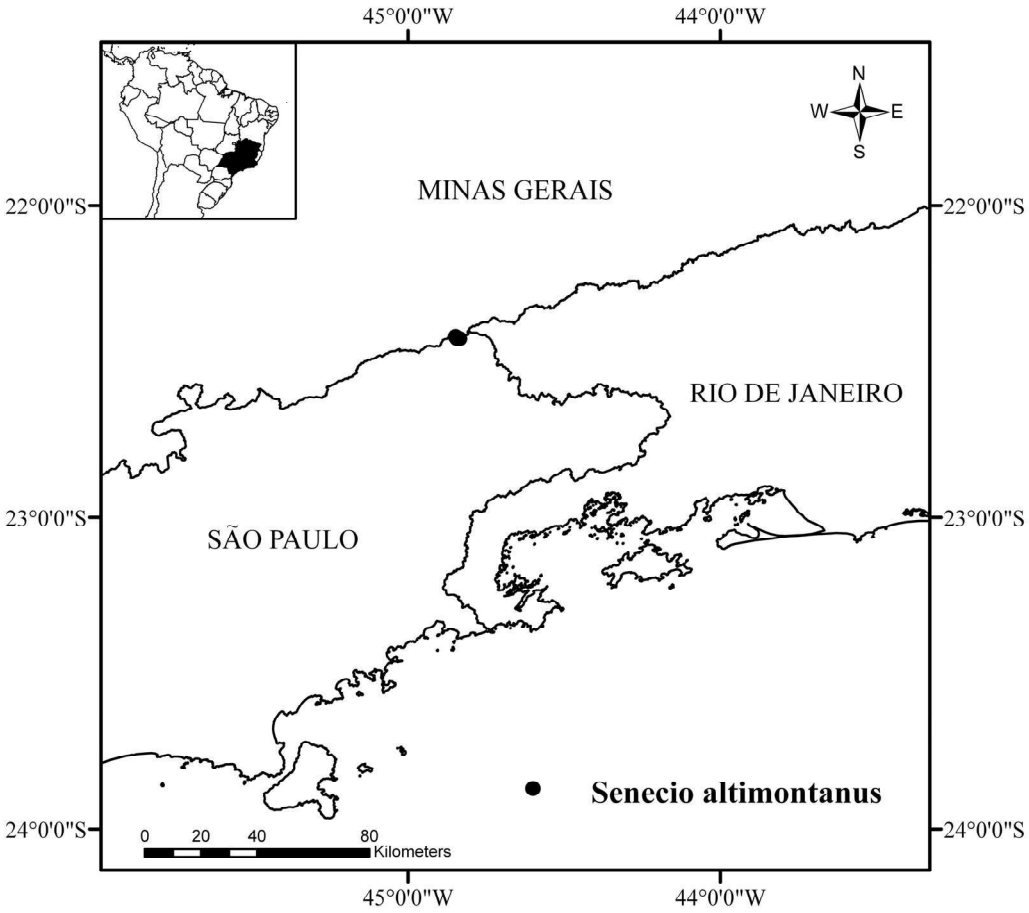
Senecio altimontanus is morphologicaly related to *S. apensis* Cabrera by the habit and number, and morphology of capitula, from which it is differ in the size, shape, and margin of the leaves, number of phyllaries and pubescent cypsela (Table 1). Along with the morphological differences, *S. altimontanus* is presently known only in Serra Fina in the states of Minas Gerais and São Paulo, where it grows in high-altitude grasslands (*campos de altitude*) above 2,500 m elevation (Map. 1). *Senecio apensis* is known from Paraguay and the Brazilian states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, at altitudes of less than 1,000 m, where it grows in savannas (*campos cerrados*).

Acknowledgements

The second author thanks the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) for the grant awarded (04/10110-9) and financial support (05/60862-0). We are grateful also to Vinícius Dittrich (UESB, Brazil) and Piero G. Delprete (IRD, Cayenne Herbarium, French Guiana) for critical reading of the manuscript, Marcos Sobral (UFSJ, Brazil) for the Latin diagnosis, Márcio Werneck (UFMG, Brazil) and Cátia Urbanetz (UNICAMP, Brazil) for the preparation of the map, and Mírian Morato Duarte for the drawings, and reviewers for helpful comments on the manuscript.

Table 1. Morphological differences between *Senecio altimontanus* and *Senecio apensis*

Character	*Senecio altimontanus*	*Senecio apensis*
Leaf shape	oblanceolate	lanceolate
Leaf size (cm)	1.7-4 x 0.3-0.8 cm	6-12 x 1-3 cm
Leaf margins	serrate along distal half of blade, revolute	regularly serrate, plane
Number of phyllaries	10	20
Cypselae	Glabrous	papillose-sericeous



Map 1. Geographic distribution of *Senecio altimontanus* A. Teles & L.D. Meireles

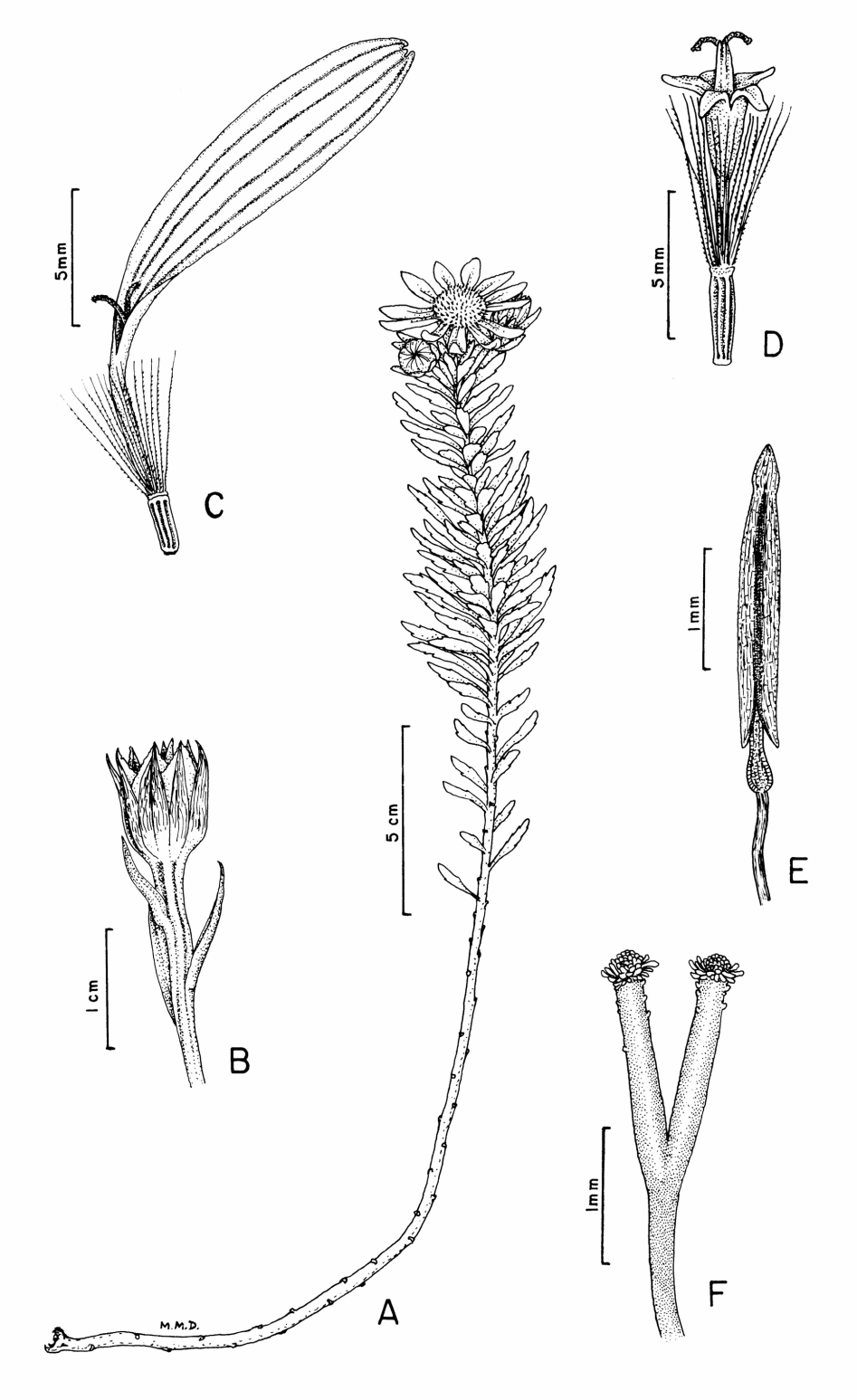


Fig. 1. *Senecio altimontanus*. **A.** Habit. **B.** Involucre. **C.** Ray floret. **D.** Disk floret. **E.** Stamen. **F.** Style. All from the holotype (UEC).

Literature Cited

Bremer, K. 1994. *Asteraceae: cladistics and classification*. Timber Press, Portland.

Cabrera, A. L. 1957. El género *Senecio* (Compositae) en Brasil, Paraguay y Uruguay. Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 15: 163–264.

Frodin, D. G. 2004. History and concepts of big plant genera. Taxon 53: 753–776.

Garcia, R. J. F. & J. R. Pirani. 2003. Revisão sobre o diagnóstico e caracterização da vegetação campestre junto à crista de serras, no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea 30: 217–241.

Hind, D. J. N. 1993. A checklist of the Brazilian Senecioneae (Compositae). Kew Bulletin 48: 279–295.

_____**.** 1999. The tribe Senecioneae (Compositae) in Bahia, Brazil, with descriptions of a new section and species in *Senecio*. Kew Bulletin 54: 897–904.

IUCN. 2001. The IUCN red list of threatened species. Categories & Criteria (v. 3.1), Internet URL: http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria2001 (accessed March, 2009).

Jeffrey, C. 1992. The tribe Senecioneae (Compositae) in the Mascarene Islands with an annotated world check-list of the genera of the tribe. Notes on Compositae: VI. Kew Bulletin 47: 49–109.

Matzenbacher, N. I. 1996. Duas novas espécies e uma nova forma do gênero *Senecio* L. (Asteraceae - Senecioneae) no Rio Grande do Sul – Brasil. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Série Botânica. Porto Alegre 2: 3–14.

_____ & **L. R. M. Baptista.** 1997. Uma nova combinação no gênero *Dendrophorbium* (Cuatrec.) C. Jeffrey (Asteraceae - Senecioneae). Boletim do Museu Botânico Municipal de Curitiba 65: 1–3.

Nordenstam, B. 1994. New transfers to *Graphistylis* B. Nord. (Senecioneae). Compositae Newsletter 24: 50–51.

_____. 2007. XII. The tribe Senecioneae Cass. 1819. Pp. 208-241. *In:* J.W. Kadereit & C. Jeffrey (eds.), The families and genera of vascular plants. Flowering plants. Eudicots: Asterales, vol. 8. Springer, Berlin.

Pruski, J. F. 1996. *Pseudogynoxys lobata* (Compositae: Senecioneae), a new species from Bolivia and Brazil. Systematic Botany 21: 101–105.

Safford, H. D. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography 26: 693–712.

Teles, A. M. & J. N. Nakajima. 2006. Asteraceae do Brasil ameaçadas de extinção. Pp. 212-215. *In:* J. E. A. Mariah & R. P. Santos (eds.), Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. Conferências, Plenárias e Simpósios do 57º Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre.

Teles, A. M., J. N. Nakajima & J. R. Stehmann. 2006. *Dendrophorbium restingae* (Asteraceae: Senecioneae), a new species from São Paulo, Brazil. Sida 22: 123–128.

_____, _____ & _____. 2009. *Senecio albus,* a new species of *Senecio* sect. *Adamantina* (Senecioneae - Asteraceae) with an emendment to the section. Kew Bulletin 64: 161–165.

Teles, A. M. & B. Nordenstam. 2008. A new species of *Graphistylis* (Asteraceae: Senecioneae) from Minas Gerais, Brazil. Compositae Newsletter 46: 76–82.

A new dwarf-shrubby species of *Baccharis* subg. Baccharis (Asteraceae, Astereae) from Southeastern Brazil

GUSTAVO HEIDEN[1] AND LEONARDO DIAS MEIRELES[2]

[1]Herbário da Embrapa Clima Temperado, Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS, Brazil; e-mail: gustavo.heiden@gmail.com

[2]Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas, São Paulo, 13083-970, Brazil; e-mail: ldmeireles@yahoo.com.br

Abstract. **Baccharis dichotoma**, a new dwarf-shrubby, small-leaved and few-capitulate species of high-altitude grasslands from southeastern Brazil, is described, illustrated and assigned to subgenus *Baccharis*.

Key words. Atlantic rainforest biome, campos de altitude, Compositae, conservation, high altitude grasslands, taxonomy.

Resumo. **Baccharis dichotoma**, uma nova espécie nanofanerófita e com folhas diminutas, de campos de altitude do sudeste do Brasil, é descrita, ilustrada e posicionada no subgênero *Baccharis*.

Baccharis is a neotropical genus comprising about 360 species (Nesom & Robinson, 2006), originally distributed exclusively in America, from southern Canada to southern South America (Fielding, 2001; Giuliano, 2005). The most important centers of species richness are the Andes from Colombia to central Chile and central Argentina, and the mountains of southeastern Brazil, Uruguay and eastern Paraguay (Müller, 2006). The tufted indumentum of the leaves and stems, with trichomes presenting a single basal adjoining cell, and the occurrence of dioecy are probably synapomorphic characters of *Baccharis* (Müller, 2006), however reversions or derived conditions of these characteristics are found.

Since De Candolle (1836), *Baccharis* was never revised taxonomically as a whole. The last worldwide compilation of accepted scientific names and synonyms was published by Malagarriga (1977). For Brazil, the last revisionary work of the genus was provided by Barroso (1976), comprising 125 species. Later, Oliveira et al. (2006) published a compilation of 146 names.

The genus is represented in Brazil by species common in secondary vegetation and with a wide range of distribution to narrow and critically endangered endemics from summits of mountains. Most of its species are concentrated in the central and eastern regions, growing mainly in savannas (*cerrado*) and grasslands (*campos de altitude*, *campos rupestres* and *pampa*). The lack of specimens from undercollected areas of the country is still a constraint to the advance of the taxonomy of the genus in Brazil.

The study of Brazilian species of *Baccharis* and the floristic and ecological studies on the upper montane vegetation of Serra Fina, the southernmost portion of the Serra da Mantiqueira range at Southeastern Brazil, converged to the discovery of a remarkable dwarf-shrubby, small-leaved and few-capitulate species of *Baccharis*. This new species is described and illustrated and its affinities are discussed.

Baccharis dichotoma Heiden & L.D.Meireles, **sp. nov.** Type: Brazil. Minas Gerais/São Paulo, Passa Quatro/Queluz, Serra Fina, Pedra da Mina, 2664-2792 m, 22°25'33.7"S, 44°50'31.8"W, arbusto c. 50 cm, ramos avermelhados, folhas verde-brilhantes, capítulos creme, 7 June 2007 (fl), ♂, *L.D. Meireles 2400* (holotype RB; isotypes BHCB, HECT, JE, NY, UEC). (Fig.1).

Ad *Baccharis* subg. *Baccharis* pertinens, *B. pumila* Joch.Müll. similis, sed ramis erectis rufescentis (non procumbentis viridis) munitis, foliorum evolutum obovatum et spathulatum (non oblanceolatum), capitulis axillaris subapicalis (non terminalis) munito differt.

Dioecious dwarf shrubs, 0.2–0.5 m tall. Stems erect, branching monopodial and dichotomous, monopodial shoots terminating in solitary, axillary and subapical capitula, 1 or 2 per branch, with abortive shoot apex, proliferating after flowering from subapical axils in dichotomous branches; shoots reddish, like the leaves resinous, with 5—7 basal and deciduous scale-like leaves; older shoots brownish or blackish, grooved or fissured, with petiole scars, resinous exudates along the leave scars; blackish trichomes emerging from the bark grooves. Leaves spirally alternate, crowded at the apex of the branches, sessile; blades 0.9 – 1.5 cm long, 0.3 – 0.6 cm wide, fleshy, seeming coriaceous in dried material, obovate to spathulate, base cuneate, apex obtuse, margins entire, not or slightly revolute, resinous, 1-veined; both surfaces seeming glabrous, but covered with small tufts of trichomes and biseriate hairs, abaxial surface with resinous dots, adaxial surface vernicous, strongly resinous. Capitula 1–2 per shoot apex; axillary, solitary, subapical, peduncle 1.3–3 mm, with longitudinal slightly spiralled ribs. Male capitula 5–6.2 mm long, involucre 4–4.4 mm long, cylindrical to campanulate, 3–4.3 mm wide; phyllaries 4-5 series, outer and median ovate, inner linear-ovate, apex dentate, margin pale-yellow, narrowly scarious; clinanthium flat, glabrous, alveolate; paleae absent. Male florets 25–44, apex 5-laciniate; corolla 3–3.3 mm long., tubular, tube 2.2–2.5 mm long, trichomes uniseriate sparsely in the 2/3 posterior, slightly expanded in the 1/3-posterior with several biseriate trichomes, throat 0–0.2 mm, cup-shaped, lobes 0.8–1 mm long, apex not revolute; anthers included; style 3.3–3.6 mm long., apex rhomboidal, sweeping hairs of unequal size, slightly divided into connivent branches; sterile ovary 0.7–1 mm long, light brown, nearly obconical, narrowed in the proximal extremity, 6–8 longitudinal ribs, sparse uniseriate trichomes near the base and dense near the apex; pappus 4–4.5 mm long, uniseriate, bristles apex broadened, cell ends erect, shortly protruding. Female capitula conserved not examined, involucre 3.7-5.2 mm long, 4.8–6.8mm wide, campanulate; phyllaries like those of male capitulum; clinanthium slightly convex, glabrous, alveolate, paleae absent; phyllaries like those of male capitula. Female florets per capitulum not counted, filiform; corolla 2.7–3.1 mm long, with 5 apical teeth, with sparse trichomes in most of its length; styles 3–3.9 mm long., branches ca. 0.2 mm long. Cypselae 1.9–2.2 mm long, 0.5–0.7 mm wide, light brown, cylindrical, narrowed at basal extremity, with 8–10 strong longitudinal ribs, without papillae, glabrous; pappus 3–3.6 mm long, slightly shorter than the style, multiseriate, deciduous, not accrescent at maturity.

Distribution & ecology.–Restricted to Southeastern Brazil, in the boundary between States of Minas Gerais and São Paulo (Map. 1). It occurs in the Atlantic Rainforest Biome in tropical high-altitude grasslands (*campos de altitude*), endemic to the highest peaks, above 2660 m, of the Passa Quatro Alkaline Massif, at Serra Fina, part of the southernmost portion of the Serra da Matiqueira Range. It grows under direct sunlight, in sites with shallow soils among bare rock outcrops. During field

expeditions carried out along the high altitude grasslands from Serra Fina, only few specimens have been found. Up to now *B. dichotoma* was not found in similar heights along the nearest peaks at Itatiaia Massif suggesting the new species to be a narrow endemic from Serra Fina, an area not protected by governmental reserves.

Conservation status.–Anthropogenic pressures affect the upper montane vegetation of Serra Fina such as agriculture, accidental fires, camping activities, and tourist visitation in the high-altitude grasslands. Besides, some factors intrinsic to the species such as low densities and low amount of mature individuals allied to lesser female plants extant, poor regeneration and very restricted occurrence area, points out *B. dichotoma* as Critically Endangered: CR B1ab(i, ii, iii, v), 2ab(i, ii, iii, V), C2a(i, ii) following IUCN Categories and Criteria (IUCN, 2001).

Phenology.–Flowering and fruiting in June.

Etymology.–The epithet refers to the dichotomous branches.

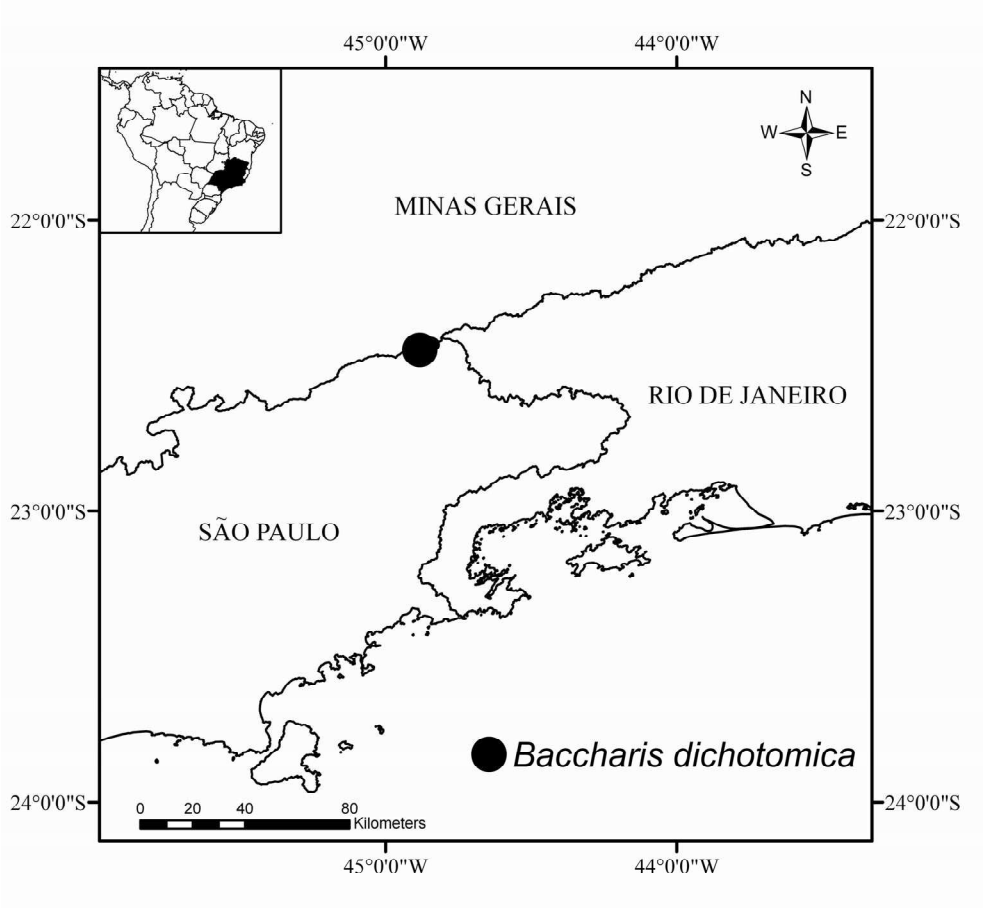
Additional specimens examined. BRAZIL. MINAS GERAIS/SÃO PAULO: Passa Quatro/Queluz, Serra Fina, Pedra da Mina (Alto), 22°25'33.7"S, 44°50'31.8"W, 2664-2792 m, 7 June 2006, ♀, *Meireles 2395* (BHCB, HECT-fragment, UEC), 7 June 2006, ♂, *Meireles et al. 2412* (RB, UEC), Campo de Nifelina, 22 June 2007, ♂, *Meireles et al. 3190* (BHCB, RB, UEC).

Baccharis dichotoma is assigned to the subgenus *Baccharis* based on its male flowers with pappus bristles broadened apically and styles apex rhomboidal, bearing sweeping hairs of unequal size, female flowers with 5-dentate corolla apex and glabrous cypselae with 8 to 10 ribs and multiseriate deciduous pappus. *Baccharis dichotoma* differs sharply from all Brazilian species of the genus due to the succulent leaves and monopodial shoots terminating in solitary, axillary and subapical capitula, 1 or 2 per branch, with abortive shoot apex, proliferating after flowering from subapical axils in dichotomous branches, besides the young shoots with scale-like deciduous leaves.

The species shares some characteristics with the allopatric *B. pumila* Joch.Müll., from the eastern slope of Serranía Sama at Bolivian Andes (Müller, 2006), such as older shoots brownish, grooved or fissured, leaf blades coriaceous and sessile, seemingly 1-veined, capitula borne solitary, female corolla with 5 obtuse apical teeth and cypselae with 8 to 10 strong ribs. However, *B. pumila* is a procumbent shrub with creeping and rooting branches, green shoots, oblanceolate leaves, capitula borne solitary at the apex of short shoots and subtended by bracts transitional between phyllaries and reduced leaves, and male flowers with glabrous sterile ovary.

Acknowledgements

Author thanks herbaria HECT, RB and UEC for the support, João Iganci for the illustration and the referees for contributions on the manuscript improvement. The first author acknowledges the PROTAX/CNPq fellow and the second author thanks the FAPESP for the grant awarded (04/10110-9) and financial support (05/60862-0).



MAP. 1. Geographic distribution of *Baccharis dichotoma* Heiden & L.D.Meireles in Southeastern Brazil.

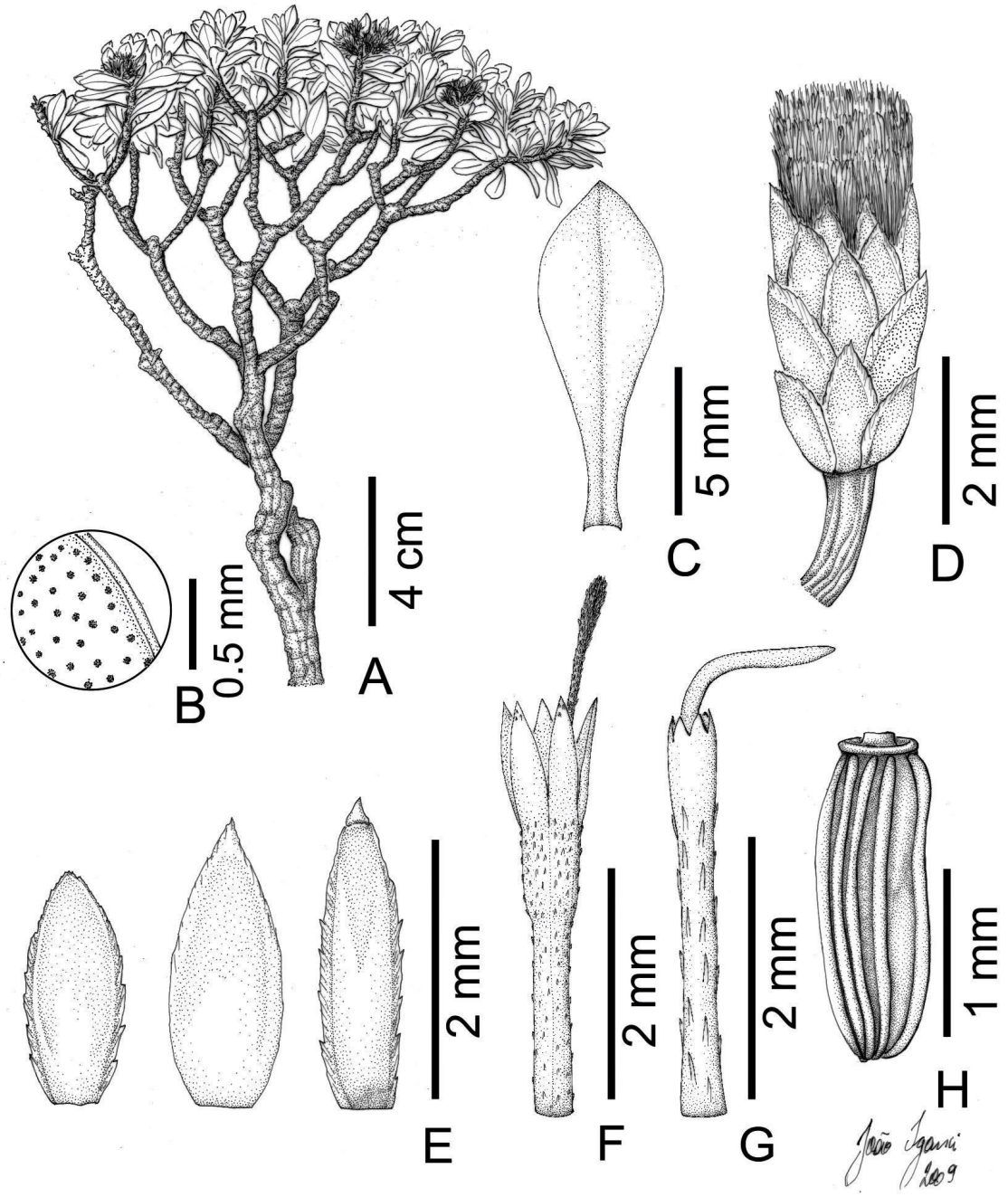


FIG. 1. *Baccharis dichotoma*. **A**. Habit. **B**. Detail of abaxial leaf surface. **C**. Leaf. **D**. Male capitulum. **E**. Phyllaries from the male capitulum. **F**. Male flower (sterile ovary and pappus removed). **G**. Female corolla and style. **H**. Cypsela (pappus removed). (A – F: drawn from *Meireles 2400*; G – H: *Meireles 2395*).

Literature Cited

Barroso, G. M. 1976. Compositae – Subtribo Baccharidinae Hoffman. Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia 28: 3–273.

De Candolle, A. P. 1836. Prodromus Systema Naturalis Regni Vegetalis 6. Treuttel & Würtz, Paris.

Fielding, R. R. 2001. *Baccharis*: A genus of the Asteraceae new to Canada. Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science 41: 214–215.

Giuliano, D. A. 2005. New infragenera in *Baccharis* (Asteraceae, Astereae). Novon 15(4): 534–541.

IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.

Malagarriga Heras, R. P. 1977. Nomenclator Baccharidinarum Omnium. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 37: 129–224.

Müller, J. 2006. Systematics of *Baccharis* (Compositae-Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. Systematic Botany Monographs 6: 1–341.

Nesom, G. L. & H. Robinson. 2006. XV. Tribe Astereae Cass. Vol. 8, pp. 284–342. In: Kadereit, JW & C Jeffrey, eds., The families and genera of vascular plants (K. Kubitzki - series editor). Flowering plants: Eudicots: Asterales. Springer, Berlin.

Oliveira, A. S., L. P. Deble, A. A. Schneider & J. N. C. Marchiori. 2006. Checklist do gênero *Baccharis* L. para o Brasil (Asteraceae-Astereae). Balduinia 9: 17–27.

Modelos de distribuição geográfica de espécies com ocorrência disjunta entre o sul e sudeste brasileiros

Leonardo Dias Meireles [1], Ingrid Koch[2] e George John Shepherd[3]

Introdução

A distribuição geográfica de um táxon está fortemente associada a fatores climáticos, ecológicos e históricos [1]. Quando um táxon apresenta áreas de ocorrência amplamente separadas, fragmentadas ou descontínuas, sua distribuição geográfica é definida como disjunta [2].

Dentre as hipóteses que são evocadas para explicar padrões de distribuição geográfica disjuntos, destacamos as que consideram que o táxon apresentava uma ampla distribuição geográfica que foi posteriormente fragmentada e as que consideram os efeitos da dispersão a longa distância [3]. Mudanças climáticas que causam fragmentação na distribuição de tipos vegetacionais, eficiência da dispersão, extinção de populações intermediárias entre as áreas disjuntas, mudanças geomorfológicas e a influência causada pelo homem estão entre os fatores comumente associados a estas hipóteses [1,2,3]. No caso de espécies montanas a distribuição disjunta pode estar associada a efeitos latitudinais e altitudinais que influenciam na similaridade climática entre áreas numa escala geográfica [2].

Algumas perguntas são freqüentes quando observamos um padrão de distribuição disjunto. Entre elas estão: I. Por que o táxon está ausente na região entre as suas sub-áreas de ocorrência? II. Que fatores promoveram este tipo de distribuição? III. Esta distribuição fragmentada não está associada à falta de coletas deste táxon?

A modelagem de distribuição geográfica potencial, baseada em conceitos de nicho ecológico, é uma ferramenta útil que pode auxiliar na resposta de várias perguntas biológicas, por permitir projeções de áreas de ocupação potencial em condições climáticas atuais, do passado e do futuro. Os modelos produzem dois tipos principais de respostas que correspondem às estimativas da probabilidade de uma espécie ocorrer numa dada localidade e as estimativas da área total favorável para a manutenção de populações da espécie [4].

Objetivamos neste estudo modelar a distribuição geográfica potencial de quatro espécies que apresentam distribuição disjunta entre os estados sulinos e as terras altas do sudeste brasileiro, para verificarmos se os modelos refletem a distribuição observada ou sugerem a falta de coleta destas espécies em áreas intermediárias.

Material e métodos

A. Caracterização das espécies

As quatro espécies escolhidas foram: *Calibrachoa linoides* (Sendtn.) Wijsman (Solanaceae), um subarbusto que habita preferencialmente os campos da borda oriental do planalto das Araucárias, em altitudes superiores a 900 m, com populações disjuntas ao longo da Serra da Mantiqueira [5]; *Eryngium dusenii* H.Wolff (Apiaceae), uma erva que ocorre preferencialmente à beira de rios ou regatos, em locais bastante sombreados no interior de florestas, em áreas acima de 600 m no sul e 1.500 m no sudeste [6]; *Escallonia bifida* Link & Otto (Escalloniaceae), uma arvoreta que ocorre nos campos, florestas ciliares e no sub-bosque dos pinhais na região sul e preferencialmente em florestas de altitude no sudeste [7]; e *Solanum cassioides* L.B.Sm.

1. Primeiro Autor é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. Rua Monteiro Lobato, 970, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo - Campinas – SP, Caixa Postal 6109 Cep 13.083-970. E-mail: ldmeireles@yahoo.com.br
2. Segundo Autor é Pesquisador Visitante do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Rua Monteiro Lobato, 970, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo - Campinas – SP, Caixa Postal 6109 Cep 13.083-970.
3. Terceiro Autor é Professor Assistente do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Rua Monteiro Lobato, 970, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo - Campinas – SP, Caixa Postal 6109 Cep 13.083-970.
Apoio financeiro: FAPESP

& Downs (Solanaceae), uma arvoreta que ocorre nas florestas ombrófilas mistas e densas, entre 300 e 1.400 m de altitude, no sul [8] e acima de 1.500 m de altitude, no sudeste.

B. Obtenção das localidades de ocorrência e modelagem

As localidades de ocorrência dessas espécies foram obtidas utilizando-se literatura especializada [5,6,7,8] e consultas a bases de dados de herbários [9] e georreferenciadas [10] utilizando as coordenadas de municípios segundo o IBGE. Foram utilizados dois algoritmos determinísticos: Bioclim e Domain. O Bioclim [11] gera um envelope climático a partir dos valores climáticos dos pontos de ocorrência da espécie e o projeta no espaço geográfico apresentando uma amplitude de probabilidades de ocorrência da espécie através de classes de percentis. O Domain [12] identifica as áreas de probabilidade de ocorrência da espécie identificando células climaticamente similares às dos pontos de ocorrência da espécie utilizando uma distância métrica de Gower e apresenta classes de porcentagem fixas de ocorrência da espécie. Os valores de baixa probabilidade de ocorrência do Domain, usualmente muito inclusivos e pouco informativos, foram desconsiderados. Consideramos comparáveis as classes "alto a excelente" no Bioclim com "91 a 100" no Domain. Utilizamos 19 variáveis climáticas disponíveis pelo Worldclim [13]. A modelagem e a elaboração dos mapas foram realizadas no programa DIVA-GIS 5.1 [14].

Resultados

Os modelos gerados pelos dois algoritmos apontaram, de uma maneira geral, áreas de maior probabilidade para a ocorrência das espécies na região sul, e probabilidades variáveis de ocorrência nas terras altas do sudeste, e identificaram outras regiões onde essas espécies ainda não apresentam registros de ocorrência conhecidos (Tabela 1). Para *Eryngium dusenii* (Fig. 1c e d) e *Solanum cassioides* (Fig. 1g e h) os modelos não identificaram uma área contínua favorável à ocorrência, entre as terras altas do sudeste e do sul, mas previram áreas no sul do estado de São Paulo como áreas de média probabilidade de ocorrência, onde não há registros destes táxons (Tabela 1). *Calibrachoa linoides* (Fig. 1a e b) apresentou uma área potencial de ocorrência descontínua pelo algoritmo Domain e contínua pelo algoritmo Bioclim. Os modelos indicaram uma área potencial de ocorrência na região de Cunha, SP, posteriormente confirmada por coletas recentes. Os modelos para *Escallonia bifida* (Fig. 1e e f) foram os que apresentaram maior projeção espacial e previram com maiores probabilidades uma área contínua entre o sul e as terras altas do sudeste pelo Planalto Atlântico Paulista.

Discussão

A maioria dos modelos sugere que as espécies encontram poucas áreas favoráveis de ocorrência entre o sul e as terras altas do sudeste. Entretanto, os modelos para *Escallonia bifida* conectaram essas regiões e sugeriram que o Planalto Atlântico e áreas no topo da Serra do Mar no estado de São Paulo seriam áreas favoráveis para a ocorrência da espécie. Este pode ser um exemplo de distribuição disjunta duvidosa resultante da falta de coletas. *Calibrachoa linoides* também apresentou, em um dos modelos, uma área potencial contínua, na mesma região, embora com baixa probabilidade.

As áreas montanhosas da Serra do Mar, no sul e sudeste, e da Serra da Mantiqueira, no sudeste, apresentam regiões ainda pouco exploradas e novos pontos de ocorrência auxiliarão no entendimento da distribuição destas e de outras espécies montanas atlânticas.

A manutenção dessas populações disjuntas pode ser explicada pelas similaridades climáticas entre essas regiões, promovidas por efeitos da altitude e latitude e em parte pela fragmentação de áreas antes mais extensas. É conhecido que florestas de Araucária ocuparam latitudes mais baixas no sudeste durante o último ciclo glacial [15]. O posterior aquecimento do clima teria deslocado essa floresta para as áreas de altitude

que atualmente ocupam. As espécies montanas aqui tratadas podem ter sido submetidas a este mesmo processo.

Os modelos poderão auxiliar no entendimento destas distribuições, no direcionamento de coletas e, futuramente, na formulação de estratégias para a conservação dessas espécies.

Referências

[1] SPELLERBERG, I.F. & SAWYER, J.W.D. 2000. An introduction to applied biogeography. Cambridge, Cambridge University Press. 243p.

[2] PIELOU, E.C. 1979. Biogeography. New York, John Wiley & Sons. 351p.

[3] BROWN, J.H. & LOMOLINO, M.V. 1998. Biogeogrraphy. Sunderland, Sinauer Associates. 691p.

[4] SEGURADO, P. & ARAÚJO, M.B. 2004. An evalution of methods for modelling species distributions. Journal of Biogeography, 31: 1555-1568.

[5] STEHMANN, J.R. 1998. Estudos taxonômicos na tribo Nicotianeae G.Don (Solanaceae): revisão de *Petunia* Jussieu, das espécies brasileiras de *Calibrachoa* La Llave & Lexarza e o estabelecimento do novo gênero *Petuniopsis* Stehmann & Semir. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UNICAMP, Campinas.

[6] MATHIAS, M.E., CONSTANCE. L & ARAÚJO, D. 1972. Umbelíferas. In: REITZ, R. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 205p.

[7] KLEIN, R.M. & REITZ, R. 1985. Saxifragáceas. In: REITZ, R. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 43p.

[8] MENTZ, L.A. & OLIVEIRA, P.L., 2004. *Solanum* (Solanaceae) na Região Sul do Brasil. Pesquisas, Botânica, 54: 1-327.

[9] http://splink.cria.org.br/

[10] http://splink.cria.org.br/geoloc

[11] NIX, H. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. Atlas of Elapid Snakes on Australian. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia, 4-15. Homepage: http://cres.anu.edu.au/outputs/anuclim/doc/bioclim.html

[12] CARPENTER, G., GILLISON, A.N., WINTER, J. 1993. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potencial distributions of plants, animals. Biodiversity Conservation, 2: 667-680.

[13] http://www.worldclim.org/bioclim.htm

[14] http://www.diva-gis.org/

[15] BEHLING, H. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. Review of Paleobotany and Palynology, 99: 143-156. 1998.

Tabela 1. Número de pontos por espécie (PT) utilizados para gerar os modelos de distribuição geográfica potencial. Distr. Geog.: região geográfica com ocorrência conhecida (S = região sul, SE = região sudeste; ES: Espírito Santo; MG: Minas Gerais; PR: Paraná; SP: São Paulo; SC: Santa Catarina, RS: Rio Grande do Sul.

Espécie	**PT**	**Distr. Geog.**	**Regiões projetadas com ocorrência desconhecida**
Calibrachoa linoides	36	S + MG + SP	SP (Planalto Atlântico)
Eryngium dusenii	05	S + MG	SP (Sul), PR (Serra do Mar), SC (Planalto)
Escallonia bifida	58	S + SE	SP (Planalto Atlântico, Serra do Mar), ES (Serra do Mar), MG (Poços de Caldas)
Solanum cassioides	19	S + MG	RS (Sudoeste), SC (Planalto), SP (Sul)

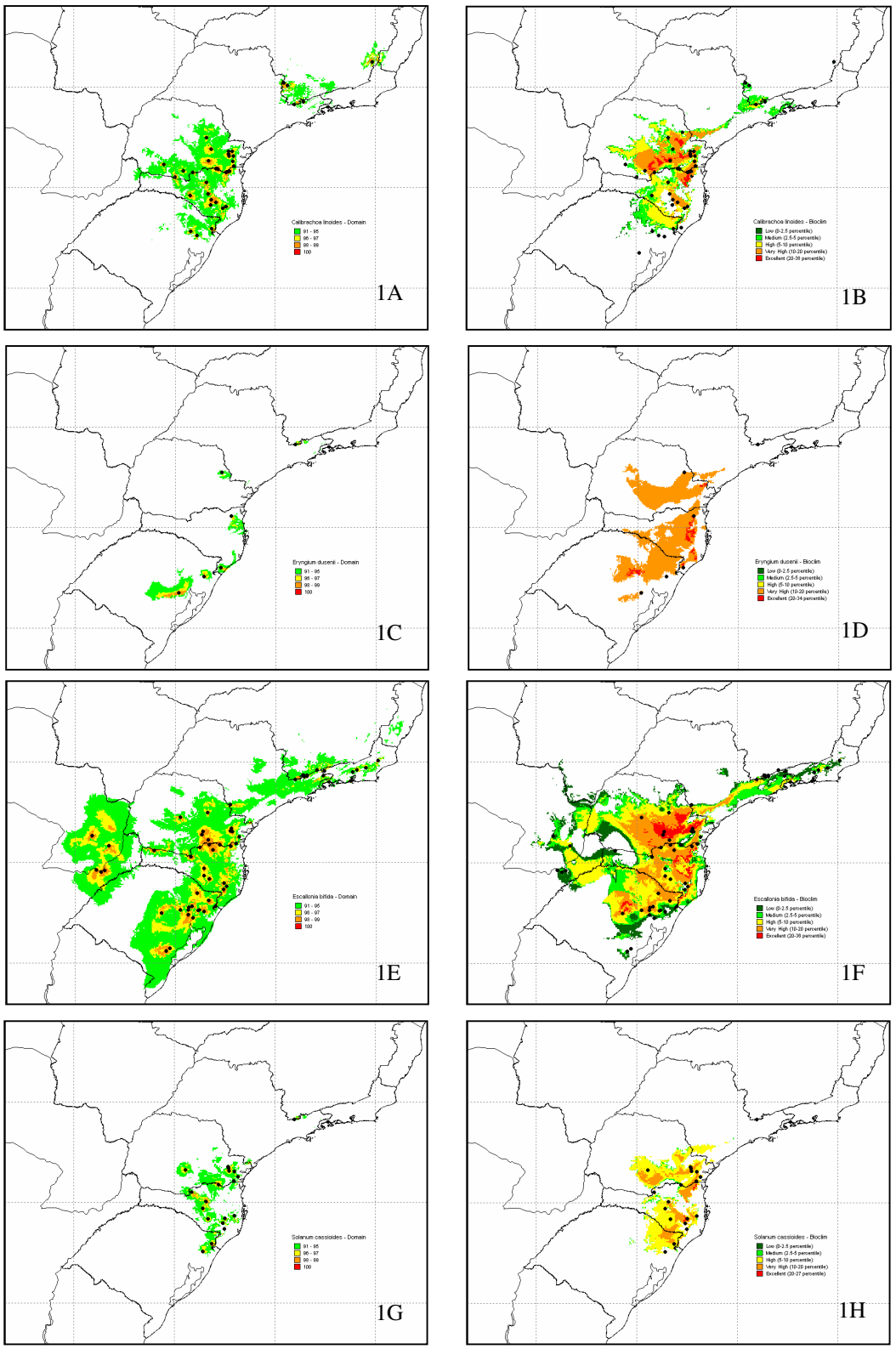


Figura 1. Modelos de distribuição geográfica potencial específicos utilizando os algoritmos Bioclim e Domain. Fig. 1A, *Calibrachoa linoides* – Domain, Fig. 1B, *Calibrachoa linoides* – Bioclim, Fig. 1C, *Eryngium dusenii* – Domain, Fig. 1D, *Eryngium dusenii* – Bioclim, Fig. 1E, E*scallonia bifida* – Domain, Fig. 1F, *Escallonia bifida* – Bioclim, Fig. 1G, *Solanum cassioides* – Domain, Fig. 1H, *Solanum cassioides* – Bioclim.