

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

**Samyra Gomes Furtado**

**BIOGEOGRAFIA DE EPÍFITAS VASCULARES NA SERRA DA  
MANTIQUEIRA, SUDESTE DO BRASIL**

JUIZ DE FORA

2020

**Samyra Gomes Furtado**

**BIOGEOGRAFIA DE EPÍFITAS VASCULARES NA SERRA DA  
MANTIQUEIRA, SUDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Biodiversidade e Conservação da Natureza da  
Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte  
dos requisitos necessários à obtenção do título de  
Doutora em Biodiversidade e Conservação da  
Natureza

**Orientador: Dr. Luiz Menini Neto**

**Juiz de Fora-MG**

**Agosto de 2020**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FURTADO, SAMYRA.  
BIOGEOGRAFIA DE EPÍFITAS VASCULARES NA SERRA DA MANTIQUEIRA, SUDESTE DO BRASIL / SAMYRA FURTADO. -- 2020.  
188 p.

Orientador: Luiz Menini Neto  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, 2020.

1. Ecologia. 2. Epífitas. 3. Biogeografia. 4. Conservação. 5. Espécies ameaçadas. I. Menini Neto, Luiz, orient. II. Título.

**Samyra Gomes Furtado**

**Biogeografia de epífitas vasculares na Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Biodiversidade e Conservação da Natureza

Aprovada em 12 de Agosto de 2020

BANCA EXAMINADORA



Dr. Luiz Menini Neto  
Universidade Federal de Juiz de Fora



p/ Dr. Dayvid Rodrigues Couto  
Universidade Estadual do Norte  
Fluminense



p/ Dra. Andréa Pereira Luizi-Ponzo  
Universidade Federal de Juiz de Fora



p/ Dra. Talita Mota Machado  
autônoma



p/ Dr. Flávio Nunes Ramos  
Universidade Federal de Alfenas

## AGRADECIMENTOS

Aos mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional até o momento. Em especial ao meu orientador por todo auxílio fundamental em todas as etapas, pela dedicação e paciência, que me inspiram nesse caminho acadêmico. Também a professora Fátima Salimena e ao professor Pedro Nobre, por todo apoio e auxílio na busca pelas florestas nebulares.

Às amigas e colegas do herbário que muito me ensinaram e contribuíram pela minha formação. Ludymila e Camila pelo companheirismo em todas as etapas, inclusive em meio a pandemia. Aos amigos Daniel, Geicilaine, Luciana, Rodrigo, Zé Hugo por toda ajuda em campo.

Aos meus pais, irmão, familiares e ao Luiz, agora como companheiro, pelo incentivo e compreensão.

Aos membros da banca pelas correções, sugestões e pelo tempo dispendido.

Muito obrigada!

## RESUMO

Compreender e mapear padrões de distribuição de espécies é fundamental para a biogeografia e a ecologia, além de subsidiar ações de conservação. As epífitas são um grupo funcional com elevada riqueza e abundância em florestas neotropicais, além da sensibilidade às variações ambientais, tornando-as bom modelo no estudo de padrões de distribuição. A Floresta Atlântica (FA) é um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade e é o domínio fitogeográfico brasileiro com maior riqueza e endemismo de epífitas. O Domínio Atlântico apresenta considerável amplitude altitudinal, principalmente na porção sul, e a Serra da Mantiqueira (SM) é uma cadeia montanhosa com as maiores cotas altimétricas. Na SM, a partir de 1200m de altitude, ocorrem as florestas nebulares, caracterizadas pela constância de névoa e destacada presença de epífitas, e um subtipo, as nanoflorestas, estão ameaçadas pelas mudanças climáticas globais. Para conhecer e compreender os padrões de distribuição e riqueza de epífitas vasculares em diferentes escalas, a tese é apresentada em três capítulos. O capítulo um objetivou refinar o mapeamento da distribuição da riqueza e endemismo de epífitas vasculares e compreender os fatores abióticos responsáveis pela riqueza e substituição de espécies no Bloco Sul da Floresta Atlântica (BSFA). Para isso foram utilizados bancos de dados e gerados dois Modelos de Dissimilaridade Generalizada (GDM). Foram encontradas quatro regiões apresentando alta riqueza e endemismo e confirmado um gradiente de riqueza e substituição de espécies entre as áreas costeiras e interioranas, assim como entre as regiões de baixada e montanhosa. Os principais preditores obtidos nos GDMs foram a distância geográfica, cobertura de nuvens e sazonalidade de temperatura. A heterogeneidade topográfica e respectivas mudanças climáticas são responsáveis por aumentar a riqueza e substituição de espécies de epífitas vasculares na BSFA. No capítulo dois, o objetivo foi listar as espécies de epífitas vasculares presentes nas florestas nebulares da SM. Foram realizadas coletas ao longo da cadeia montanhosa e compilação de banco de dados. As florestas nebulares da SM

apresentaram 678 espécies, algo em torno de 20% e 30% das espécies brasileiras e da Floresta Atlântica, respectivamente. As famílias mais ricas, Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae confirmaram os padrões obtidos em diferentes escalas. Um grande número de espécies ameaçadas nos níveis nacional e estaduais ressaltam a importância de conservação dos remanescentes existentes na SM. No capítulo três, os objetivos foram investigar a distribuição de riqueza e composição de espécies ao longo do gradiente altitudinal nas nanoflorestas da SM e avaliar a influência de variáveis climáticas e topográficas. Foram estabelecidas parcelas ao longo da SM em diferentes altitudes para a investigar a distribuição nas escalas local e regional. A riqueza de espécies foi comparada através de rarefação e a composição foi avaliada por análise de similaridade e correlação com fatores ambientais. Na escala local não foram encontrados picos intermediários de riqueza, mas, regionalmente, a faixa altitudinal entre 1500m e 1700m apresentou maior riqueza, principalmente comparada a faixas acima destas, onde as baixas temperaturas atuam como um filtro ambiental, limitando a riqueza mesmo com maior precipitação. Ao longo da SM a composição é afetada por diferenças climáticas relacionadas a sazonalidade, agrupando parcelas da mesma localidade, mesmo com a distância geográfica não sendo um fator significativo. Os resultados apresentados aqui oferecem um ponto de partida para a observação de padrões na riqueza e composição de espécies em gradientes altitudinais diante das mudanças climáticas globais.

Palavras-chave: conservação, Floresta Atlântica, gradiente de elevação, padrões de distribuição, riqueza de espécies, substituição de espécies

## ABSTRACT

A fundamental issue for biogeography and ecology is to understand and map the species distribution, which also provides subsidies for actions of conservation. The epiphytes represent a functional group with high richness and abundance in neotropical forests, as well as presenting sensibility to environmental variations, thus representing a good model to study distribution patterns. The Atlantic Forest (AF) is one of the world biodiversity hotspots and is the Brazilian phytogeographic domain with the highest richness and endemism in epiphytes. Atlantic Domain has great elevation amplitude, mainly at the south portion, and the Serra da Mantiqueira (SM) is a mountain chain with the greatest elevations. In the SM, from 1200m, occur the cloud forest, characterized by constant fog and remarkable presence of epiphytes, and one of its subtypes, the dwarf cloud forests, are highly threatened by the global climatic changes. In order to know and understand the distribution patterns and richness of vascular epiphytes in different scales, the thesis was divided into three chapters. The Chapter 1 aimed to refine mapping of the distribution of richness and endemism of vascular epiphytes and to understand the abiotic factors responsible for the richness and species turnover in the Southern block of the Atlantic Forest (SBAF). We used datasets and generated two Generalized Dissimilarity Models (GDM). We found four regions presenting high richness and endemism and confirmed a gradient of richness and species turnover between coastal and inland areas, as well as between the lowland and highland forests. The main predictors from GDMs were geographical distance, cloud cover, and seasonality of temperature. The topographical heterogeneity and respective climatic changes are responsible for increasing the richness and species turnover of vascular epiphytes in SBAF. In Chapter 2 we aimed to list the vascular epiphyte species of cloud forests of the SM. We performed collections throughout the mountain chain and compiled a dataset. The cloud forests of SM presented 678 species, representing approximately 20% and 30% of the Brazilian and Atlantic Forest species, respectively. The



richest families, Orchidaceae, Bromeliaceae, and Polypodiaceae, confirmed the patterns obtained in different scales. Several threatened species in the national and state levels highlight the relevance of conservation of the remnants of the SM. In Chapter 3, we aimed to investigate the distribution of richness and composition of species throughout the elevation gradient in the cloud forests of the SM and to evaluate the influence of climatic and topographical variables. We established plots throughout different elevations of the SM to investigate the distribution at local and regional scales. The species richness was compared through rarefaction analysis and the composition was evaluated using analysis of similarity and correlation with environmental factors. We did not find intermediate peaks of richness at the local scale, but regionally the elevation interval between 1500m and 1700m presented the highest richness, especially if compared with the highest altitudes, where low temperatures represent an environmental filter, limiting the richness even with highest precipitation. Species composition is affected by climatic differences, throughout the SM, related to the seasonality, clustering plots of the same locality, despite the geographical distance did not represent a significant factor. The results presented here offer a starting point for observing the patterns of richness and composition of species in elevation gradients facing the global climatic changes.

Key-words: Atlantic forest, conservation, distribution patterns, elevation gradient, species richness, species turnover

## LISTA DE FIGURAS

**Capítulo 1**

- Figura 1 – A. Delimitação da área de estudo e quadrículas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  usadas nas análises.  
 B. Altitude da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA), com destaque para as serras da Mantiqueira, do Mar e Geral ..... 29
- Figura 2 – A. Distribuição dos registros de ocorrência obtidos para as epífitas vasculares da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA); B. Riqueza de epífitas vasculares usando quadrículas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ ; C. Endemismo ponderado das epífitas vasculares usando quadrículas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ . D. Uso do solo na BSFA ..... 34
- Figura 3 – A. Quadrículas de 5 x 5 km utilizadas no GDM com a respectiva riqueza; B. Modelo utilizando 18 espécies (GDM18); C. Modelo utilizando 54 espécies (GDM54) ... 36
- Figura 4 – Preditoras geoclimáticas significativas para a composição de epífitas vasculares da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA). Em azul variáveis relacionadas à disponibilidade direta (azul escuro) e indireta (azul claro) de água, em laranja aquelas relacionadas à temperatura, em verde as variáveis topográficas e em rosa a distância geográfica ..... 38

**Capítulo 2**

- Figura 1 – Delimitação da área de estudo e distribuição dos registros considerados na listagem de epífitas vasculares das florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil ..... 65
- Figura 2 – Riqueza e respectiva porcentagem das 23 famílias de epífitas vasculares registradas nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil ..... 70

### Capítulo 3

Figura 1 – Localização da área de estudo e das parcelas amostradas. Em detalhe a localização relativa das parcelas e a variação altitudinal em cada unidade de conservação. 1 - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, 2 - Parque Estadual do Ibitipoca, 3 - Parque Estadual da Serra do Papagaio, 4 - Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú e Parque Estadual Campos do Jordão, 5 - Parque Nacional do Itatiaia, 6 - Parque Nacional do Caparaó ..... 113

Figura 2 – A. Riqueza das principais famílias nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. B. Frequência das principais famílias nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Arac - Araceae, Aspl - Aspleniaceae, Brom - Bromeliaceae, Cact - Cactaceae, Dryo - Dryopteridaceae, Gesn - Gesneriaceae, Gris - Griseliniaceae, Hyme - Hymenophyllaceae, Lyco - Lycopodiaceae, Orch - Orchidaceae, Pipe - Piperaceae, Poly - Polypodiaceae ..... 118

Figura 3 – Rarefação da riqueza pelo número de amostras em parcelas. A - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e Parque Nacional do Caparaó, B - Parque Estadual do Ibitipoca, C - Parque Estadual da Serra do Papagaio, D - Parque Nacional do Itatiaia, E - Parque Estadual Campos do Jordão e Monumento Natural Estadual Pedra do Baú, F - todas as parcelas. Parcelas com altitude entre 1200m e 1500m foram representadas em verde-escuro, entre 1500m e 1700 m em verde-claro, entre 1700m e 1900m em azul-escuro e acima de 1900m em azul-claro ..... 120

Figura 4 – Distribuição da riqueza de epífitas (A) e variáveis climáticas, médias anuais de potencial de evapotranspiração (anualPET) (B), temperatura (bio01) (C) e precipitação (bio12) (D), em relação à altitude e funções que se ajustaram melhor aos dados ..... 121

Figura 5 – Dendrograma resultante da análise de similaridade pelo método UPGMA (unweighted pair group method using arithmetic averages) e índice de similaridade de

Jaccard entre as parcelas amostradas nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Coeficiente de correlação cofenética = 0,82

..... 123

Figura 6 – Análise de correspondência canônica entre as parcelas amostradas nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil, e as variáveis ambientais mais importantes ..... 125

## LISTA DE TABELAS

**Capítulo 2**

Anexo – Espécies de epífitas vasculares ocorrentes nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil (delimitação segundo Pompeu et al. 2018) .....	84
---	----

**Capítulo 3**

Tabela 1 – Lista das 18 áreas amostradas nas unidades de conservação da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil, e respectivos parâmetros medidos .....	117
Anexo – Frequência relativa das espécies de epífita vasculares amostradas em 18 parcelas ao longo das nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil .....	141

## Sumário

Introdução geral .....	17
Referências .....	19
Capítulo 1 – Distribuição de epífitas vasculares ao longo do bloco sul da Floresta Atlântica brasileira e implicações para a conservação .....	23
Abstract .....	23
Resumo .....	24
Introdução .....	25
Material e Métodos .....	27
Área de estudo .....	27
Dados de ocorrência .....	30
Dados geoclimáticos .....	30
Análises .....	31
Resultados .....	32
Discussão .....	39
Referências .....	47
Capítulo 2 – Listagem de epífitas vasculares ocorrentes nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil .....	59
Abstract .....	59
Resumo .....	60

Introdução .....	61
Material e Métodos .....	64
Área de estudo .....	64
Banco de dados .....	66
Resultados e Discussão .....	68
Referências .....	74
Anexo – Espécies de epífitas vasculares ocorrentes nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil (delimitação segundo Pompeu et al. 2018) .....	84
Capítulo 3 – Diversidade de epífitas vasculares ao longo do gradiente altitudinal da Serra de Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil .....	108
Abstract .....	108
Resumo .....	109
Introdução .....	110
Material e Métodos .....	112
Área de estudo .....	112
Amostragem .....	114
Análise dos dados .....	115
Resultados .....	117
Discussão .....	126
Referências .....	131
Anexo .....	140
Anexo 1 – Florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil .....	152

Anexo 2 – Guia fotográfico das espécies de epífitas vasculares das florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil .....	157
--	-----



## **Biogeografia de epífitas vasculares na Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil**

### **Introdução geral**

A distribuição da biodiversidade, os padrões e fatores que os orquestram são temas recorrentes para ecólogos e biogeógrafos (Gaston 2000). É possível aplicar questionamentos sobre a distribuição de espécies em diferentes escalas, e mesmo em escala global, com padrões muito estudados e bem documentados, hipóteses ainda são amplamente discutidas e apresentadas (Hawkins et al. 2003). O conhecimento destes padrões é aplicado diretamente no planejamento de ações para a conservação das espécies (Ladle & Whittaker 2011) e particularmente necessário diante das mudanças climáticas globais (Gaston 2000).

As plantas são organismos que devido às características fisiológicas respondem diretamente às variações climáticas (Hawkins et al. 2003). E as plantas epífitas, que utilizam de outras plantas como substrato sem manter contato com o solo (Benzing 1990), apresentam ainda maior sensibilidade às variações ambientais (Hietz 1999). Essa característica somada a riqueza e abundância das epífitas na Região Neotropical, as tornam um excelente grupo funcional para responder questões biogeográficas nos ambientes florestais dessa região (Cardelús et al. 2016).

A Floresta Atlântica (FA) cobria originalmente cerca de 150 milhões de hectares, e, atualmente, restam de 11% a 28% da vegetação (Ribeiro et al. 2009; Rezende et al. 2018). Este impacto antrópico, somado ao elevado endemismo do domínio, o levou a ser classificado como um dos 36 *hotspots* de biodiversidade (Mittermeier et al. 2011; Williams et al. 2011; Noss et al. 2015; CEPF 2016). Entre os táxons com alto endemismo estão diversas famílias com espécimes epífitos, sendo o domínio fitogeográfico brasileiro com maior porcentagem de epífitas (12,2%) e com alta taxa de endemismo (Freitas et al. 2016). A porção sul da Floresta

Atlântica brasileira tem grande complexidade topográfica e concentra 31 dos 35 pontos mais altos do Brasil, listados pelo IBGE (2018), sendo os quatro restantes localizados na Região Norte do país, nos domínios da Floresta Amazônica. A região tem cadeias montanhosas paralelas à linha da costa, separadas por vales e planícies intervenientes, com escarpas meridionais íngremes e costas setentrionais suaves, que decrescem de altitude do interior para o litoral e atingem as maiores altitudes na Serra da Mantiqueira na Região Sudeste, com elevações médias em torno de 1500m e máxima de 2890m (Zalán 2012). A combinação de massas de ar em movimento e relevo topográfico promove grande umidade na paisagem, com alta taxa de chuvas, recarga subterrânea e descarga superficial, além de alto rendimento de água e considerável estabilidade sazonal das vazões (Salgado et al. 2019).

O clima e as condições orográficas promovidas pela topografia favorecem a ocorrência de florestas nebulares tropicais. Estas formações são ecossistemas que ocorrem tipicamente em uma zona altitudinal relativamente estreita, sendo caracterizadas por uma cobertura de nuvens persistente, frequente ou estacional no nível da vegetação, resultando na ocorrência de precipitação horizontal, fornecendo a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas (Hamilton et al. 1995; Bruijnzeel et al. 2010). São reconhecidos três tipos de florestas nebulares tropicais (submontana, altomontana e subalpina), com variações na altura do dossel, abundância de epífitas e trepadeiras lenhosas e na altitude em que ocorrem (Scatena et al. 2010).

A presença destas florestas na Serra da Mantiqueira foi estimada por Pompeu et al. (2018) com base em modelagem de distribuição preditiva e técnicas de sensoriamento remoto utilizando variáveis climáticas, hidrometeorológicas e topográficas, resultando em maior probabilidade de ocorrência acima dos 1500m, embora possam ocorrer em áreas mais baixas em várias localidades (obs. pessoal). Esta estimativa proporcionada pelo trabalho de Pompeu

et al. (2018) se somaram às informações já apresentadas por Drummond et al. (2005); Martinelli (2007), Stehmann & Sobral (2009) e LeSaout et al. (2013) e corroboraram a relevância da Serra da Mantiqueira para a biodiversidade do Domínio Atlântico, indicando a necessidade de direcionar esforços para seu conhecimento e conservação. Ao longo dos últimos anos vários estudos pontuais foram publicados sobre as epífitas vasculares especificamente na região compreendida pela Serra da Mantiqueira, com parte deles concentrada nas florestas nebulares, reconhecendo a diversidade da SM para essa sinúcia (Menini Neto et al. 2009; Barbosa et al. 2014, 2020; Alves & Menini Neto 2014; Furtado & Menini Neto 2015, 2016, 2018a, 2018b). Destaque deve ser dado para a listagem feita para o Parque Estadual do Ibitipoca, no estado de Minas Gerais (Furtado & Menini Neto 2018a), uma das mais ricas até o momento registradas no Brasil, com 224 espécies distribuídas em cerca de 300ha de florestas nebulares.

O objetivo deste trabalho foi mapear a distribuição de epífitas vasculares em diferentes escalas e buscar pelos fatores que estão envolvidos nos padrões de distribuição da diversidade deste grupo funcional. Espera-se que os resultados apresentados aqui possam ser úteis no desenvolvimento de ações que conservem a floresta nebulosa e mitigue o impacto das mudanças climáticas vivenciado atualmente.

## **Referências**

Alves FE & Menini Neto L (2014) Vascular epiphytes in a forest fragment of Serra da Mantiqueira and floristic relationships with Atlantic high altitude areas in Minas Gerais. *Brazilian Journal of Botany* 37: 187–196.

Barbosa DEF, Basílio GA, Silva FR et al. (2014) Vascular epiphytes in a remnant of seasonal semideciduous forest in Zona da Mata of Minas Gerais Brazil. *Bioscience Journal* 31(2): 623-633.

Barbosa DEF, Basílio GA, Furtado SG et al. (2020) The importance of heterogeneity of habitats for the species richness of vascular epiphytes in remnants of Brazilian montane seasonal semideciduous forest. *Edinburgh Journal of Botany* 77(1): 99-118.

Benzing DH (1990) *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. University Press Cambridge, Cambridge. 376p.

Bruijnzeel LA, Kappelle M, Mulligan M et al. (2010) Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN & Hamilton LS (eds.) *Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 691–700.

Cardelús CL, Chazdon RL (2005) Inner-crown microenvironments of two emergent tree species in a lowland wet forest. *Biotropica* 37:238-244.

CEPF - Critical Ecosystem Partnership fund.

[http://www.cepf.net/where\\_we\\_work/Pages/default.aspx](http://www.cepf.net/where_we_work/Pages/default.aspx). Accessed 6 Fevereiro 2020

Drummond GM, Martins CS, Machado ABM et al. (orgs.) (2005) *Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação*. 2a ed, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.

Freitas L, Salino A, Menini Neto L et al. (2016) A comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. *PhytoKeys* 58:65-79.

Furtado SG, Menini Neto L (2015) Diversity of vascular epiphytes in two high altitude biotopes of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Botany* 38:295-310.

Furtado SG, Menini Neto L (2016) Vascular epiphytic flora of a high montane environment of Brazilian Atlantic Forest: composition and floristic relationships with other ombrophilous forests. *Acta Botanica Brasilica* 30:422-436.

Furtado SG, Menini Neto L (2018a) Elevational and phytophysiognomic gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic. *Plant Ecology* 219:677-690.

Furtado SG, Menini Neto L (2018b) Diversity high up: a cloud forest of the Serra da Mantiqueira as a vascular epiphyte hotspot. *Rodriguésia* 69:263-279.

Gaston KJ (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.

Hamilton LS, Juvik JO, Scatena FN (eds.) (1995) Tropical montane cloud forests. Springer Verlag, New York. 407p.

Hawkins BA, Field R, Cornell HV et al. (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness.

Hietz P (1999) Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. *Pure Applied Chemical* 70:1-11.

IBGE (2018) Anuário estatístico do Brasil (Vol. 78). IBGE, Rio de Janeiro.

Ladle RJ, Whittaker RJ (2011) Conservation biogeography. Wiley-Blackwell, New Jersey.

Le Saout S, Hoffmann M, Shi Y et al. (2013) Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science* 342:803-805.

Martinelli G (2007) Mountain biodiversity in Brazil *Revista Brasileira de Botânica* 30:587-597.

Menini Neto L, Forzza RC, Zappi D (2009) Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18:3785-3807.

Mittermeier CG, Turner WR, Larsen FW et al. (2011) Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel JC (eds) *Biodiversity hotspots: distribution and protection of priority conservation areas*. Springer-Verlag, Berlin, pp 3-22.

Noss RF, Platt WJ, Sorrie BA et al. (2015) How global biodiversity hotspots may go unrecognized: lessons from the North American Coastal Plain. *Diversity and Distributions* 21:236-244.

Pompeu PV, Fontes MAL, Muliggan M et al. (2018) Assessing Atlantic cloud forest extent and protection status in southeastern Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 43:146-155.

Rezende CL, Scarano FR, Assad ED et al. (2018) From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation* 16:208-214.

Ribeiro RA, Lemos-Filho JP, Ramos ACS et al. (2011) Phylogeography of the endangered rosewood *Dalbergia nigra* (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Heredity* 106:46-57.

Salgado AAR, Santos LJC, Paisani JC (eds) (2019) *The Physical Geography of Brazil: Environment, Vegetation and Landscape*. Springer, New York.

Scatena FN, Bruijnzeel LA, Bubb P et al. (2010) Chapter 1 – Setting the stage. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.) *Tropical Montane cloud forests – science for conservation and management International Hydrology Series Cambridge University Press, Cambridge*. Pp. 3-13.

Stehmann JR, Sobral M (2009) Diagnóstico do conhecimento da diversidade botânica: fanerógamas. In: Drummond GM, Martins CS, Greco MB & Vieira F (orgs.) *Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais – subsídio ao Programa Biota Minas*. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. Pp. 355-387.

Williams KJ, Belbin L, Austin MP et al. (2012) Which environmental variables should I use in my biodiversity model? *International Journal of Geographic Information Science* 26:2009-2047.

Zalán PV (2012) Origem e evolução das bacias cenozoicas do sudeste. In: Hasui Y, Carneiro CDR, Almeida FFM, Bartorelli A (edss) *Geologia do Brasil*. Beca, São Paulo, pp 544-548

## Capítulo 1

### **Distribuição de epífitas vasculares ao longo do bloco sul da Floresta Atlântica brasileira e implicações para a conservação**

Manuscrito formatado segundo as normas do periódico Biodiversity and Conservation

#### **Abstract**

Mapping diversity patterns is important to clarify its causes and is essential information for conservation policies. We map the distribution of vascular epiphytes from the Southern block of the Brazilian Atlantic Forest (SBAF) to understand the main factors responsible for the richness and species turnover, as well as to generate information for the conservation of this functional group. We gathered a data set of vascular epiphytes, mapping the richness and weighted endemism using grid squares of  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ , and performed two Generalized Dissimilarity Models (GDM) using a filter of 18 and 54 species in grid squares of  $5\text{km} \times 5\text{km}$  to evaluate the species turnover and correlation with the climatic and topographic factors. We found four sites presenting both high richness and endemism. A gradient of richness and species turnover between the coastal and inland regions was confirmed, as well as between the lowlands and the mountainous regions. The main predictors obtained from GDM were geographic distance, cloud cover, and temperature seasonality. The topographic heterogeneity and the resulting climate changes are responsible to enhance the richness and species turnover of vascular epiphytes in the SBAF. It is important to conserve the coastal areas and the mountainous gradients due to the high richness and strong species turnover, but also the inland areas since their composition is quite distinct from previous environments.

**Keywords:** Biodiversity hotspot, endemism, Generalized Dissimilarity Model – GDM, geoclimatic variables, species richness, species turnover.

## **Resumo**

Mapear padrões de diversidade é importante para compreender suas causas e representa informação essencial para as políticas de conservação. A distribuição de epífitas vasculares do bloco sul da Floresta Atlântica (BSFA) foi mapeada para entender os principais fatores responsáveis pela riqueza e substituição de espécies, além de gerar informação para a conservação deste grupo funcional. Os dados de epífitas vasculares foram reunidos, a riqueza mapeada e o endemismo ponderado calculado com base em quadrículas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ . Dois Modelos de Dissimilaridade Generalizada (GDM) usando filtros de 18 e 54 espécies foram feitos com base em quadrículas de 5km x 5km para avaliar a substituição de espécies e correlação com fatores climáticos e topográficos. Foram encontradas quatro regiões apresentando alta riqueza e endemismo. Um gradiente de riqueza e substituição de espécies entre as áreas costeiras e interioranas foi confirmado, assim como entre as regiões de baixada e montanhosa. Os principais preditores obtidos dos GDMs foram a distância geográfica, cobertura de nuvens e sazonalidade de temperatura. A heterogeneidade topográfica e as mudanças climáticas resultantes são responsáveis por aumentar a riqueza e substituição de espécies de epífitas vasculares no BSFA. É importante conservar tanto as áreas costeiras quanto os gradientes montanhosos devido a alta riqueza e forte substituição de espécies, mas também as áreas interioranas uma vez que a composição é bastante distinta desses ambientes.

**Palavras-chave:** endemismo, Generalized Dissimilarity Model – GDM, hotspot de biodiversidade, riqueza de espécies, substituição de espécies, variáveis geoclimáticas.



## Introdução

A biodiversidade não está distribuída de forma homogênea pelo globo terrestre, uma vez que são encontradas diferenças de riqueza e composição de espécies entre regiões e ao longo de gradientes geográficos, incluindo padrões relacionados à área, isolamento, latitude, elevação, profundidade e diferentes condições ambientais. Determinar as causas que levam a estas diferenças tem sido um desafio para ecólogos e biogeógrafos (Gaston 2000), já que tais fatores podem ser intricadamente envolvidos, por exemplo, em um ambiente de montanha a topografia influencia o clima e este modifica a topografia enquanto ambos influenciam a distribuição e diversificação das espécies (Hoorn et al. 2018). Mesmo padrões bem documentados, como o gradiente latitudinal de riqueza de espécies, permanecem sendo discutidos e com uma longa lista de hipóteses ainda sendo propostas (Hawkins et al. 2003). Estas hipóteses, por sua vez, não necessariamente se excluem, podendo representar diferentes causas para o padrão encontrado, que se sobrepõem e mudam sua importância ao longo de diferentes níveis (Pianka 1966; Gaston 2000).

Mapear e compreender estes padrões de biodiversidade tem relação direta com o planejamento de propostas mais efetivas para a conservação das espécies (Ladle e Whittaker 2011) e é particularmente necessário diante das mudanças climáticas globais (Gaston 2000). O principal exemplo é o conceito de *hotspots* globais de diversidade, áreas consideradas prioritárias para a conservação no planeta devido à concentração de espécies endêmicas e grande diversidade somadas à perda de cobertura da vegetação original maior que 70% (Mittermeier et al. 2004).

A Floresta Atlântica (FA) é um desses 36 *hotspots* de biodiversidade (Mittermeier et al. 2011; Williams et al. 2011; Noss et al. 2015; CEPF 2016), restando atualmente de 11% a 28% da vegetação que originalmente cobria cerca de 150 milhões de hectares, sendo uma região

intensamente explorada e concentrando os maiores centros urbanos e a maior parte da população brasileira (Ribeiro et al. 2009; Rezende et al. 2018). Dentre os vertebrados são conhecidas 2.338 espécies, das quais 732 endêmicas (31.3%) e, considerando a floresta brasileira, são listadas 14.901 espécies nativas de Angiospermas com 8,469 (56.8%) endêmicas, além de 910 espécies de samambaias e licófitas, sendo 590 (64.8%) endêmicas (Mittermeier et al. 2004; Prado et al. 2015; BFG 2015, 2018).

Estudos biogeográficos realizados na FA utilizando diferentes grupos taxonômicos perceberam a divisão (entre 18° e 19° S) em dois grandes blocos, norte e sul (Amorim e Pires 1996; Costa et al. 2000; Silva et al. 2004; Pinto-da-Rocha et al. 2005; Pellegrino et al. 2005; Cabanne et al. 2007; Thomé et al. 2010; Menini Neto et al. 2016). Parte destes trabalhos apontam a região da foz do Rio Doce como uma barreira geográfica (Pellegrino et al. 2005; Cabanne et al. 2007; Menini Neto et al. 2016), enquanto outros apontam para uma grande variação climática existente na região que seria a responsável pela mudança na composição dos dois setores (Ribeiro et al. 2011; Carnaval et al. 2014; Saiter et al. 2016). Dessa forma, a Floresta Atlântica está dividida entre uma porção norte, mais estreita acompanhando a costa e com áreas de endemismo bem delimitadas e relacionadas a refúgios climáticos definidos pelo clima passado (Carnaval e Moritz 2008), e uma porção sul com maior extensão, que inclui tanto a parte litorânea quanto o interior, com o relevo mais diversificado e onde a distribuição das espécies está mais relacionada ao clima atual (Carnaval et al. 2014).

A FA é o domínio fitogeográfico brasileiro com maior porcentagem de epífitas 12,2% e com alta taxa de endemismo (Freitas et al. 2016). Provavelmente, devido à ubiquidade das epífitas na Floresta Atlântica, esse domínio também concentra a maior parte dos estudos no Brasil sobre o grupo (Kersten 2010; Freitas et al. 2016; Ramos et al. 2019), embora poucos

tenham avaliado padrões de distribuição de grande amplitude (Menini Neto et al. 2009, 2016; Leitman et al. 2015).

Epífitas são particularmente sensíveis às variações ambientais (Hietz 1999) e o estudo de Menini Neto et al. (2016), com a biogeografia de angiospermas epífitas da FA brasileira, sugeriu que a avaliação de fatores ambientais (altitude, precipitação, temperatura, etc.) proveria melhor compreensão das relações biogeográficas observadas, sobretudo na porção sul do domínio, mais ampla e estruturalmente mais complexa do que a porção norte. A partir das questões levantadas por Menini Neto et al. (2016), os objetivos do presente estudo foram: 1) atualizar e ampliar o banco de dados com registros recentes além da inclusão das principais famílias de samambaias com representantes epífitos; 2) refinar o mapeamento da riqueza e endemismo de epífitas vasculares na porção sul da Floresta Atlântica brasileira (entre os paralelos 18° e 30°), através do uso de unidade geográfica menor (quadrículas de 0,5°), o que possibilitaria melhor ajuste, dado que esta porção da FA apresenta mais áreas montanhosas; 3) avaliar a substituição de espécies ao longo da porção sul relacionando a fatores ambientais contemporâneos.

## **Material e Métodos**

### **Área de estudo**

A região estudada foi a porção sul da Floresta Atlântica brasileira (daqui em diante denominado desse modo ou como BSFA), delimitado ao norte pelas proximidades do Rio Doce, nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (em torno de 18°S), até o limite desta formação no estado do Rio Grande do Sul (30°S) (Figura 1A). Nesta região estão as maiores altitudes da Floresta Atlântica e a maior concentração de picos do Brasil, com 31 dos 35 pontos

mais altos listados pelo IBGE (2018), sendo os quatro restantes localizados na Região Norte do país, nos domínios da Floresta Amazônica. A região tem cadeias montanhosas paralelas à linha da costa, separadas por vales e planícies intervenientes, com escarpas meridionais íngremes e costas setentrionais suaves, que decrescem de altitude do interior para o litoral: a Serra da Mantiqueira na Região Sudeste, com elevações médias em torno de 1.500m e máxima de 2.890m, com escarpa meridional extremamente abrupta; a Serra do Mar que se estende na região Sudeste e Sul, com elevações médias entre 1.000 e 1.500 m de altitude e máximas em 2.200m; e a Serra Geral com altitude entre 800 e 1.400 metros (Zalán 2012) (Figura 1B). A combinação de massas de ar em movimento e relevo topográfico promove grande umidade na paisagem, com alta taxa de chuvas, recarga subterrânea e descarga superficial, além de alto rendimento de água e considerável estabilidade sazonal das vazões (Salgado et al. 2019).

O clima predominante na região é subtropical úmido, excluindo apenas a faixa litorânea com altitudes próximas ao nível do mar nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, onde o clima é tropical (Af, Am, Aw). Na Região Sul não ocorre a presença de uma estação seca demarcada (Cfa, Cfb), enquanto na Região Sudeste o inverno é a estação seca (Cwa, Cwb), as regiões montanhosas apresentam verões amenos (Cfb, Cwb) (Alvares et al. 2013).

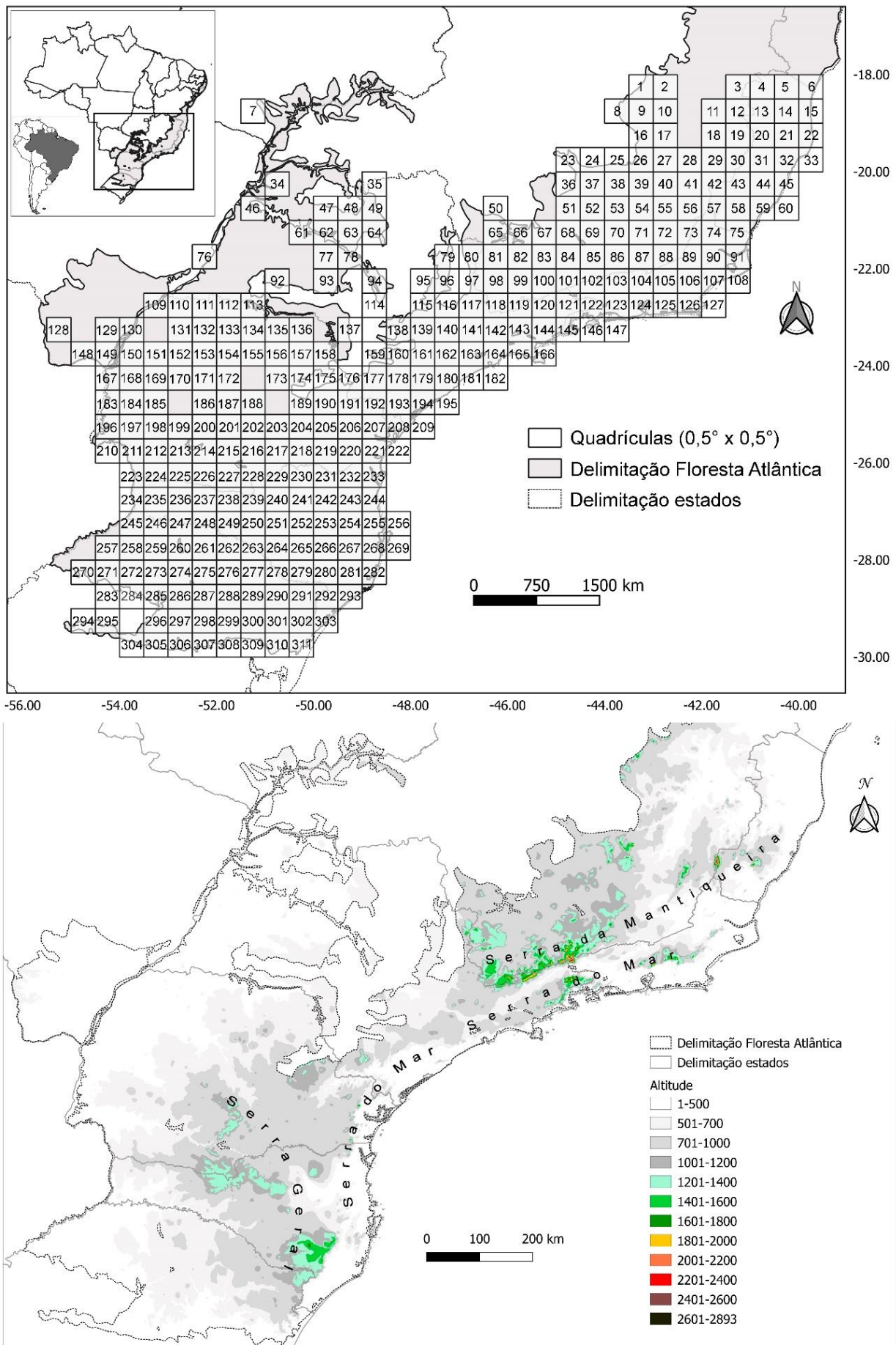


Figura 1 - A. Delimitação da área de estudo e quadrículas de 0,5° x 0,5° usadas nas análises (as quadrículas sem coletas foram excluídas). B. Altitude da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA), com destaque para as serras da Mantiqueira, do Mar e Geral.

## Dados de ocorrência

Para a matriz de ocorrência de espécies de epífitas vasculares foram utilizados os registros do banco de dados de epífitas da Floresta Atlântica (Ramos et al. 2019), que contém dados compilados de trabalhos publicados ou não, teses, dissertações e coleções biológicas. O banco de dados foi complementado com registros de herbário disponíveis no speciesLink e SiBBR para as dez famílias mais ricas em epífitas vasculares da Floresta Atlântica (Ramos et al., 2019), das quais seis são as mais representativas para Angiospermas (Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Piperaceae, Gesneriaceae e Cactaceae) e quatro para Samambaias (Polypodiaceae, Aspleniaceae, Dryopteridaceae e Hymenophyllaceae). Os registros de coleção foram revisados, e quando necessário e possível, foram georreferenciados através de consulta a ferramenta geoLoc (<http://splink.cria.org.br/geoloc>) e ao Google Earth, sendo excluídos aqueles incompletos e com determinação duvidosa. Foram incluídas epífitas (tanto características quanto facultativas) e hemiepífitas (segundo Benzing 1990). Os nomes e o hábito das plantas foram revisados segundo a Flora do Brasil (BFG 2018).

## Dados geoclimáticos

As 34 variáveis incluídas no modelo foram selecionadas previamente de acordo com a abordagem indicada por Williams et al. (2012). Foram utilizadas as 19 variáveis bioclimáticas obtidas no WorldClim, versão 2.0 (<http://worldclim.org/version2>), além das médias anuais de vento, pressão do vapor d'água, radiação solar (Fick e Hijmans 2017), índice de umidade, índice de aridez, evapotranspiração potencial anual e continentalidade da base Envirem (Title e Bemmels 2018); quatro variáveis topográficas: elevação, inclinação, *aspect eastness* e *aspect northness* (Amatulli et al. 2018) e dados de cobertura de nuvens: média anual, sazonalidade, média interanual e intra anual da base Earthenv (Wilson e Jetz 2016) (material suplementar).

As variáveis foram reprojctadas na resolução de 5km no software QGIS v. 3.6 e de acordo com a delimitação do IBGE para a Floresta Atlântica brasileira, posteriormente estabelecido o recorte para este estudo, porção sul entre os paralelos 18°S e 30°S.

Para a elaboração do mapa sobre o uso do solo foi utilizada a base Earthenv (Tuanmu et al. 2014).

## Análises

Os mapas foram gerados e/ou editados no *software* livre QGIS versão 3.6 e foram estabelecidas quadrículas de 0.5° x 0.5° (Figura 1A) para conduzir as avaliações de riqueza e endemismo. A riqueza representa o número de espécies ocorrentes por quadrícula (calculada no próprio QGIS 3.6) e para o endemismo foi calculado o índice de endemismo ponderado para as quadrículas utilizando-se o *software* Biodiverse v. 2.1 (Laffan et al. 2010).

No intuito de avaliar a substituição de espécies e a relação entre segmentos da região estudada da Floresta Atlântica brasileira foi empregado o modelo de dissimilaridade generalizado (GDM – Generalized Dissimilarity Model). Esta estatística prediz padrões espaciais de dissimilaridade na composição de espécies entre pares de locais em função de diferenças ambientais e distância entre eles (Ferrier et al. 2007). Assim, o modelo utiliza dados ambientais e uma matriz de ocorrência biológica, predizendo padrões de troca de espécies para locais não amostrados. Para isso, foram utilizados o *software* livre R v. 3.6.1 (<https://www.r-project.org/>), e os pacotes GDM (Manion et al. 2016) e Raster (Hijmans et al. 2019). A matriz de ocorrências de espécies foi um recorte do banco com as 10 famílias mais ricas em epífitas vasculares na Floresta Atlântica, incluindo tanto os dados apresentados por Ramos et al. (2019) quanto aqueles provenientes de uma revisão de material depositado em herbários e disponível

nas bases de dados speciesLink e SiBBr. As variáveis ambientais foram padronizadas em uma resolução de 5km que também foram utilizadas como localidades para a matriz de dissimilaridade. A matriz de dissimilaridade de composição predita entre os pares de locais pode ser visualizada como um mapa em que os dados são reduzidos em três eixos de ordenação, cada um representado por uma das cores RGB. Foram gerados modelos com filtros distintos e mantidos aqueles que obtiveram maior ou igual explicação excluindo o mínimo possível do conjunto de dados. Deste modo, dois modelos são apresentados, sendo um com filtro de 18 espécies por quadrícula de 5 x 5 km (cerca de 1% de toda a riqueza) (GDM18), valor de riqueza que pode ser considerado baixo podendo ser superado mesmo em áreas urbanas (Furtado e Menini Neto 2015), e outro com filtro de 54 espécies (3%) (GDM54), o que restringiu o banco às quadrículas como melhor esforço amostral. O filtro de espécies permite excluir da análise locais com amostragem insuficiente, eliminando o viés da amostragem, mas dado que o filtro causava uma alta exclusão dos pontos de amostragem optamos por comparar os dois modelos. Os modelos gerados tiveram ainda uma redução no número de variáveis excluindo aquelas que contribuíram menos de 0.02 conforme sugerido por Williams et al. (2012).

## **Resultados**

Após revisão dos dados o banco somava 184.844 registros. A exclusão dos registros redundantes (mesma coordenada para uma determinada espécie), reduziu o banco para 106.423 registros, representando 1.933 espécies (Figura 2A). De modo geral, as áreas de maior riqueza (Figura 2B) e endemismo de epífitas vasculares (Figura 2C) coincidem com aquelas de menor impacto antrópico (áreas mais claras na Figura 2D). Na comparação de riqueza entre as quadrículas obtivemos uma grande disparidade, apresentando quadrículas que registram desde 0 a 696 espécies, quadrícula 31 (Figura 2B) e o mapa que ilustra o endemismo ponderado



mostra quatro conjuntos de quadrículas com valores mais elevados; quadrículas 31, 43, 44 e 58 no Espírito Santo, 104, 105 e 124 no Rio de Janeiro, 163 em São Paulo e 207 no Paraná (Figura 2C). As espécies endêmicas da Floresta Atlântica ocorrentes na porção sul estudada somaram 59.096 registros de 1.441 espécies (material suplementar).

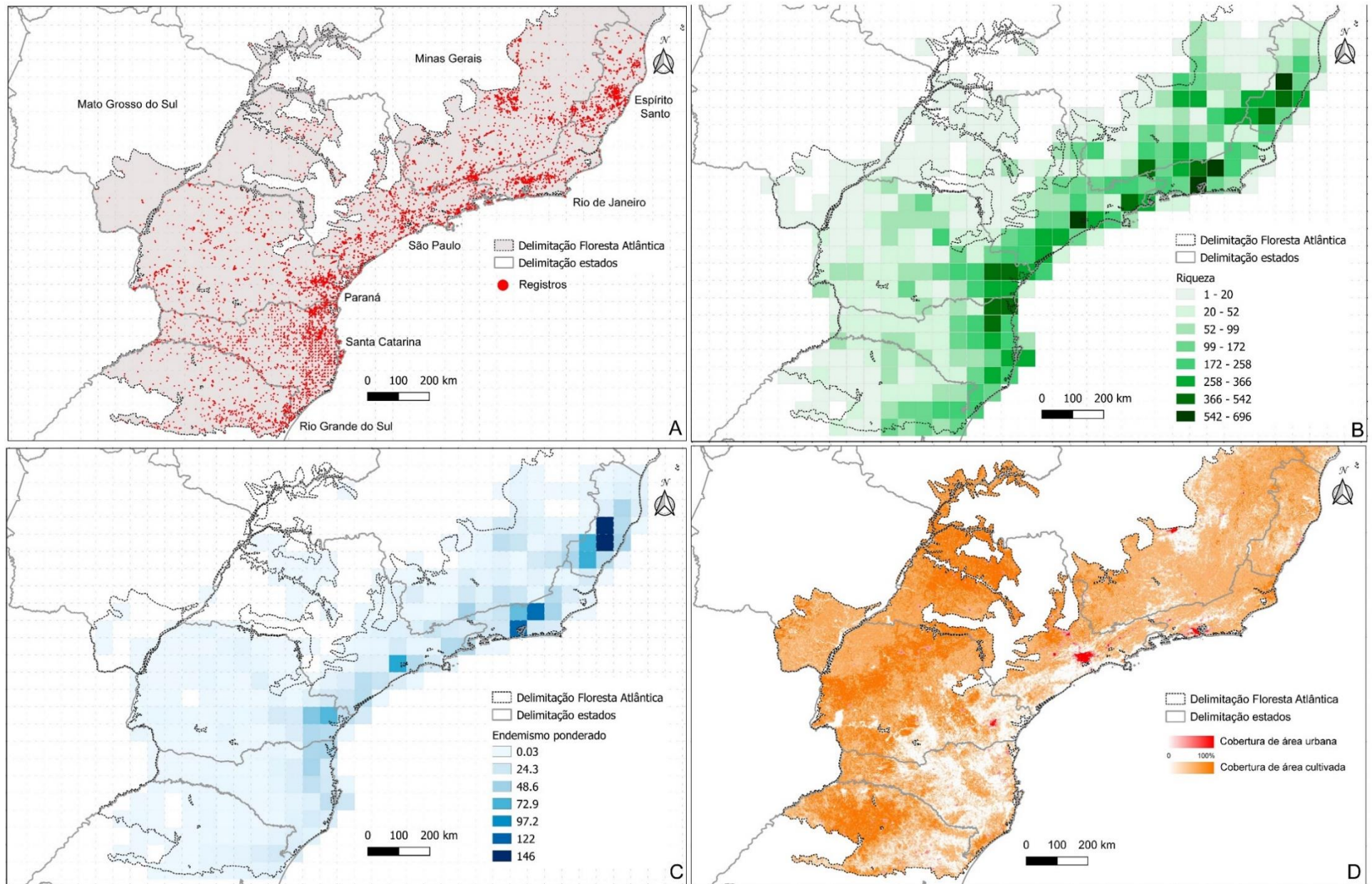


Figura 2 – A. Distribuição dos registros de ocorrência obtidos para as epífitas vasculares da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA); B. Riqueza de epífitas vasculares usando quadrículas de 0,5° x 0,5°; C. Endemismo ponderado das epífitas vasculares usando quadrículas de 0,5° x 0,5°. D. Uso do solo na BSFA.

As 10 famílias mais ricas foram o recorte utilizado no GDM, representando 1.842 espécies (97% do total amostrado, como supracitado). A maioria das quadrículas (Figura 3A) não tem nenhuma, ou pouquíssimas (1-5) espécies registradas. O modelo utilizando o filtro de pelo menos 18 espécies (GDM18) (cerca de 1% de toda a riqueza) obteve 25,8% de explicação (Figura 3B), 58.653 pares e 20 variáveis preditoras, enquanto aquele com filtro de 54 espécies (GDM54) (3%) resultou em 45,1% de explicação (Figura 3C), 2.556 pares e 18 variáveis preditoras.

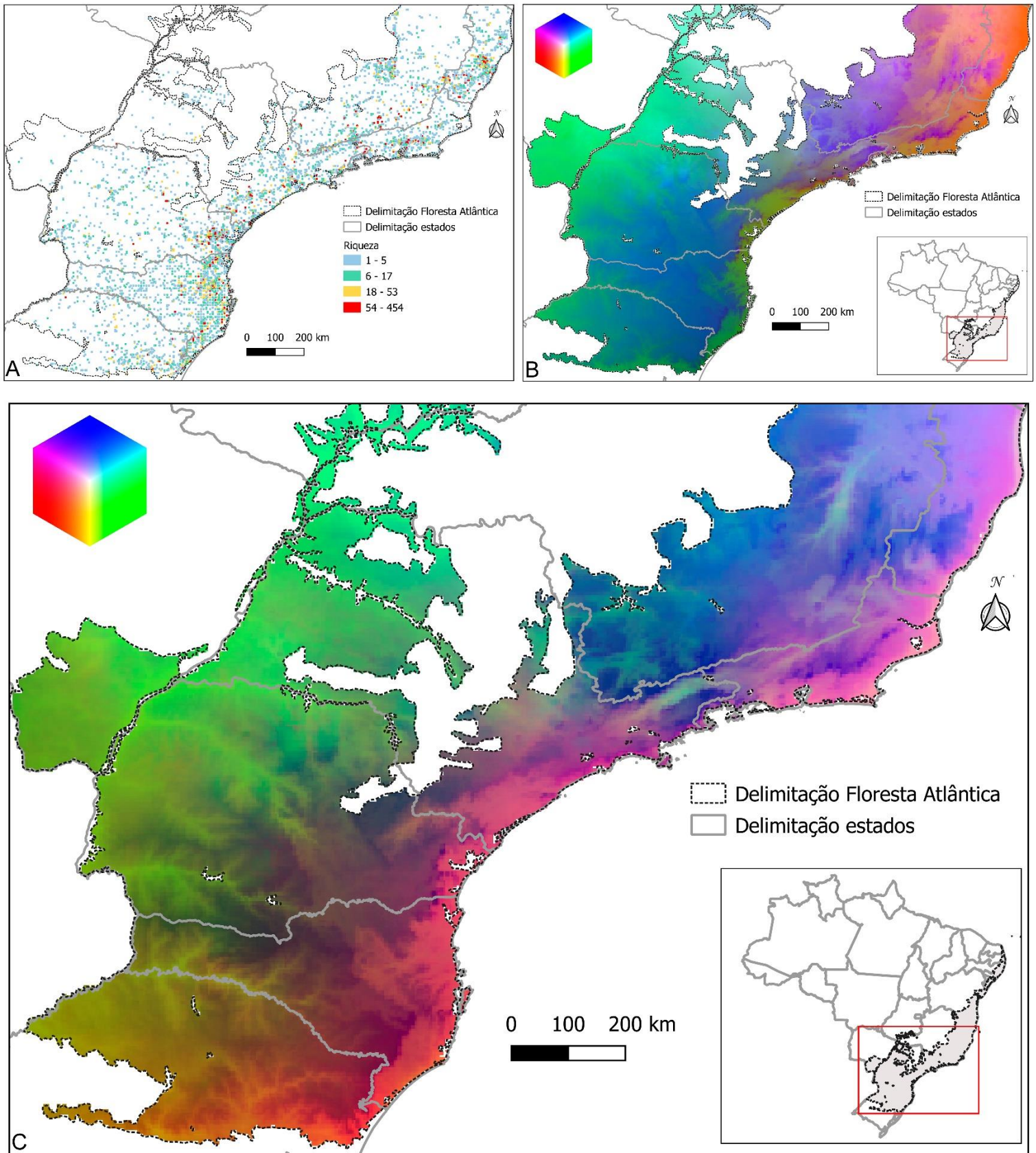


Figura 3 - A. Quadrículas de 5 x 5 km utilizadas no GDM com a respectiva riqueza; B. Modelo utilizando 18 espécies (GDM18); C. Modelo utilizando 54 espécies (GDM54). Nas figuras B e C, quanto mais distante as cores (em relação ao padrão apresentado no cubo de cores no alto à esquerda), mais dissimilar a comunidade.

É possível distinguir em ambos os modelos a diferença entre a composição da região costeira e o interior das regiões Sul e Sudeste, em transições mais abruptas ou não (cores distintas nos mapas). Nota-se também que as regiões montanhosas apresentam uma transição de cores marcante com relação ao seu entorno, principalmente aquelas mais próximas ao litoral, demonstrando maior troca de espécies. Além disso, as regiões serranas da Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e Serra Geral não se diferenciam completamente entre si, formando ilhas que compartilham mais umas com as outras do que com o entorno (Figura 3B-C).

O gráfico apresentado na Figura 4 apresenta as variáveis que contribuíram com o maior valor de predição para gerar o modelo, sendo a distância geográfica a variável de maior contribuição, seguida pela média da cobertura de nuvens e a variação anual de temperatura. Entre os fatores ambientais tivemos mais preditoras relacionadas à disponibilidade de água (azul) do que as relacionadas à temperatura (laranja) e topografia (verde).

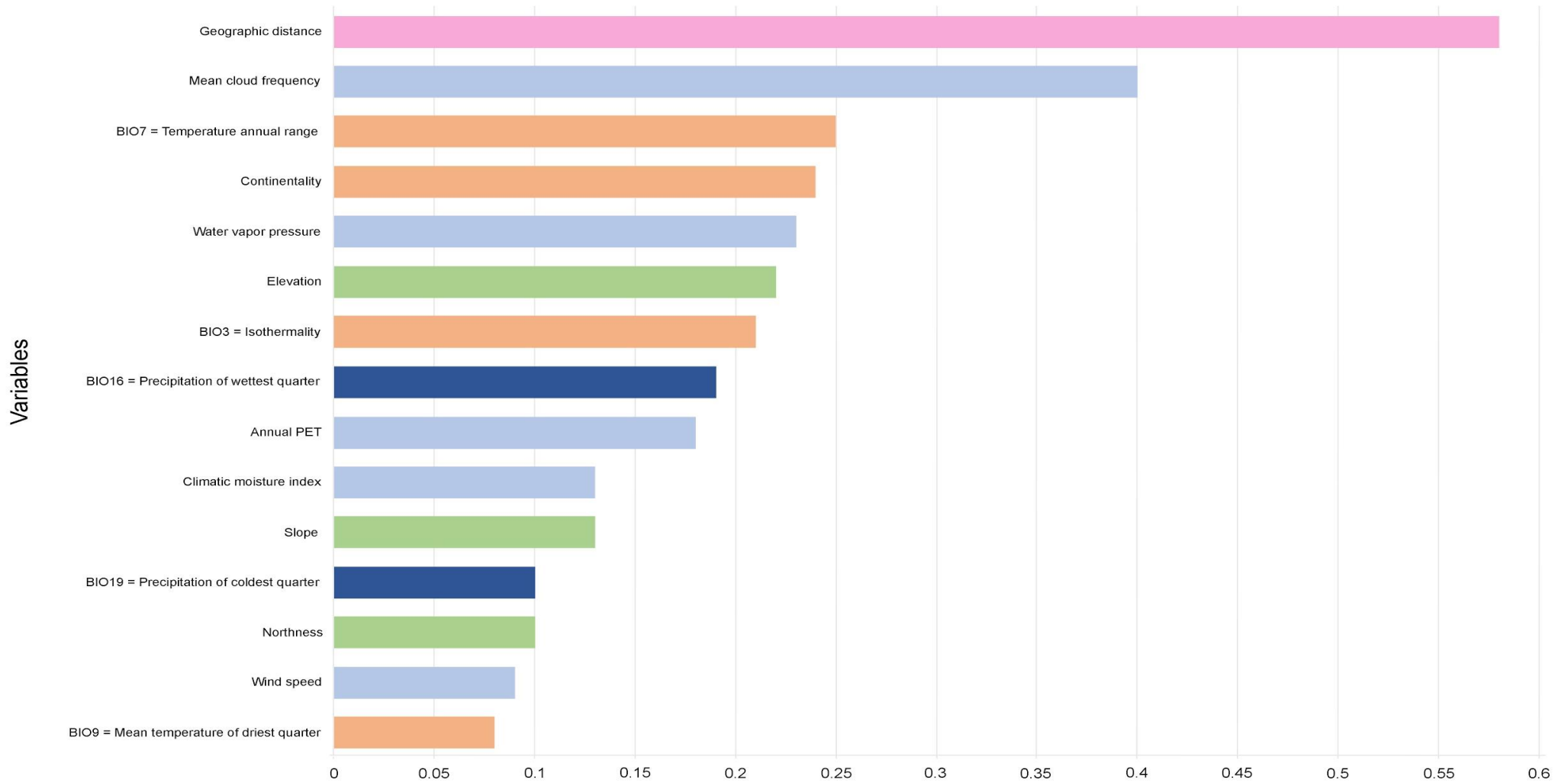


Figura 4 - Preditoras geoclimáticas significativas para a composição de epífitas vasculares da porção sul da Floresta Atlântica brasileira (BSFA). Em azul variáveis relacionadas à disponibilidade direta (azul escuro) e indireta (azul claro) de água, em laranja aquelas relacionadas à temperatura, em verde as variáveis topográficas e em rosa a distância geográfica.

## Discussão

A elevada riqueza de epífitas vasculares para a BSFA, bem como a proporção das principais famílias nesta riqueza reforçam o padrão já encontrado em outras revisões e levantamentos para todo o domínio fitogeográfico (Kersten 2010; Menini Neto et al. 2016; Freitas et al. 2016; Ramos et al. 2019). As quadrículas da região costeira e das Serras do Mar e Mantiqueira tiveram maior riqueza que as do interior e Serra Geral. O endemismo foi maior nas quadrículas que se destacam, pela riqueza, no estado do Espírito Santo (quadrículas 31, 44 e 58), Rio de Janeiro (104, 105 e 124), a Serra do Mar próxima a cidade de São Paulo (163) e de Curitiba (207), além da Serra da Mantiqueira (101). Esse padrão de riqueza e endemismo também foi observado para angiospermas em geral (Werneck et al. 2011), apenas angiospermas epífitas (Menini Neto et al. 2016), árvores (Lima et al. 2020), além de mariposas (Ferro e Melo 2011) e anfíbios (Vasconcelos et al. 2014). Vale ressaltar que, devido à utilização de quadrículas de 0.5° x 0.5° foi possível refinar os dados obtidos por Menini Neto et al. (2016), onde por exemplo, a quadrícula mais rica no estudo prévio englobava parte da região costeira e a região montanhosa do estado do Rio de Janeiro, equivalente as quadrículas 104, 105, 124 e 125, e no presente estudo é possível distinguir essas regiões e afirmar que ambas têm elevada riqueza.

A distribuição dessa riqueza na BSFA provavelmente resulta da soma da influência de alguns aspectos como o viés de amostragem em determinadas áreas, a sazonalidade e o nível de conservação. De modo geral, ressalta-se que as regiões com maior destaque em termos de riqueza e endemismo são próximas às instituições de pesquisa e centros urbanos, o que intensifica o esforço amostral, fato frequentemente apontado em estudos dessa natureza e também ressaltados especificamente para plantas na FA (Stehmann et al. 2009; Werneck et al. 2011; Menini Neto et al. 2016). Assim, o viés de amostragem conhecido na literatura como ‘efeito museu’ (Ponder et al. 2001),

tem alguma importância na explicação dos resultados apresentados, embora provavelmente não tenha uma interferência tão acentuada, uma vez que o mesmo padrão se repete para espécies arbóreas, hábito mais amplamente amostrado, em um estudo recente com um extenso banco de dados (Lima et al. 2020).

A influência da sazonalidade de temperatura e precipitação pode ser notada no padrão de concentração de riqueza nas regiões costeira e montanhosa. Essas regiões apresentam fatores climáticos que justificam tal riqueza, principalmente relacionados à precipitação que aumenta com a proximidade do oceano (Makareva e Gorshkov 2007), visto que a disponibilidade de água é um fator de grande relevância para a riqueza de plantas, sobretudo nos trópicos (Hawkins et al. 2003), e que a abundância e diversidade de epífitas se relacionam mais fortemente a disponibilidade de umidade do que outras formas de vida (Gentry e Dodson 1987). Tanto a costa quanto a região montanhosa sustentam florestas ombrófilas e nebulares em oposição às florestas estacionais mais comuns no interior e sujeitas à maior sazonalidade (Oliveira-Filho e Fontes 2000), cuja influência sobre as epífitas é reconhecida, uma vez que há uma relação direta entre o aumento da sazonalidade e a diminuição de sua riqueza (Zotz 2016).

As áreas mais ricas também coincidem com aquelas de menor intervenção antrópica (com exceção dos grandes centros urbanos) e maiores extensões de áreas florestais, principalmente em regiões montanhosas, em que o próprio declive dificulta a utilização da terra (Sandel e Svenning 2013). Além disso, há o fato de serem compostas predominantemente pela formação de floresta ombrófila densa, sabidamente mais rica em epífitas (Kersten 2010) e que foi reconhecida tradicionalmente e por muito tempo como a “mata atlântica” de fato (Oliveira-Filho e Fontes 2000), obtendo portanto, maior interesse para conservação, garantida na própria Constituição Federal brasileira (Brasil 1988). É possível reconhecer um gradiente de degradação (v. Figura 3A) uma vez que o



interior, de modo geral, é mais intensamente explorado para o estabelecimento de áreas de cultivo. De fato, as fisionomias florestais que ocupam a maior parte da região continental, florestas estacionais semidecíduais e florestas ombrófilas mistas, foram amplamente derrubadas para extração de madeira, atividade agropecuária e ocupação, além de serem negligenciadas no que tange à implementação de unidades de conservação. Conseqüentemente, grande parte dessas formações interioranas são florestas provenientes de regeneração e/ou estão altamente fragmentadas (Prado 2000; Fonseca et al. 2009). Assim, podemos esperar uma riqueza menor de epífitas vasculares em regiões mais antropizadas, devido à sua sensibilidade às alterações climáticas, desmatamento, fragmentação florestal e urbanização, além da baixa resiliência dessa comunidade (Lugo e Scatena 1992; Hietz 1999; Köster et al. 2009; Bataghin et al. 2010; Werner et al. 2011; Bianchi e Kersten 2014; Böhnert et al. 2016).

Possivelmente, o padrão natural resultante da sazonalidade foi reforçado por esta influência antropogênica, tornando as áreas interioranas ainda mais pobres em epífitas vasculares em relação ao litoral. Um bom exemplo desse padrão é a região do Parque Nacional do Iguaçu, localizado à oeste do Paraná, na divisa com a Argentina e o Paraguai. O Parque do Iguaçu forma com outros dois parques desses países o maior contínuo de área conservada de floresta estacional da América do Sul (Prado 2000). Em meio a uma região densamente explorada esta unidade de conservação tem maior riqueza registrada de epífitas vasculares quando comparado ao seu entorno, mas menor quando comparada à região costeira. Infelizmente, o viés causado pelo uso da terra não pode ser resolvido com maior esforço de coleta.

Apesar de algumas das quadrículas de maior endemismo coincidirem com áreas de estabilidade climática encontradas por Costa et al. (2017), principalmente nas áreas montanhosas da Região Sudeste, não foram encontrados altos índices de endemismo para

a Serra Geral, na Região Sul, a despeito desta região também aparecer como estável no passado no referido estudo. Por outro lado, há a hipótese de Carnaval et al. (2014) de que os táxons adaptados ao frio, mais frequentes na BSFA, estariam com sua distribuição contraída nesse momento do ciclo climático, devido ao período inter-glacial, e, portanto, mais relacionados ao clima atual do que ao clima passado.

Ao gerar um GDM com o clima atual obtivemos valores de explicação de 25,8% (para o GDM18) e 45,1% (para o GDM54), próximos àqueles encontrados em outros estudos que avaliaram a substituição de espécies de plantas em áreas de grande extensão, 33,5% (Jones et al. 2016), 34–40% (Franklin et al. 2018), 15–19% (Jiménez-Alfaro et al. 2018) e 26,6-27,5% (He J et al. 2019). A diferença de explicação entre os dois filtros utilizados para gerar os modelos demonstra que uma proporção da variação não explicada se deve à diferença de esforço amostral entre as quadrículas, além de diferentes níveis de intervenção antrópica. Assim, a utilização dos filtros atua no intuito de diminuir esta diferença, uma vez que exclui as quadrículas subamostradas ou com maior impacto antrópico e, conseqüentemente riqueza reduzida. Além disso, é provável que parte não explicada se deve à natureza dos dados (presença e ausência), interações bióticas (competição, polinização, relação com forófitos e micorrizas, etc.), efeitos antropogênicos não medidos, além da aleatoriedade (Saiter et al. 2016).

A diferença entre a composição da região costeira e o interior nas regiões Sul e Sudeste corrobora a análise de similaridade apresentada por Menini Neto et al. (2016) para angiospermas epífitas empregando UPGMA e quadrículas de maior extensão. Esta configuração coincide com a delimitação das províncias biogeográficas definidas por Morrone (2017), baseada no endemismo de diferentes táxons animais e vegetais, e com os domínios morfoclimáticos estabelecidos por Ab'sáber (2003), utilizando relevo, solo, formação vegetacional e condições climáticas e hidrológicas. Assim, tanto fatores

abióticos, como aqueles avaliados no GDM, quanto bióticos, como as formações vegetacionais dominantes em cada uma destas seções (floresta ombrófila densa, comum na região costeira; floresta ombrófila mista, típica do interior da região Sul e floresta estacional, ocorrendo nas regiões Sul e Sudeste), além de fatores históricos que se sobrepõem, podendo ser os responsáveis por este padrão.

A distância geográfica foi a variável com o maior poder de predição no modelo gerado (GDM54). Na teoria neutra de Hubbell (2001) a distância geográfica, e, portanto, o limite de dispersão, é apontada como principal explicação para a variação na composição de espécies. A distância geográfica comumente é um bom preditor para plantas (Franklin et al. 2018; Jiménez-Alfaro et al. 2018) e sua importância pode variar de acordo com o hábito e o táxon estudado (Jones et al. 2016; Köning et al. 2017), por envolverem diferentes estratégias de dispersão. A maioria das espécies incluídas no modelo é anemocórica, incluindo a maior família deste estudo (Orchidaceae), todas as famílias de samambaias (Aspleniaceae, Dryopteridaceae, Hymenophyllaceae e Polypodiaceae) e a maior subfamília de Bromeliaceae (Tillandsioideae) completamente dispersas pelo vento (Zotz 2016), e portanto têm dispersão menos limitada do que espécies com outras síndromes de dispersão (Janzen et al. 2020), contrastando com a elevada contribuição relativa da distância geográfica do modelo. Por outro lado, a região estudada apresenta uma topografia complexa, com formações montanhosas que podem atuar como barreiras geográficas limitando a dispersão, mesmo para grupos dispersos pelo vento (Janzen et al. 2020). Além disso, fatores bióticos como a interação muitas vezes específica com polinizadores e fungos micorrízicos, muito conspícuo em Orchidaceae (Dressler 1993), pode ser responsável por limitar a distribuição das plantas (Pellissier et al. 2011).

A disponibilidade de água é um fator relevante para a composição e riqueza de plantas, principalmente na região tropical e subtropical (Hawkins et al. 2003), e para as epífitas a escassez deste recurso certamente representa o principal fator limitante (Zotz e Hietz 2001), assim como a constante disponibilidade em florestas úmidas e com menor sazonalidade levam a maior diversidade de epífitas (Gentry e Dodson 1987; Kreft et al. 2004). Dessa forma, as epífitas respondem fortemente às variáveis atmosféricas (Cardelús e Chazdon 2005), que são primordiais para o balanço hídrico, alterando tanto a captação de água como a perda através da transpiração. Portanto, é justificado que os preditores relacionados à disponibilidade de água tenham relevância na composição de epífitas, como encontramos neste estudo, mas é interessante a importância não só da precipitação (representada pela variável precipitação no quarto mais úmido) como também de preditores indiretos, como a cobertura de nuvens e a pressão de vapor d'água. Desse modo, um gradiente de disponibilidade de água implicaria em um filtro ambiental para muitas espécies e uma eventual substituição por outras adaptadas a sazonalidade deste recurso, como, por exemplo, espécies decíduas (Zotz 2016).

A cobertura de nuvens, por exemplo, principalmente quando próxima ao solo formando a neblina, é um dos fatores mais comumente apontados para explicar a elevada abundância de epífitas nas florestas nebulares (Tobón et al. 2010). Enquanto o vapor de pressão d'água, ou outras variáveis relacionadas matematicamente a ele como o déficit de vapor de pressão d'água e o vapor de pressão saturado, já foram relacionados à abundância e composição de epífitas vasculares em microambientes como a diferença entre copas de forófitos ou regiões na copa de uma mesma árvore (Cardelús e Chazdon 2005; Rosa-Manzano et al. 2014; Woods et al. 2015; Gotsch et al. 2017), mostrando-se também relevante em uma escala mais ampla, como ressaltam os resultados do presente trabalho.

Dentre as variáveis relacionadas à radiação solar, as relevantes foram aquelas referentes à sazonalidade de temperatura ao longo do ano (variação anual de temperatura, continentalidade e isothermalidade). A temperatura pode atuar na germinação, crescimento e floração de epífitas vasculares (Zotz 2016), e a resposta pode variar de acordo com os diferentes táxons. Por exemplo, de modo geral, samambaias podem tolerar temperaturas baixas enquanto as Araceae parecem ter distribuição limitada por elas (Moran 1995; Mayo et al. 1997; Furtado e Menini Neto 2016). Assim, temperaturas baixas podem atuar como filtro ambiental ao longo do gradiente altitudinal (ver Capítulo 3) tornando as comunidades sob efeito deste filtro mais similares (Chase 2007), o que responderia a uniformidade encontrada nas regiões montanhosas e sua similaridade com florestas da Região Sul onde a maior latitude compensa os efeitos da altitude menor.

Dentre as preditoras topográficas temos a elevação, inclinação e aspecto norte, que causam alterações climáticas, como variação de temperatura, exposição, precipitação e frequência de nuvens (Jarvis e Mulligan 2010). Devido a escala mais refinada das quadrículas utilizadas nos modelos GDM18 e GDM54 (de 5 x 5 km), em comparação, por exemplo, com as quadrículas de Menini Neto et al. (2016) (~110 km x 110 km) podemos perceber padrões relacionados à topografia, não captados naquele estudo. O gradiente de elevação, e as variações ambientais provocadas por ele, potencializam a troca de espécies elevando a diversidade beta, o que podemos apontar como um dos fatores que causam maior riqueza nas quadrículas da região serrana dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. A Serra do Mar, mesmo não atingindo as maiores elevações, como acontece na Serra da Mantiqueira, apresentam um gradiente mais brusco devido à proximidade com o oceano Atlântico e as temperaturas mais altas, principalmente na porção tropical (Região Sudeste).

Podemos concluir que existe diferença entre a composição e riqueza entre a costa e o interior, a qual está relacionada principalmente à distinta sazonalidade de temperatura e de precipitação entre estes ambientes, fato já amplamente notado na literatura. Por outro lado, apontamos aqui também a diferença proporcionada pela altitude, que diferencia a porção montanhosa do restante das áreas de terras baixas. Nestas regiões de altitude, a cobertura de nuvens e variáveis relacionadas a condensação como a pressão de vapor d'água, promovem umidade para as epífitas, mesmo quando mais internalizadas, refletindo em maior similaridade entre estas "ilhas". A troca de espécies foi potencializada nas serras próximas ao oceano, entre a porção montanhosa e litorânea, principalmente na porção tropical (Espírito Santo e Rio de Janeiro), sendo este fator aqui apontado como uma das causas da elevada riqueza destes ambientes. Outro fator relevante é o histórico, já que as mesmas regiões são altamente ricas em espécies e endemismo para diferentes táxons.

O gradiente altitudinal é fator decisivo para a riqueza de espécies e é sensato abarcar o máximo possível deste no estabelecimento de unidades de conservação futuras. Além do mais, a chuva orográfica, potencialmente a principal causa da riqueza de epífitas em regiões montanas, é influenciada não só pela cobertura vegetal das florestas nebulares e montanas, bem como pela cobertura vegetal nas proximidades (Nair et al. 2010), reforçando a importância da proteção de todo o gradiente, mesmo que se trate de partes mais pobres e/ou em regeneração. O mesmo acontece para as florestas interioranas que, apesar de mais pobres em relação às florestas ombrófilas costeiras, apresentam uma composição distinta de espécies já altamente ameaçado pela perda de *habitat*.

Por fim, novos estudos poderiam investigar a relação entre as áreas montanhosas e possíveis implicações da teoria da biogeografia de ilhas na variação da biodiversidade entre elas.

## Referências

Ab'Sáber AN (2003) Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo.

Álvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Moraes G, Leonardo J, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6):711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Amatulli G, Domisch S, Tuanmu MN, Parmentier B, Ranipeta A, Malczyk J, Jetz W (2018) A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling. *Sc Data* 5:180040. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.40>

Amorim DS, Pires MRS (1996) Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation. In: Bicudo CEM, Menezes NA (eds) *Biodiversity in Brazil: a first approach*, CNPq, São Paulo, pp 183–219

Bataghin FA, Barros F, Pires JSR (2010) Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema. *Braz J Bot* 33(3):501-512. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000300012>

Benzing DH (1990) *Vascular epiphytes*. Cambridge University Press, New York

BFG - The Brazil Flora Group (2015) Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66:1085-1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>

BFG - The Brazil Flora Group (2018) Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69(4):1513-1527. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>

Bianchi JS, Kersten RA (2014) Edge effect on vascular epiphytes in a subtropical Atlantic Forest. *Acta Bot Bras* 28(1):120-126. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062014000100012>

Böhnert T, Wenzel A, Altenhövel C, Beeretz L, Tjitrosoedirdjo SS, Meijide A, Rembold K, Kreft H (2016) Effects of land-use change on vascular epiphyte diversity in Sumatra (Indonesia). *Biol Cons* 202:20-29. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.008>

Brasil (1988) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acessado 15 Janeiro 2020.

Cabanne GS, Santos FR, Miyaki C (2007) Phylogeography of *Xiphorhynchus fuscus* (Passeriformes, Dendrocolaptidae): vicariance and recent demographic expansion in southern Atlantic forest. *Biol J Linn Soc* 91:73-84. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2007.00775.x>

Cardelús CL, Chazdon RL (2005) Inner-crown microenvironments of two emergent tree species in a lowland wet forest. *Biotropica* 37(2):238-244. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00032.x>

Carnaval AC, Waltari E, Rodrigues MT, Rosauer D, Van Der Wal J., Damasceno R, Prates I, Strangas M, Spanos Z, Rivera D, Pie MR, Firkowski CR, Bornschein MR, Ribeiro LF, Moritz C (2014) Prediction of phylogeographic endemism in an environmentally complex biome. *Proc R Soc B* 281:1–8. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1461>

Carnaval AC, Moritz C (2008). Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *J Biogeog* 35:1187-1201. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01870.x>

CEPF - Critical Ecosystem Partnership fund. [http://www.cepf.net/where\\_we\\_work/Pages/default.aspx](http://www.cepf.net/where_we_work/Pages/default.aspx). Acessado 6 Fevereiro 2020

Costa GC, Hampe A, Ledru MP, Martinez PA, Mazzochini GG, Shepard DB, Werneck FP, Moritz C, Carnaval AC (2017) Biome stability in South America over the last 30 kyr:



Inferences from long-term vegetation dynamics and habitat modelling. *Gl Ecol Biogeog* 27(3): 285-297. <https://doi.org/10.1111/geb.12694>

Costa LP, Leite YLR, Fonseca GAB, Fonseca MT (2000) Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica* 32(4b):872–881. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00625.x>

Ferrier S, Manion G, Elith J, Richardson K (2007) Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Divers Distr* 13(3):252-264. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00341.x>

Ferro VG, Melo AS (2011) Diversity of tiger moths in a Neotropical hotspot: determinants of species composition and identification of biogeographic units. *J Insect Cons* 15:643-651. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9363-6>

Fick SE, Hijmans RJ (2017) Worldclim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int J Clim* 37(12):4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Fonseca CR (2009) Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos Editora, Ribeirão Preto

Franklin J, Andrade R, Daniels ML, Fairbairn P, Fandino MC, Gillespie TW et al (2018) Geographical ecology of dry forest tree communities in the West Indies. *J Biogeog* 45(5):1168-1181. <https://doi.org/10.1111/jbi.13198>

Freitas L, Salino A, Menini Neto L, Almeida TE, Mortara SR, Stehmann JR, Amorim AM, Guimarães EF, Coelho MN, Zanin A, Forzza RC (2016) A comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. *PhytoKeys* 58:65-79. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.58.5643>

Furtado SG, Menini Neto L (2015) Diversity of vascular epiphytes in urban environment: a case study in a biodiversity hotspot, the Brazilian Atlantic Forest. *CES Revista* 29(2):82-101

Furtado SG, Menini Neto L (2016) Vascular epiphytic flora of a high montane environment of Brazilian Atlantic Forest: composition and floristic relationships with other ombrophilous forests. *Acta Bot Bras* 30(3):422-436. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0090>

Gaston KJ (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227. <https://doi.org/10.1038/35012228>

Gentry AH, Dodson CH (1987) Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann Miss Bot Gard* 74:205–233. <https://doi.org/10.2307/2399395>

Gotsch SG, Davidson K, Murray JG, Duarte VJ, Draguljić D (2017) Vapor pressure deficit predicts epiphyte abundance across an elevational gradient in a tropical montane region. *Am J Bot* 104(12):1790-1801. <https://doi.org/10.3732/ajb.1700247>

Hawkins BA, Field R, Cornell HV, Currie DJ, Guégan JF, Kaufman DM et al (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84(12):3105-3117. <https://doi.org/10.1890/03-8006>

He J, Lin S, Kong F, Yu J, Zhu H, Jiang H (2020) Determinants of the beta diversity of tree species in tropical forests: Implications for biodiversity conservation. *Sc Total Envir* 704:135301. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135301>

Hietz P (1999) Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. *Pure Appl Chem* 70(2):1-11.

Hijmans RJ (2019) The raster package. <https://www.rspatial.org/raster/RasterPackage.pdf>. Acessado 13 Março 2018

- Hoorn C, Perrigo A, Antonelli A (2018) *Mountains, climate and biodiversity*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Hubbell SP (2001) *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography* (MPB-32). Princeton University Press, New Jersey.
- IBGE (2018) *Anuário estatístico do Brasil* (Vol. 78). IBGE, Rio de Janeiro.
- Janzen T, Zotz G, Etienne RS (2020) Community structure of vascular epiphytes: a neutral perspective. *Oikos* 129(6):853-867. <https://doi.org/10.1111/oik.06537>
- Jarvis AJ, Mulligan M (2010) The climate of cloud forests. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds) *Tropical Montane Cloud Forests. Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 39–56
- Jiménez-Alfaro B, Suárez-Seoane S, Chytrý M, Hennekens SM, Willner W, Hájek M et al (2018) Modelling the distribution and compositional variation of plant communities at the continental scale. *Divers Distr* 24(7):978-990. <https://doi.org/10.1111/ddi.12736>
- Jones MM, Gibson N, Yates C, Ferrier S, Mokany K, Williams KJ, Manion G, Svenning JC (2016) Underestimated effects of climate on plant species turnover in the Southwest Australian Floristic Region. *J Biogeog* 43:289-300. <https://doi.org/10.1111/jbi.12628>
- Kersten RA (2010) Epífitas vasculares – Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37(1):9-38. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062010000100001>
- König C, Weigelt P, Kreft H (2017) Dissecting global turnover in vascular plants. *Gl Ecol Biogeog* 26:228-242. <https://doi.org/10.1111/geb.12536>
- Köster N, Friedrich K, Nieder J, Barthlott W (2009) Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Cons Biol* 23(4):911-919. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01164.x>

Ladle RJ, Whittaker RJ (2011) Conservation biogeography. Wiley-Blackwell, New Jersey

Laffan SW, Lubarsky E, Rosauer DF (2010) Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. (Version 2.1). *Ecography* 33:643-647. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06237.x>

Leitman P, Amorim AM, Sansevero JB, Forzza RC (2015) Floristic patterns of epiphytes in the Brazilian Atlantic Forest, a biodiversity hotspot. *Bot J Linn Soc* 179(4):587-601. <https://doi.org/10.1111/boj.12342>

Lima RA, Souza VC, Siqueira MF, ter Steege H (2020) Defining endemism levels for biodiversity conservation: tree species in the Atlantic Forest hotspot. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.02.08.939900>

Lugo AE, Scatena FN (1992) Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. *Selbyana* 13:123-130

Makareva AM, Gorshkov VH (2007) Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydr Earth Syst Sc* 11:1013-1033. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1013-2007>

Mayo SJ, Bogner J, Boyce PC (1997) *The Genera of Araceae*. Royal Botanic Gardens, Kew

Manion G, Lisk M, Ferrier S, Nieto-Lugilde D, Fitzpatrick MC (2016) *gdm*: Functions for generalized dissimilarity modeling. R package.

Menini Neto L, Forzza RC, Zappi D (2009) Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodiv Cons* 18(14):3785-3807. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9679-2>

Menini Neto L, Furtado SG, Zappi DC, Oliveira-Filho AT, Forzza RC (2016) Biogeography of epiphytic Angiosperms in the Brazilian Atlantic Forest, a world

biodiversity hotspot. *Braz J Bot* 39(1):261-273. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0238-7>

Mittermeier CG, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C (2011) Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel JC (eds) *Biodiversity hotspots: distribution and protection of priority conservation areas*. Springer-Verlag, Berlin, pp 3-22

Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, Fonseca GAB (2004) *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. CEMEX, Mexico City

Moran RC (1995) The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical Montane Forests. In: Churchill SP, Balsev H, Forero E, Luteyn JL (eds) *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, New York, pp 359-363

Morrone JJ (2017) *Neotropical biogeography: regionalization and evolution*. CRC Press, Boca Raton

Nair US, Ray DK, Lawton RO, Welch RM, Pielke Sr, RA, Calvo J (2010) The impact of deforestation on orographic cloud formation in a complex tropical environment. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds) *Tropical Montane Cloud Forests*. Science for Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, pp 238-348

Noss RF, Platt WJ, Sorrie BA, Weakley AS, Means DB, Costanza J, Peet RK (2015) How global biodiversity hotspots may go unrecognized: lessons from the North American Coastal Plain. *Divers Distr* 21:236-244. <https://doi.org/10.1111/ddi.12278>

Oliveira-Filho AT, Fontes MAL (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32:793-810. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>

- Pellegrino KCM, Rodrigues MT, Waite AN, Morando M, Yassuda YY, Sites JW (2005) Phylogeography and species limits in the *Gymnodactylus darwini* complex (Gekkonidae, Squamata): genetic structure coincides with river systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol J Linn Soc* 85:13-26. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00472.x>
- Pellissier L, Alvarez N, Guisan A (2011) Pollinators as drivers of plant distribution and assemblage into communities. In: Patiny S (ed) *Evolution of Plant-Pollinator Relationships* (Systematics Association Special Volume Series). Cambridge University Press, Cambridge, pp 392-413. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139014113.015>
- Pianka ER (1966) Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *Am Nat* 100(910):33-46
- Pinto-da-Rocha R, DaSilva MB, Bragagnolo C (2005) Faunistic similarity and historical biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. *J Arachnology* 33:290–299. <https://doi.org/10.1636/04-114.1>
- Ponder WF, Carter GA, Flemons P, Chapman RR (2001) Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Cons Biol* 15(3):648-657. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.015003648.x>
- Prado DE (2000) Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinb J Bot* 57(3):437-461. <https://doi.org/10.1017/S096042860000041X>
- Prado J, Sylvestre LDS, Labiak PH, Windisch PG, Salino A, Barros IC et al (2015) Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. *Rodriguésia* 66(4):1073-1083. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566410>
- Ramos FN, Mortara SR, Monalisa-Francisco N, Elias JPC, Menini Neto L, Freitas L, Kersten R et al (2019) ATLANTIC EPIPHYTES: a data set of vascular and non-vascular

epiphyte plants and lichens from the Atlantic Forest. *Ecology* 100(2):e02541.  
<https://doi.org/10.1002/ecy.2541>

Rezende CL, Scarano FR, Assad ED, Joly CA, Metzger JP, Strassburg BBN, Tabarelli M, Fonseca GA, Mittermeier RA (2018) From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Persp Ecol Cons* 16(4):208-214.  
<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

Ribeiro RA, Lemos-Filho JP, Ramos ACS, Lovato MB (2011) Phylogeography of the endangered rosewood *Dalbergia nigra* (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Heredity* 106(1):46-57.  
<https://doi.org/10.1038/hdy.2010.64>

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM (2009) The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Cons* 142:1141-1153.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>

de la Rosa-Manzano E, Andrade JL, Zotz G, Reyes-García C (2014) Epiphytic orchids in tropical dry forests of Yucatan, Mexico – Species occurrence, abundance and correlations with host tree characteristics and environmental conditions. *Flora* 209(2):100-109.  
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.12.002>

Saiter FZ, Brown JL, Thomas WW, Oliveira-Filho AT, Carnaval AC (2016) Environmental correlates of floristic regions and plant turnover in the Atlantic Forest hotspot. *J Biogeog* 43(12):2322-2331. <https://doi.org/10.1111/jbi.12774>

Salgado AAR, Santos LJC, Paisani JC (eds) (2019) *The Physical Geography of Brazil: Environment, Vegetation and Landscape*. Springer, New York

Sandel B, Svenning JC (2013) Human impacts drive a global topographic signature in tree cover. *Nature Com* 4:2474. <https://doi.org/10.1038/ncomms3474>

Silva JMC, Sousa MC, Castelletti CHM (2004) Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Gl Ecol Biogeog* 13:85-92. <https://doi.org/10.1111/j.1466-882X.2004.00077.x>

Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP, Kamino LHY (2009) Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica. In: Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP, Kamino LHY (eds) *Plantas da Floresta Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, pp 3-12

Thomé MT, Zamudio K, Giovanelli JGR, Haddad CF, Baldissera Jr. FA, Alexandrino JMB (2010) Phylogeography of the endemic toads and post-Pliocene persistence of the Brazilian Atlantic Forest. *Mol Phyl Evol* 55:1018-1031. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.02.003>

Title PO, Bemmels JB (2018) ENVIREM: an expanded set of bioclimatic and topographic variables increases flexibility and improves performance of ecological niche modeling. *Ecography* 41:291–307. <https://doi.org/10.1111/ecog.02880>

Tobón C, Köhler L, Frumau KFA, Bruijnzeel LA, Burkard R, Schmid S (2010) Water dynamics of epiphytic vegetation in a lower montane cloud forest: fog interception, storage and evaporation In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds) *Tropical Montane Cloud Forests*. Science for Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, pp 261-267

Tuanmu MN, Jetz W (2014) A global 1-km consensus land-cover product for biodiversity and ecosystem modeling. *Gl Ecol Biogeog* 23(9):1031-1045. <https://doi.org/10.1111/geb.12182>

Vasconcelos TS, Prado VH, Silva FR, Haddad CF (2014) Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the Atlantic Forest hotspot. *PLoS One* 9(8):e104130. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104130>



Werneck MS, Sobral MEG, Rocha CTV, Landau EC, Stehmann JR (2011) Distribution and endemism of Angiosperms in the Atlantic forest. *Natureza & Conservação* 9:188–193. <https://doi.org/10.4322/natcon.2011.024>

Werner FA, Köster N, Kessler M, Gradstein SR (2011). Is the resilience of epiphyte assemblages to human disturbance a function of local climate? *Ecotropica* 17:15-20. <https://doi.org/10.5167/uzh-76892>

Williams KJ, Belbin L, Austin MP, Stein JL, Ferrier S (2012) Which environmental variables should I use in my biodiversity model? *Int J Geogr Inf Sc* 26(11):2009-2047. <https://doi.org/10.1080/13658816.2012.698015>

Williams KJ, Ford A, Rosauer DF, Silva N, Mittermeier RA, Bruce C, Larsen FW, Margules C (2011) Forests of East Australia: The 35th Biodiversity Hotspot. In: Zochos FE, Habel JC (eds) *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Priority Conservation Areas*. Springer-Verlag, Berlin, pp 295-310

Williams PH (2000) Some properties of rarity scores for site quality assessment. *Brit J Ent Nat Hist* 13:73-86

Wilson AM, Jetz W (2016) Remotely sensed high-resolution global cloud dynamics for predicting ecosystem and biodiversity distributions. *PLoS Biol* 14(3):e1002415. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002415>

Woods CL, Cardelús CL, DeWalt SJ (2015) Microhabitat associations of vascular epiphytes in a wet tropical forest canopy. *J Ecol* 103(2):421-430. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12357>

Zalán PV (2012) Origem e evolução das bacias cenozoicas do sudeste. In: Hasui Y, Carneiro CDR, Almeida FFM, Bartorelli A (edss) *Geologia do Brasil*. Beca, São Paulo, pp 544-548

Zizka A, Antonelli A (2018) Mountains of diversity. *Nature* 555:173-174.

<https://doi.org/10.1038/d41586-018-02062-6>

Zotz G, Hietz P (2001) The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *J Exp Bot* 52(364):2067-2078.

<https://doi.org/10.1093/jexbot/52.364.2067>

Zotz G (2016) *Plants on plants - the biology of vascular epiphytes*. Springer, New York

## Capítulo 2

### Listagem de epífitas vasculares ocorrentes nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil

Manuscrito formatado segundo as normas do periódico *Rodriguésia*

#### Abstract

The vascular epiphytes represent a remarkable characteristic of the tropical cloud forests and both epiphytic synusia and ecosystem where they occur are under current strong pressure due to anthropogenic actions. The Serra da Mantiqueira (SM) present great richness and endemism, despite centuries of environmental degradation imposed by economical cycles throughout Brazilian history. This mountain chain represents one of the main highland areas of Brazil, harboring vegetation remnants, highlighting the cloud forests. In order to contribute to the knowledge and conservation of the SM and its cloud forests and species, the present study aimed to sample and compile the species of vascular epiphytes found in this vegetation physiognomy, presenting a checklist and discussing the data about taxonomic representativity, distribution in the phytogeographic domains, habits, threatened status in Brazil and the four states comprising the SM. Field expeditions were performed between 2012 and 2019, as well as data gathering in scientific collections and published articles. The cloud forests of SM presented 678 species of vascular epiphytes, representing approximately 20% and 30% of the species found in Brazil and Atlantic forest, respectively. The richest families (Orchidaceae, 288 spp.; Bromeliaceae, 112 spp.; Polypodiaceae 65 spp.) corroborated the patterns found in different scales. Forty-one species are threatened in a country level, 149 in Espírito Santo, 55 in Minas Gerais, six in Rio de Janeiro (only endemic to this state), and 31 in São Paulo. These

numbers of richness and threatened species highlight the relevance of directing efforts for the knowledge and conservation of both cloud forest remnants and SM as a whole, under penalty of loss of large part of the floristic diversity of Atlantic forest in Brazilian Southeastern Region.

Keywords: Atlantic Forest, native species, richness, threatened species

## **Resumo**

As epífitas vasculares representam uma característica marcante nas florestas nebulares tropicais e tanto a sinúsia epifítica quanto o ecossistema que habitam estão sob forte pressão atual devido a várias ações antrópicas. A Serra da Mantiqueira (SM) tem se mostrado de grande biodiversidade e endemismo, a despeito dos séculos de degradação ambiental impostos por ciclos econômicos variados ao longo da história do Brasil. Esta cadeia montanhosa representa uma das principais áreas elevadas do território brasileiro, abrigando remanescentes vegetacionais, com destaque para as florestas nebulares. No intuito de contribuir com o conhecimento e conservação tanto da Serra da Mantiqueira, quanto de suas florestas nebulares e respectivas espécies que elas abrigam, o presente estudo buscou amostrar e compilar as espécies de epífitas vasculares ocorrentes nesta fisionomia vegetacional, apresentando uma listagem e discutindo os dados sobre representatividade taxonômica, distribuição nos domínios fitogeográficos, hábitos, *status* de ameaça no Brasil e nos quatro estados que compõem a SM. Expedições de campo foram realizadas entre 2012 e 2019, além de levantamento de dados de coleções científicas e trabalhos publicados. As florestas nebulares da SM apresentaram 678 espécies de epífitas vasculares, representando algo em torno de 20% e 30% das espécies brasileiras e da Floresta Atlântica, respectivamente. As famílias mais ricas (Orchidaceae, 288 spp.; Bromeliaceae, 112 spp.; Polypodiaceae 65 spp.) confirmaram os padrões

obtidos em diferentes escalas. Quarenta e uma espécies estão ameaçadas em nível nacional, 149 no Espírito Santo, 55 em Minas Gerais, seis no Rio de Janeiro (apenas endêmicas deste estado) e 31 em São Paulo. Os números consideráveis de riqueza e de espécies consideradas ameaçadas de extinção, ressaltam a relevância de direcionamento de esforços para o conhecimento e conservação tanto dos remanescentes de floresta nebulosa quanto da SM como um todo, sob pena de perda de grande parcela da diversidade florística da Floresta Atlântica na Região Sudeste do Brasil.

Palavras-chave: espécies ameaçadas, espécies nativas, Floresta Atlântica, riqueza

## **Introdução**

As florestas nebulares tropicais são ecossistemas que ocorrem tipicamente em uma zona altitudinal relativamente estreita, sendo caracterizadas por uma cobertura de nuvens persistente, frequente ou estacional no nível da vegetação, resultando na ocorrência de precipitação horizontal, fornecendo a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas e também de solos úmidos ou comumente alagados e altamente orgânicos, com a formação de húmus e turfa. Frequentemente apresentam árvores de porte reduzido, com características esclerófilas, como troncos e ramos retorcidos, copas densas e compactas e folhas pequenas e rígidas. É marcante a alta proporção de sua biomassa composta por epífitos (tanto líquens quanto plantas avasculares e vasculares), e redução de trepadeiras lenhosas. Esta biomassa de epífitos é acompanhada de grande diversidade, embora as espécies de árvores, arbustos e ervas terrícolas também sejam numerosas, sobretudo se considerada a extensão reduzida de sua área de ocupação, devido à distribuição caracteristicamente insular, quando comparadas com as florestas pluviais de terras baixas de elevada riqueza arbórea (Hamilton et al. 1995; Brujinzeel et al. 2010). São reconhecidos três tipos de florestas nebulares tropicais

(submontana, altomontana e subalpina), com variações na altura do dossel, abundância de epífitas e trepadeiras lenhosas e na altitude em que ocorrem (Scatena et al. 2010).

Atualmente, são um ecossistema ameaçado tanto pela degradação tradicionalmente infligida às florestas de modo geral (Scatena et al. 2010), mas potencialmente em alto risco pelas alterações climáticas globais, uma vez que se encontram em ambientes de altitude e suas espécies de plantas dependem da formação de nuvens para obtenção da umidade necessária para a sobrevivência, principalmente nas épocas secas (Still et al. 1999; Foster 2001; Loope & Giambeluca 2002, Ponce-Reyes et al. 2012; Hu & Riveros-Iregui 2016). Dado que são áreas de grande diversidade e endemismo, e por apresentarem ocorrência insular e reduzida, mudanças que reflitam em alterações na precipitação, formação de nuvens, temperatura, etc., bem como a supressão ou redução na sua área podem ser desastrosas para a conservação de muitas espécies (endêmicas ou não). Além disso, influenciarão também no papel vital que desempenham na manutenção da água doce de qualidade, devido à sua capacidade de capturar a condensação das nuvens e neblina a que são submetidas constantemente (Bubb et al. 2004; Bruijnzeel et al. 2010).

A presença destas florestas na Serra da Mantiqueira, uma cadeia montanhosa predominantemente localizada na Floresta Atlântica, disposta ao longo da divisa dos quatro estados da Região Sudeste do Brasil, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Várzea 1942; Machado Filho et al. 1983; Gonzaga & Menini Neto 2017; Pereira 2018), foi estimada por Pompeu et al. (2018) com base em modelagem de distribuição preditiva e técnicas de sensoriamento remoto utilizando variáveis climáticas, hidrometeorológicas e topográficas, resultando em maior probabilidade de ocorrência acima dos 1500 m.s.m., embora possam ocorrer em áreas mais baixas em várias localidades (obs. pessoal). Esta estimativa proporcionada pelo trabalho de Pompeu et al.

(2018) se somaram às informações já apresentadas por Drummond et al. (2005); Martinelli (2007), Stehmann & Sobral (2009) e LeSaout et al. (2013) e corroboraram a relevância da Serra da Mantiqueira para a biodiversidade do Domínio Atlântico, indicando a necessidade de direcionar esforços para seu conhecimento e conservação.

Em florestas nebulares, onde a cobertura de nuvens mantém a umidade do ar, as epífitas costumam ter destacada abundância, sendo uma das características dessa fisionomia florestal (Webster 1995). A marcante presença das epífitas nas florestas nebulares tropicais (Hamilton et al. 1995; Bruijnzeel et al. 2010), sua importância ecológica e as questões relacionadas à sua conservação (Benzing 1990; Zotz 2016) suscitam várias perguntas e ressaltam a necessidade de melhor compreensão da diversidade e distribuição das espécies dessa sinússia. Deste modo, ao longo dos últimos anos vários estudos pontuais foram publicados sobre as epífitas vasculares especificamente na região compreendida pela Serra da Mantiqueira, com parte deles concentrada nas florestas nebulares, reconhecendo a diversidade da SM para essa sinússia (Menini Neto et al. 2009; Barbosa et al. 2014, 2020; Alves & Menini Neto 2014; Furtado & Menini Neto 2015, 2016, 2018a, 2018b). Destaque deve ser dado para a listagem feita para o Parque Estadual do Ibitipoca, no estado de Minas Gerais (Furtado & Menini Neto 2018a), uma das mais ricas até o momento registradas no Brasil, com 224 espécies distribuídas em cerca de 300 ha de florestas nebulares.

Como parte dos crescentes esforços realizados nos últimos anos para melhor compreensão da delimitação da Serra da Mantiqueira, conhecimento de sua riqueza florística e provimento de subsídios para sua conservação (*e.g.*, Menini Neto et al. 2009a, b; Forzza et al. 2013, 2014; Pelissari & Romaniuc-Neto 2013; Rezende et al. 2013; Salimena et al. 2013; Pereira 2018; Pompeu et al. 2018; Carrijo et al. 2020; Gonzaga et al. 2020; Moreira et al. 2020), o presente estudo teve como objetivos amostrar e compilar

as espécies de epífitas vasculares nas florestas nebulares dessa cadeia montanhosa, apresentando uma listagem e discutindo os dados sobre representatividade taxonômica, distribuição nos domínios fitogeográficos, hábitos, *status* de ameaça no Brasil e nos quatro estados que compõem a SM.

## **Material e Métodos**

### Área de estudo

A área de estudo compreende as florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, com delimitação definida de acordo, respectivamente, com Pompeu et al. (2018) e Pereira (2018) (Figura 1), compreendendo parte dos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Dois setores são reconhecidos para esta cadeia montanhosa, denominados de Mantiqueira Setentrional e Mantiqueira Meridional, definidos por Machado Filho et al. (1983) (*vide* Gonzaga & Menini Neto (2017) para um panorama sobre a delimitação destes setores).



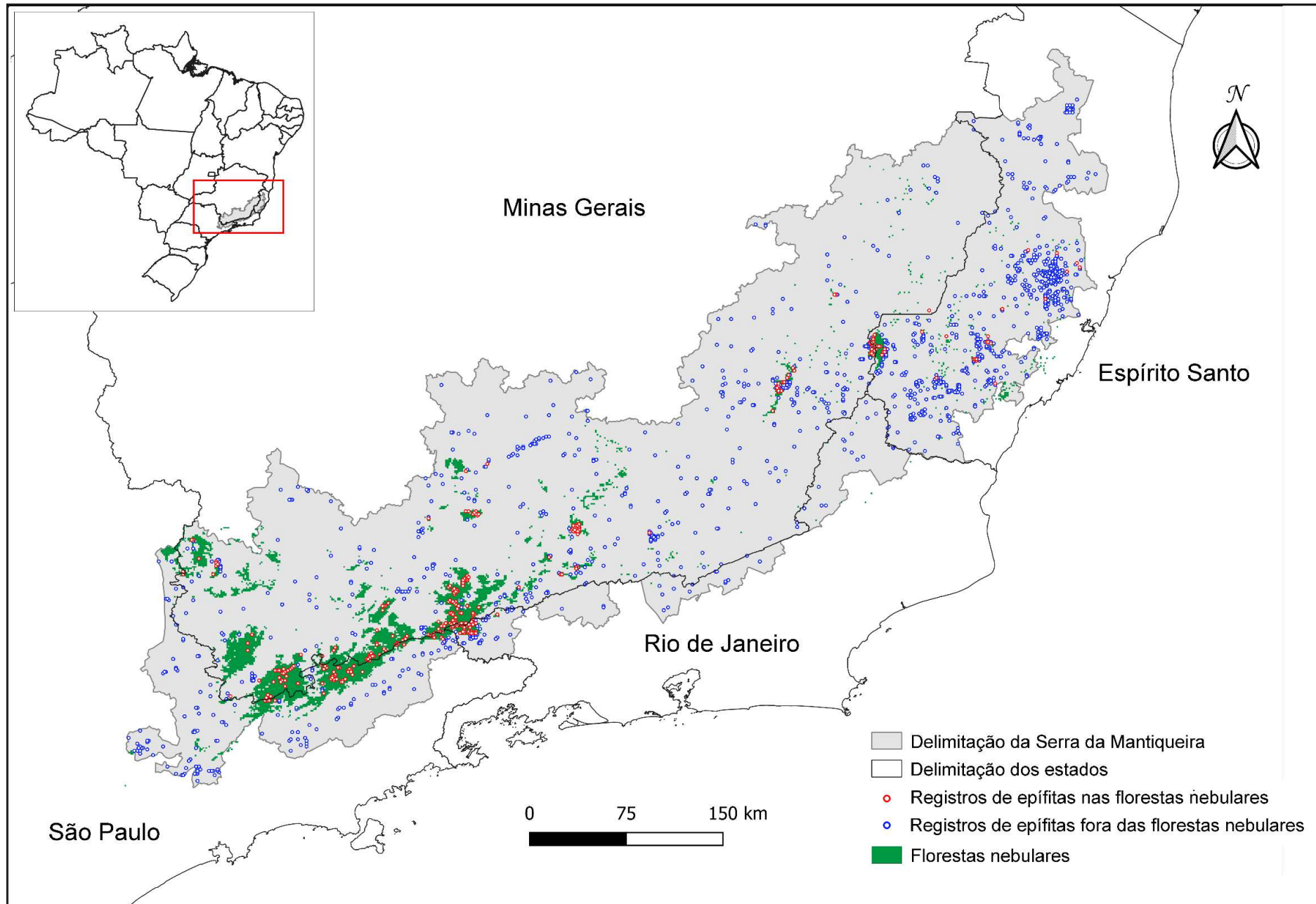


Figura 1 – Delimitação da área de estudo e distribuição dos registros considerados na listagem de epífitas vasculares das florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil.

## Banco de dados

O banco de dados foi construído, em parte, através de expedições de campo realizadas entre os anos de 2012 e 2019, concentradas em algumas das principais unidades de conservação de proteção integral localizadas na Serra da Mantiqueira: Parque Estadual (PE) do Ibitipoca, PE Serra do Papagaio, PE Serra do Brigadeiro, PE Campos de Jordão, Parque Nacional (PN) do Caparaó e PN do Itatiaia. Além destas, áreas em outros tipos de unidades de conservação ou fora destas unidades também foram amostradas como o Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, Serra da Bandeira, Serra do Cruz, Serra Negra, Maciço Marins e Itaguapé. Os exemplares coletados nestas expedições estão depositados no herbário CESJ da Universidade Federal de Juiz de Fora (acrônimo segundo Thiers et al. 2020, continuamente atualizado).

Complementando esta amostragem em campo, foram utilizados registros de epífitas vasculares presentes nos bancos de dados virtuais SpeciesLink (<http://splink.org.br/>) e SiBBR (<https://sibbr.gov.br/>), além dos dados publicados por Ramos et al. (2019) para uma primeira filtragem dentro dos limites de ocorrência da Serra da Mantiqueira seguindo a delimitação proposta para esta região por Pereira (2018) (Fig. 1). Posteriormente, os registros resultantes foram refinados de acordo com a probabilidade de ocorrência de florestas nebulares apresentada por Pompeu et al. (2018).

As etapas de preparação dos dados após a obtenção nos bancos de dados foram: 1) tentativa de minimizar erros de identificação (através da utilização de exemplares determinados por especialistas nas famílias ou consulta a especialistas quando do surgimento de dúvidas); 2) conferência da nomenclatura de gêneros e espécies no sítio Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>); 3) georreferenciamento de exemplares quando os dados da etiqueta eram suficientes para tal.

A listagem apresentada é composta por epífitas vasculares nativas ocorrentes na Serra da Mantiqueira e para cada espécie foi selecionado um material testemunho (ou citada como referência Ramos et al. (2019), em alguns casos em que exemplares não foram encontrados nos sítios indicados acima). Não foram consideradas as Moraceae, frequentemente ocorrentes como hemiepífitas ao menos em parte de seu ciclo de vida, pela dificuldade em se obter a informação apenas das etiquetas de herbário, dado que em sua maioria são coletadas quando atingem o porte arbóreo e seu forófito já se deteriorou. Também foram desconsideradas as Clusiaceae e Marcgraviaceae, ambas encontradas frequentemente como hemiepífitas, pela ausência de informações completas em etiquetas de herbário, apesar de algumas terem sido observadas em campo. Foi dada preferência de citação como material testemunho aos exemplares coletados pelos autores. Os herbários citados para o material testemunho estão de acordo com Thiers et al. (2020, continuamente atualizado). As famílias de angiospermas estão de acordo com APG IV (2016) e as famílias de samambaias estão de acordo com PPG I (2016).

Dados referentes aos hábitos, domínio fitogeográfico de ocorrência e *status* de ameaça no Brasil foram obtidos no sítio Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). Foram consideradas aquelas espécies com a indicação de hábito ‘epífita’ ou ‘hemiepífita’ no referido sítio, incluindo as facultativas (cujos hábitos também incluem ‘rupícola’ e ‘terrícola’). Para algumas espécies sem a indicação do hábito ‘epífita’ foram levadas em consideração as observações de campo dos autores e as mesmas incluídas na listagem. Os dados sobre o *status* de ameaça para cada estado foram obtidos nas listas vermelhas publicadas de cada um: Espírito Santo (INMA 2019), Minas Gerais (COPAM-MG 2008), Rio de Janeiro (Martinelli et al. 2018) e São Paulo (SMA-SP 2016).

## Resultados e Discussão

As epífitas vasculares estão representadas nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira por 678 espécies, distribuídas em 23 famílias e 131 gêneros (Anexo). Esta cifra corresponde a aproximadamente 30% de toda a riqueza de epífitas vasculares da Floresta Atlântica (Freitas et al. 2016) e quase 20% de todas as espécies de epífitas para o Brasil (Flora do Brasil 2020).

Dentre as linhagens evolutivas, destacam-se as Monocotiledôneas, com 427 espécies (63%) (distribuídas em quatro famílias), enquanto as samambaias estão representadas por 153 espécies (22,5%) (pertencentes a oito famílias), seguidas pelas Eudicotiledôneas (48 spp., 7,1%) (encontradas em nove famílias), Magnoliídeas (36 spp., 5,3%) (representadas apenas pela família Piperaceae) e Licófitas (14 spp., 2,1%) (tendo as Lycopodiaceae como representante exclusivo). A grande representatividade das monocotiledôneas se deve predominantemente à Orchidaceae e Bromeliaceae, duas das maiores famílias de epífitas vasculares de forma global. Polypodiaceae e Cactaceae se destacam, respectivamente, dentre as samambaias e Eudicotiledôneas, ambas também bem representadas de forma global em seus respectivos grupos (Benzing 1990; Zotz 2013; 2016).

As famílias mais ricas são Orchidaceae (288 spp., 42,5%), Bromeliaceae (112 spp., 16,6%) e Polypodiaceae (65 spp., 9,6%), compreendendo pouco menos de 69% das epífitas vasculares citadas (Figura 2). Estas são as três maiores famílias em epífitas vasculares de forma global (Zotz 2013), na Região Neotropical (Gentry & Dodson 1989) e na Floresta Atlântica (Freitas et al. 2016), repetindo um padrão que é continuamente encontrado também em estudos pontuais no Brasil em diferentes fitofisionomias (*e.g.*, Borgo & Silva 2003; Buzzato et al. 2008; Mania & Monteiro 2010; Bonnet et al. 2013; Alves & Menini Neto 2014; Barbosa et al. 2015; Couto et al. 2016; Furtado & Menini

Neto 2016; Joanitti et al. 2017). Chama a atenção o fato de que a SM concentra 23 das 33 famílias de epífitas encontradas na Floresta Atlântica (Freitas et al. 2016) ou pouco menos de 1/3 daquelas que abrigam espécies de epífitas vasculares (Zotz 2016). Além disso, cerca de metade das famílias (11) estão representadas por apenas uma ou duas espécies, reforçando a existência de uma forte desigualdade de distribuição entre as famílias, como já observado globalmente por Benzing (1990) e Zotz (2016).

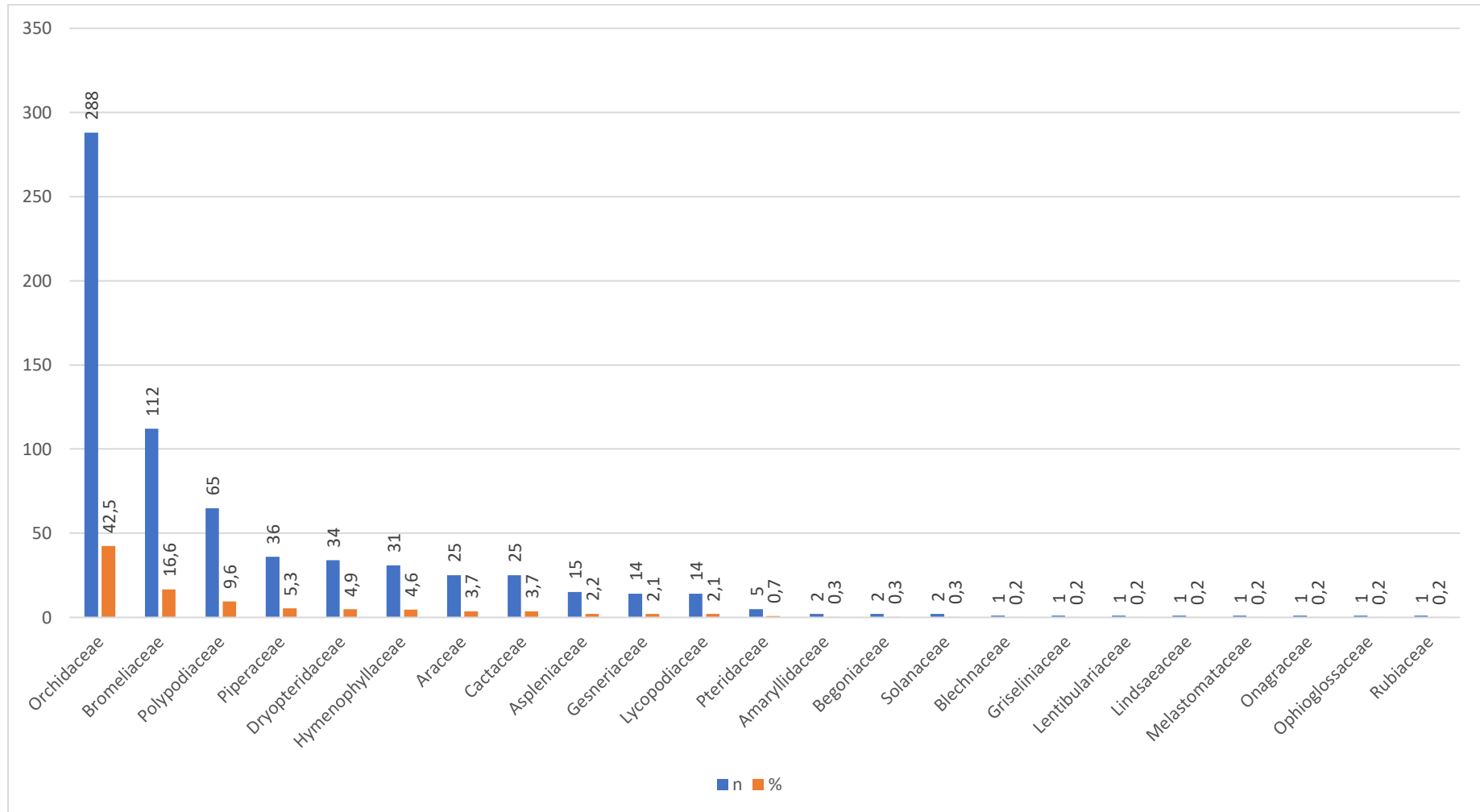


Figura 2 – Riqueza e respectiva porcentagem das 23 famílias de epífitas vasculares registradas nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil.

Vinte e três gêneros apresentam mais de 10 espécies (representando 394 spp. ou 58,3% do total), com *Vriesea* e *Peperomia* se destacando como os mais ricos (apresentando 37 e 36 espécies, respectivamente) (Figura 3). A presença de *Vriesea* é justificada por ser o gênero mais rico de Bromeliaceae no Brasil, com cerca de 200 espécies reconhecidas (Gomes-da-Silva & Souza-Chies 2017; BFG 2018) e ter o domínio atlântico como um importante centro de diversidade e endemismo (Martinelli et al. 2008). A relevância de *Peperomia* já havia sido destacada em estudo realizado na região por Menini Neto et al. (2009) e sua representatividade nas florestas nebulares da SM se justifica uma vez que é o maior gênero de epífitas vasculares se não forem consideradas aqueles de Orchidaceae (Zotz 2016).

Uma parcela considerável das espécies registradas é endêmica da Floresta Atlântica, 466 spp. (68,8%). Este domínio fitogeográfico é o mais rico em espécies de plantas de modo geral (BFG 2018) e também o mais rico em epífitas vasculares no Brasil (Freitas et al. 2016), com relevante porcentagem de espécies endêmicas. O fato de que a Serra da Mantiqueira resguarda apenas nas florestas nebulares (ou seja, em uma parcela pequena da cadeia montanhosa e ainda menor da Floresta Atlântica), um número consideravelmente alto de espécies endêmicas deste domínio fitogeográfico é digno de nota, sobretudo se levado em consideração que muitas dessas espécies são restritas à região da SM como: *Aechmea aiuruocensis* Leme (Bromeliaceae), *Anthurium leonii* E.G.Gonç. (Araceae), *Codonanthe gibbosa* Rossini & Chautems e *Nematanthus kautskyi* Chautems & Rossini (Gesneriaceae), *Hattoria herminiae* (Porto & A.Cast.) Backeb. ex Barthlott e *Schlumbergera lutea* Calvente & Zappi (Cactaceae), *Thysanoglossa jordanensis* Porto & Brade (Orchidaceae), dentre outras.

Embora seja difícil listar um conjunto de espécies indicadoras deste tipo de floresta, podem ser citadas algumas que são comumente encontradas nas florestas nebulares da SM, embora não exclusivas deste tipo de fitofisionomia, como: *Anthurium minarum*, *A. scandens* (Araceae), *Asplenium auritum* (Aspleniaceae), *Billbergia distachia*, *Vriesea bituminosa*, *V.*

*heterostachys* (Bromeliaceae), *Hatiora salicornioides*, *Rhipsalis floccosa*, *R.* (Cactaceae), *Elaphoglossum vagans*, *Rumohra adianthiformis* (Dryopteridaceae), *Nematanthus crassifolius*, *N. strigillosus* (Gesneriaceae), *Griselinia ruscifolia* (Griselinaceae), *Hymenophyllum polyanthos*, *Polyphlebium angustatum* (Hymenophyllaceae), *Fuchsia regia* (Onagraceae), *Acianthera saundersiana*, *Anathallis rubens*, *Bulbophyllum granulosum*, *Cattleya coccinea*, *Epidendrum chlorinum*, *Gomesa ranifera*, *Octomeria crassifolia*, *Stelis megantha*, *S. papaquerensis* (Orchidaceae), *Peperomia tetraphylla* (Piperaceae), *Cochlidium punctatum*, *Lellingeria apiculata*, *Pecluma pectinatiformis*, *Pleopeltis macrocarpa*, *Serpocaulon catharinae* (Polypodiaceae), *Dysochroma viridiflorum* (Solanaceae).

Quanto aos hábitos, 391 espécies são epífitas características (sendo indicadas no sítio Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) apenas com o hábito ‘epífita’), 18 são hemiepífitas e o restante (268) é representado por epífitas facultativas (espécies que também apresentam os hábitos rupícola e terrícola).

Dentre as espécies ameaçadas (consideradas as categorias CR, EN e VU), são citadas 41 para o Brasil (Martinelli & Moraes 2013), 149 para o Espírito Santo (Fraga et al. 2019), 55 para Minas Gerais (COPAM-MG 2008), seis para o Rio de Janeiro, considerando apenas as endêmicas deste estado (Martinelli et al. 2018), 31 para São Paulo (SMA-SP 2016) (Tabela 1). Pelo menos 15 espécies são citadas em três das cinco listas apresentadas e inúmeras são consideradas em pelo menos duas listas. O grande número de epífitas vasculares ameaçadas, seja de forma global ou regional, se reflete na fragilidade de muitas espécies desta sinússia a impactos ambientais, como transformação de áreas florestais em áreas de cultivo e pastagens, mudanças climáticas, redução de polinizadores, etc. (Hietz 1999; Köster et al. 2009; Zotz & Bader 2009; Werner 2011; Böhnert et al. 2016), mas também estão relacionadas ao fato de que várias são consideradas ornamentais e possuem grande apelo entre ecoturistas, comerciantes e colecionadores de plantas, cuja retirada, seja em grande escala ou não, tem o potencial de



impactar consideravelmente suas populações (Mondragón Chaparro & Ticktin 2011; Toledo-Aceves et al. 2014; Wraith & Pickering 2017; Nardy 2019). As listas vermelhas têm como características serem dinâmicas e a necessidade desse método fica clara na indicação de espécies que deveriam ter seu *status* de ameaça revisado tanto regionalmente, quanto globalmente, conforme apontado nos estudos realizados para Cactaceae (Gonzaga et al. 2020) e Gesneriaceae (Pereira 2018) no âmbito da Serra da Mantiqueira.

O potencial de conservação de grande parte da biodiversidade da Floresta Atlântica em uma cadeia montanhosa como a SM é reforçado no presente estudo com as epífitas vasculares ocorrentes em suas florestas nebulares. Infelizmente, grandes extensões de terra da SM já foram altamente modificadas ao longo do tempo com o estabelecimento de pastagens para criação de gado, monoculturas de eucalipto e pinheiro e/ou culturas variadas com finalidade alimentícia (como o café), especulação imobiliária, mineração, etc. (Hueck 1972; Joly et al. 1991; Mendes Júnior et al. 1991; Gonzaga & Menini Neto 2017). As áreas que sofreram relativamente pouco impacto ou que estão se regenerando há mais tempo se encontram em regiões montanhosas e, de modo geral, vêm sendo transformadas nos últimos cem anos em unidades de conservação, buscando resguardar ao menos uma parte da biodiversidade remanescente, mas várias outras áreas prioritárias são indicadas para direcionamento de esforços de pesquisa e/ou conservação (Drummond et al. 2005; Gonzaga & Menini Neto 2017). Nessas áreas montanhosas estão as florestas nebulares, que em uma parcela relativamente pequena de todo o domínio atlântico, demonstraram sua relevância para a conservação da diversidade do país, uma vez que esta região é reconhecida também por resguardar grande diversidade e endemismo também de outros grupos taxonômicos/funcionais (Drummond et al. 2005; Martinelli 2007; Versieux & Wendt 2007; LeSaout et al. 2013; Stehmann & Sobral 2009; Pelissari & Romaniuc Neto 2013; Pereira 2018; Gonzaga et al. 2020).

A necessidade premente de resguardar o que ainda resta dos ambientes naturais é patente, sobretudo pela velocidade em que a degradação atualmente ocorre, de modo que esforços devem ser envidados na produção de conhecimento e fornecimento de subsídios para que os responsáveis pelas tomadas de decisão tenham em mãos elementos para desempenhar suas funções de forma adequada.

## Referências

Alves FE & Menini Neto L (2014) Vascular epiphytes in a forest fragment of Serra da Mantiqueira and floristic relationships with Atlantic high altitude areas in Minas Gerais. *Brazilian Journal of Botany* 37: 187–196.

APG IV (2016) An update of the Angiosperms Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

Barbosa DEF, Basílio GA, Silva FR, Menini Neto L (2014) Vascular epiphytes in a remnant of seasonal semideciduous forest in Zona da Mata of Minas Gerais Brazil. *Bioscience Journal* 31(2): 623-633.

Barbosa DEF, Basílio GA, Furtado SG, Menini Neto L (2020) The importance of heterogeneity of habitats for the species richness of vascular epiphytes in remnants of Brazilian montane seasonal semideciduous forest. *Edinburgh Journal of Botany* 77(1): 99-118.

Benzing DH (1990) *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. University Press Cambridge, Cambridge. 376p.

BFG - The Brazil Flora Group (2018) Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69(4):1513-1527.

Böhnert T, Wenzel A, Altenhövel C, Beeretz L, Tjitrosoedirdjo SS, Meijide A, Rembold K, Kreft H (2016) Effects of land-use change on vascular epiphyte diversity in Sumatra (Indonesia). *Biological Conservation* 202:20-29.

Bonnet A, Caglioni E, Schmitt JL, Cadorin TJ, Gasper AL, Andrade S, Schroeder BG, Cristofolini C, Oliveira CPL, Lingner DV, Uhlmann A, Sevegnani L, Vibrans AC (2013) Capítulo 1 – Epífitos vasculares da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina. *In: Vibrans AC, Bonnet A, Caglioni E, Gasper AL, Lingner DV (eds.) Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. Vol. 5. Edifurb, Blumenau. Pp. 27-71.*

Borgo M & Silva SM (2003) Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 391-401.

Bruijnzeel LA, Kappelle M, Mulligan M & Scatena FN (2010) Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. *In: Bruijnzeel LA, Scatena FN & Hamilton LS (eds.) Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 691–700.*

Bubb P, May I, Miles L & Sayer J (2004) *Cloud Forest Agenda UNEP-WCMC*, Cambridge, UK. Disponível em <[http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP\\_WCMC\\_bio\\_series/20.htm](http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm)>. Acesso em 16 Outubro 2019.

Buzzato CR, Severo BMA & Waechter JL (2008) Composição florística e distribuição ecológica de epífitos vasculares na Floresta Nacional de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. *Iheringia, Sér. Bot.* 63(2): 231-239.

Carrijo TT, Alves-Araújo AG, Amorim AMA, Antar GM, Antunes K, Barbosa DEF, Baumgratz JFA, Bueno VR, Cardoso PH, Chagas AP, Couto DR, Da Silva LN, Delgado CN, Dittrich VAO, Dutra VF, Firmino AD, Freitas J, Furtado SG, Giacomini LL, Goldenberg R, Gomes M, Gonzaga DR, Heiden G, Labiak PH, Lírio EJ, Lopes ITFV, Luber J, Marques D,

- Matos FB, Meireles LD, Menini Neto L, Meyer FS, Monge M, Monteiro D, Moraes QS, Moraes PLR, Moreira MM, Morim MP, Nakajima JN, Nichio-Amaral R, Oliveira JRPM, Pederneiras LC, Peixoto AL, Pereira JBS, Pereira LC, Prado J, Rapini A, Reginato M, Rollim IM, Salimena FRG, Salino A, Schwartsburd PB, Silva AVS, Silva C, Sobral MEG, Souza FS, Sousa HCF, Sylvestre LS, Trovó M, Tuler AC, Versiane AFA, Viana PL, Zorzanelli JPF, Forzza RC (2020) Lista de espécies de plantas terrestres do Parque Nacional do Caparaó. *In*: Catálogo de Plantas das Unidades de Conservação do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<https://catalogo-ucs-brasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em 16 Outubro 2019.
- COPAM (2008). Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais. Conselho Estadual de Política Ambiental, Minas Gerais, 367: 48 pp.
- Couto DR, Fontana AP, Kollmann LJC, Manhães VC, Francisco TM & Cunha GM (2016) Vascular epiphytes in seasonal semideciduous forest in the state of Espírito Santo and the similarity with other seasonal forests in Eastern Brazil. *Acta Scientiarum. (Biological Science)* 38, 169-177.
- Delgado CN (2019) Biologia reprodutiva e distribuição espacial de *Hadrolaelia coccinea* (Lindl.) Chiron & V.P.Castro (Orchidaceae, Laeliinae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 105p.
- Drummond GM, Martins CS, Machado ABM, Sebaio FA & Antonini Y (orgs.) (2005) Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação. 2a ed, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 222p.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 15 maio 2020
- Forzza RC, Menini Neto L, Salimena FRG & Zappi D (orgs.) (2013) Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno. Editora UFJF, Juiz de Fora. 382p.

Forzza RC, Pifano DS, Oliveira-Filho AT, Meireles LD, Faria PL, Salimena FR, Mynssen CM & Prado J (2014) Flora vascular da Reserva Biológica da Represa do Grama, Minas Gerais, e sua relação florística com outras florestas do sudeste brasileiro. *Rodriguésia* 65, 275-292.

Foster R (2001) The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55: 73-106.

Fraga CN, Formigoni MH, Chaves FG (orgs.) (2019) Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Instituto Nacional da Mata Atlântica, Santa Teresa. 432p.

Freitas L, Salino A, Menini Neto L, Almeida TE, Mortara SR, Stehmann JR, Amorim AM, Guimarães EF, Coelho MN, Zanin A & Forzza RC (2016) A comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. *PhytoKeys* 58:65-79.

Furtado SG & Menini Neto L (2015) Diversity of vascular epiphytes in two high altitude biotopes of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Botany* 38(2): 295-310.

Furtado SG & Menini Neto L (2016) Vascular epiphytic flora of a high montane environment of Brazilian Atlantic Forest: composition and floristic relationships with other ombrophilous forests. *Acta Botanica Brasilica* 30, 422-436.

Furtado SG & Menini Neto L (2018a) Elevational and phytophysiognomic gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic. *Plant Ecology* 219, 677-690.

Furtado SG & Menini Neto L (2018b) Diversity high up: a cloud forest of the Serra da Mantiqueira as a vascular epiphyte hotspot. *Rodriguésia* 69, 263-279.

Gentry AH & Dodson CH (1987) Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-223.

Gomes-da-Silva J & Souza-Chies TT (2017) What actually is *Vriesea*? A total evidence approach in a polyphyletic genus of Tillandsioideae (Bromeliaceae, Poales). *Cladistics* 2017: 1-19.

Gonzaga DR & Menini Neto L (2017) Estado da conservação da Serra da Mantiqueira: ameaças, lacunas, avanços e perspectivas do conhecimento da flora. *In*: Barbosa BC, Resende LO, Prezoto F & Gonçalves EL (orgs.) Tópicos em sustentabilidade e conservação. Real Consultoria em Negócios Ltda., Juiz de Fora. 107p.

Gonzaga DR, Menini Neto L & Peixoto AL 2020 (no prelo). Cactaceae na Serra da Mantiqueira, Brasil. *Rodriguésia* 71: e02572018.

Hamilton LS, Juvik JO & Scatena FN (eds.) (1995) Tropical montane cloud forests. Springer Verlag, New York. 407p.

Hietz P & Hietz-Seifert U (1995) Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in Central Veracruz México. *Journal of Vegetation Science* 6: 487-498.

Hu J & Riveros-Iregui DA (2016) Life in the clouds: are tropical montane cloud forests responding to changes in climate. *Oecologia* 180: 1061-1073.

Hueck K (1972) As florestas da América do Sul. Ecologia, composição e importância econômica. Polígono S.A., São Paulo. 466p.

Joanitti AS, Weiser VL, Cavassan O & Giles AL (2017) Vascular epiphytes in a woodland savanna forest in southeastern Brazil. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 144(4): 439-449.

Joly CA, Leitão Filho HF & Silva SM (1991) Vegetação da Mata Atlântica. *In*: Cecchi JC & Soares MSM (coords.) Mata Atlântica/Atlantic Rain Forest. Fundação SOS Mata Atlântica, Rio de Janeiro. Pp. 95-125.

Köster N, Friederich K, Nieder J & Barthlott W (2009) Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* 23, 911-919.

Le Saout S, Hoffmann M, Shi Y, Hughes A, Bernard C, Brooks TM, Bertzky B, Butchart SHM, Stuart SN, Badman T, Rodrigues ASL (2013) Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science* 342: 803-805.

Loope LL & Giambeluca TW (2002) Vulnerability of island tropical montane cloud forests to climate change, with special reference to East Maui, Hawaii. *In*: Markham A (ed.) Potential impacts of climate change on tropical forest ecosystems. Springer, Dordrecht. Pp. 363-377.

Machado-Filho L, Ribeiro MW, Gonzalez SR, Gonzalez SR, Schemini CA, Santos Neto A, Palmeira RCB, Pires I, Teixeira W & Castro HF (1983) Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro e Vitória. *Geologia. RADAMBRASIL*, Rio de Janeiro. vol. 32.

Mania LF & Monteiro R (2010) Florística e ecologia de epífitas vasculares em um fragmento de floresta de restinga, Ubatuba, SP, Brasil. *Rodriguésia* 61(4): 705-713.

Martinelli G (2007) Mountain biodiversity in Brazil *Revista Brasileira de Botânica* 30: 587-597.

Martinelli G & Moraes AM (orgs.) (2013) Livro Vermelho da Flora do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100p.

Martinelli G, Martins E, Moraes M, Loyola R & Amaro R (orgs.) (2018) Livro Vermelho da Flora Endêmica do Estado do Rio de Janeiro. Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro. 456p.

Mendes Júnior LO, Antoniazzi, Vieira MCW & Susemihl P (1991) Relatório Mantiqueira. FEDAPAM (Frente de Defesa da Mantiqueira), São Paulo. 54p.

Menini Neto L, Forzza RC & Zappi D (2009) Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18: 3785-3807.

Menini Neto L, Matozinhos CN, Abreu NL, Valente ASM, Antunes K, Souza FS, Viana PL, Salimena FRG (2009b) Flora vascular não-arbórea de uma floresta de grota na Serra da Mantiqueira, Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotropica* 9(4): 149-161.

Mondragón-Chaparro D & Ticktin T (2011) Demographic effects of harvesting bromeliads as an alternative approach to collection. *Conservation Biology* 25(4): 797-807.

Moreira MM, Carrijo TT, Alves-Araújo A, Amorim AMA, Rapini A, Silva AVS, Cosenza BAP, Lopes CR, Delgado CN, Kameyama C, Couto DR, Barbosa DEF, Monteiro D, Gonzaga DR, Dalcin EC, Guimarães EF, Lírio EJ, Matos FB, Salimena FRG, Oliveira FA, Heiden G, Lanna JM, Baumgratz JF, Pastore JFB, Oliveira JRPM, Barcelos LB, Sylvestre LS, Freitas L, Giacomini LL, Pederneiras L, Meireles LD, Lohmann LG, Pereira LC, Silva LAE, Menini Neto L, Souza MC, Trovó M, Sobral MEG, Garbin ML, Gomes M, Morim MP, Mota MCA, Labiak PH, Viana PL, Moraes PLR, Goldenberg R, Coelho RLG, Furtado SG, Silva-Neto SJ, Flores TB, Dutra VF, Bueno VR, Forzza RC (2020) Using online databases to produce comprehensive accounts of the vascular plants from the Brazilian protected areas: The Parque Nacional do Itatiaia as a case study. *Biodiversity Data Journal* 8: e50837.

Pelissari G & Romaniuc-Neto S (2013) *Ficus* (Moraceae) da Serra da Mantiqueira, Brasil. *Rodriguésia* 64 (1): 91-111.

Pereira LC (2019) Biogeografia, conservação e sinopse taxonômica de Gesneriaceae na Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 152p.

Pompeu PV, Fontes MAL, Muliggan M, Bueno IT, Siqueira MF, Acerbi Júnior FW, Kamino LHY, Waterloo MJ & Bruijnzeel LA (2018) Assessing Atlantic cloud forest extent and protection status in southeastern Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 43: 146-155.



Ponce-Reyes R, Reynoso-Rosales VH, Watson JEM, Van Der Wal J, Fuller RA, Pressey RL & Possingham HP (2012) Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change. *Nature Climate Change* 2: 448-452.

PPG I (2016) A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 54(6): 563-603.

Ramos FN, Mortara SR, Monalisa-Francisco N, Elias JPC, Menini Neto L, Freitas L, Kersten R et al (2019) ATLANTIC EPIPHYTES: a data set of vascular and non-vascular epiphyte plants and lichens from the Atlantic Forest. *Ecology* 100(2):e02541.

Rezende MG, Elias RCL, Salimena FRG, Menini Neto L (2013) Flora vascular da Serra da Pedra Branca, Caldas, Minas Gerais e relações florísticas com áreas de altitude da Região Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 13(4): 201-224.

Salimena FRG, Matozinhos CN, Abreu NL, Ribeiro JCH, Souza FS & Menini Neto L (2013) Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 64(2): 311-320.

Scatena FN, Bruijnzeel LA, Bubb P & Das S (2010) Chapter 1 – Setting the stage. *In*: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.) *Tropical Montane cloud forests – science for conservation and management International Hydrology Series Cambridge University Press, Cambridge*. Pp. 3-13.

SMA-SP (2016) Resolução SMA – 57 de 5 de junho de 2016. Publica a segunda revisão da lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. Disponível em < [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/06/Resolucao-SMA-057-05\\_2016.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/06/Resolucao-SMA-057-05_2016.pdf). Acesso em 25 janeiro 2020.

Stehmann JR & Sobral M (2009) Diagnóstico do conhecimento da diversidade botânica: fanerógamas. *In*: Drummond GM, Martins CS, Greco MB & Vieira F (orgs.) *Biota Minas*:

diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais – subsídio ao Programa Biota Minas. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. Pp. 355-387.

Still CJ, Foster PN, Schneider SH (1999) Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 608-610.

Thiers B (2019) Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em 05 maio 2019.

Toledo-Aceves T, Hernández-Apolinar M, Valverde T (2014) Potential impact of harvesting on the population dynamics of two epiphytic bromeliads. *Acta Oecologica* 50: 52-61.

Várzea A (1942) Relevo do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 4: 97-130.

Versieux LM & Wendt T (2007) Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16: 2989-3009.

Webster GL (1995) The panorama of Neotropical Cloud Forests. *In*: Churchill SP, Balslev H, Forero E & Luteyn JL (eds.) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests (Neotropical montane forest biodiversity and conservation symposium, 1993) Proceedings...* The New York Botanical Garden, New York. Pp 53-77.

Werner FA, Köster N, Kessler M & Gradstein SR (2011) Is the resilience of epiphyte assemblages to human disturbance a function of local climate? *Ecotropica* 17: 15-20.

Wraith J & Pickering C (2017) Tourism and recreation: a global threat to orchids. *Biodiversity and Conservation* 26: 3407-3420.

Zotz G (2013) The systematic distribution of vascular epiphytes—a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171(3): 453-481.

Zotz G (2016) *Plants on Plants – The Biology of Vascular Epiphytes*. 1ed. Springer, Heidelberg. 282p.

Zotz G & Bader MY (2009) Epiphytic plants in a changing world-global: change effects on vascular and non-vascular epiphytes. *Progress in Botany* 70: 147-170.

## Anexo

Espécies de epífitas vasculares ocorrentes nas florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil (delimitação segundo Pompeu et al. 2018).

Táxons	Hábito	Domínio Fitogeográfico	Status de ameaça					Material testemunho/Fonte	Herbário
			BR	ES	MG	RJ	SP		
<b>Licófitas</b>									
Lycopodiaceae									
<i>Phlegmariurus acerosus</i> (Sw.) B.Øllg.	E	FA	NE					S.G. Furtado 74	CESJ
<i>Phlegmariurus biformis</i> (Hook.) B.Øllg.	E	FA	NE					S.G. Furtado 75	CESJ
<i>Phlegmariurus comans</i> (Herter ex Nessel) B.Øllg.	E, R, T	FA	NE					L. Krieger (CESJ 23524)	CESJ
<i>Phlegmariurus erythrocaulon</i> (Fée) B.Øllg.	E	FA	NE		EN			L. Krieger (CESJ 24222)	CESJ
<i>Phlegmariurus flexibilis</i> (Fée) B.Øllg.	E	FA	NE		EN			F.R.G. Salimena 1368	CESJ
<i>Phlegmariurus fontinaloides</i> (Spring) B.Øllg.	E	Am, FA	NE					S.G. Furtado 114	CESJ
<i>Phlegmariurus heterocarpon</i> (Fée) B.Øllg.	E	FA	NE					S.G. Furtado 316	CESJ
<i>Phlegmariurus hexastichus</i> (B.Øllg. & P.G.Windisch) B.Øllg.	E, R	FA	NE					A. Salino 11491	BHCB
<i>Phlegmariurus loefgrenianus</i> (Silveira) B.Øllg.	E, R	FA	NE					A. Salino 1368	BHCB
<i>Phlegmariurus martii</i> (Wawra) B.Øllg.	E	Ce, FA	NE					A. Salino 12282	BHCB
<i>Phlegmariurus mollicomus</i> (Spring.) B.Øllg.	E	Am, FA	NE					A. Salino 14704	BHCB
<i>Phlegmariurus quadrifariatus</i> (Bory) B.Øllg.	E, R	FA	NE					S.G. Furtado 66	CESJ
<i>Phlegmariurus sellowianus</i> (Herter) B.Øllg.	E, T	FA	NE	VU				F.S. Souza 1537	CESJ
<i>Phlegmariurus silveirae</i> (Nessel) B.Øllg.	E, R	FA	NE					A. Salino 565	BHCB
<b>Samambaias</b>									
Aspleniaceae									
<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.	E, R	Am, FA	NE					S.G. Furtado 46	CESJ
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	E, R, T	Am, Ce, FA	NE					S.G. Furtado 37	CESJ
<i>Asplenium clausenii</i> Hieron.	E, R, T	FA	NE					C.M. Mynssen 825	RB
<i>Asplenium feei</i> Kunze ex Fée	E, R, T	Am, FA	NE					C.M. Mynssen 824	RB
<i>Asplenium gastonis</i> Fée	E, R	FA	NE					A. Salino 5580	BHCB
<i>Asplenium geraense</i> (C.Ch.) Sylvestre	E, R	Ce, FA	NE					S.G. Furtado 309	CESJ
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	E, R, T	FA	NE					R.F. Novelino 919	CESJ

<i>Asplenium incurvatum</i> Fée	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 93	CESJ
<i>Asplenium mourai</i> Hieron.	E, R	FA	NE				S.A. Roman 92	CESJ
<i>Asplenium oligophyllum</i> Kaulf.	E, R	FA	NE				P.B. Pitta 281	CESJ
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.	E, R	Ce, FA	LC				S.G. Furtado 319	CESJ
<i>Asplenium pseudonitidum</i> Raddi	E, R	FA	NE				R.C. Forzza 3588	RB
<i>Asplenium raddianum</i> Gaudich.	E	FA	NE				R.C. Forzza 3149	RB
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	E	FA	NE				F.S. Souza 225	CESJ
<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	E, R, T	Am, FA	NE				F.S. Souza 960	CESJ
Blechnaceae								
<i>Lomaridium plumieri</i> (Desv.) C.Presl	H	FA	NE				R.F. Novelino 860	CESJ
Dryopteridaceae								
<i>Elaphoglossum beaurepairei</i> (Fée) Brade	E, R, T	FA	NE				C.E. Rodrigues Junior 921	BHCB
<i>Elaphoglossum edwallii</i> Rosenst.	E, R, T	FA	LC				A. Salino 11510	BHCB
<i>Elaphoglossum gardnerianum</i> (Kunth ex Fée) T.Moore	E	FA	NE				F.S. Souza 423	CESJ
<i>Elaphoglossum gayanum</i> (Fée) T.Moore	E, R	FA	LC				S.G. Furtado 183	CESJ
<i>Elaphoglossum glabellum</i> J.Sm.	E, R	Am, FA	NE				C.M. Mynssen 786	RB
<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	E, R	FA	NE				F.E. Alves 120	CESJ
<i>Elaphoglossum hybridum</i> (Bory) Brack	E, R, T	FA	NE				V.C. Souza 23137	ESA
<i>Elaphoglossum iguapense</i> Brade	E, R	FA	LC				A. Salino 14702	BHCB
<i>Elaphoglossum itatiayense</i> Rosenst.	E, R, T	FA	NT				J.P.S. Condack 270	RB
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C.Presl) Brack.	E, R	Ce, FA	NE				R.F. Novelino 1017	CESJ
<i>Elaphoglossum lisboae</i> Rosenst.	E, R	Ce	NE				R.F. Novelino 1029	CESJ
<i>Elaphoglossum longifolium</i> (C.Presl) J.Sm.	E	FA	NE				F.S. Souza 617	CESJ
<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) Christ	E, R, T	Am, FA	NE				R.F. Novelino 1014	CESJ
<i>Elaphoglossum macahense</i> (Fée) Rosenst.	E, T	FA	LC				J.E.Z. Oliveira (CESJ 27170)	CESJ
<i>Elaphoglossum macrophyllum</i> (Mett. ex Kuhn) Christ	E, T	FA	NE				L. Kollmann 7916	MBML
<i>Elaphoglossum minutum</i> (Pohl ex Fée) T.Moore	E	FA	NE				B. Pickel 5262	IPA
<i>Elaphoglossum papyraceum</i> (Fée) F.B.Matos & R.C.Moran	E	FA	NE				P.H. Labiak 4861	MBML
<i>Elaphoglossum peltatum</i> (Sw.) Urb.	E	Am, FA	NE		VU		L. Krieger (CESJ 15128A)	CESJ
<i>Elaphoglossum piloselloides</i> (C.Presl) T.Moore	E, R	Ce, FA	NE				P.C. Porto 3017	RB

<i>Elaphoglossum prestonii</i> (Baker) J.Sm.	E, R, T	FA	NE				J.P.S. Condock 391	RB
<i>Elaphoglossum sellowianum</i> (Klotzsch ex Kuhn) T.Moore	E, R	FA	NE				A. Salino 1387	BHCB
<i>Elaphoglossum squamipes</i> (Hook.) T.Moore	E	Am, FA	NE				A.C. Brade 10315	RB
<i>Elaphoglossum strictum</i> (Raddi) T.Moore	E	FA	LC			VU	J.E.Z. Oliveira 398	CESJ
<i>Elaphoglossum subarborescens</i> Rosenst.	H	FA	NE				A. Salino 2298	BHCB
<i>Elaphoglossum tenax</i> Rosenst.	E	FA	NE				P.C. Porto 3018	RB
<i>Elaphoglossum tenuiculum</i> (Fée) T.Moore	E	FA	NE				L. Lanstyack (BHCB 150829)	BHCB
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	E, R, T	FA	NE				A. Salino 11518	BHCB
<i>Mickelia scandens</i> (Raddi) R.C.Moran, Labiak & Sundue	H	FA	NE				F.S. Souza 204	CESJ
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	H, T	FA	NE				A. Salino 759	BHCB
<i>Polybotrya pilosa</i> Brade	H, T	FA	NE				P. Fiaschi 3856	SPF
<i>Polybotrya speciosa</i> Schott	H, T	FA	LC				C.M. Mynssen 828	RB
<i>Polybotrya tomentosa</i> Brade	H, T	FA	NE				P.H. Labiak 4387	UPCB
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	E, R, T	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 113	CESJ
<i>Rumohra quadrangularis</i> (Fée) Brade	E, R, T	FA	NE				L.L. Giacomini 1006	BHCB
Hymenophyllaceae								
<i>Crepidomanes pyxidiferum</i> (L.) Dubuisson & Ebihara	E, R	FA, Pam	NE				C.M. Mynssen 1146	RB
<i>Didymoglossum angustifrons</i> Fée	E, R	Am, FA	NE				T.E. Almeida 3356	BHCB
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv.	E, R, T	Ce, FA, Pam	NE				L. Krieger (BHCB 4220)	BCHB
<i>Didymoglossum krausii</i> (Hook. & Grev.) C.Presl	E, R, T	Am, FA	NE				L. Krieger (CESJ 18823)	CESJ
<i>Didymoglossum ovale</i> E.Fourn.	E, R	Am, FA	LC				A. Salino 13662	BHCB
<i>Didymoglossum pusillum</i> (Sw.) Desv.	E, R	FA	NE				A. Salino 12324	BHCB
<i>Didymoglossum reptans</i> (Sw.) C.Presl	E, R, T	FA	NE				F. Gonzatti 3905	HUCS
<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.	E, R	Am, FA	NE				F.E. Alves 121	CESJ
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Bosch	E, R	FA	NE				A. Salino 777	BHCB
<i>Hymenophyllum crispum</i> Kunth	E	FA	NE				T.E. Almeida 1171	BHCB
<i>Hymenophyllum elegans</i> Spreng.	E, R	Am, FA	NE				A. Salino 11499	BHCB
<i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V.Morton	E, R	FA	LC				T.E. Almeida 1186	BHCB
<i>Hymenophyllum fucooides</i> (Sw.) Sw.	E, R	Am, FA	NE				T.E. Almeida 1241	BHCB
<i>Hymenophyllum hirsutum</i> (L.) Sw.	E, R	Am, Ca, Ce, FA	NE				L. Krieger (CESJ 8375)	CESJ

<i>Hymenophyllum magellanicum</i> Willd. ex Kunze	E, T	FA	LC	EN			Y. Mexia 4069	IAN
<i>Hymenophyllum microcarpum</i> Desv.	E, R	FA	NE				A. Salino 11488	BHCB
<i>Hymenophyllum myriocarpum</i> Hook.	E, R	Am, FA	NE				J.M.A. Braga 3896	RB
<i>Hymenophyllum plumosum</i> Kaulf.	E, R	FA	NE				F.S. Souza 1545	CESJ
<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.	E, R	Am, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 64	CESJ
<i>Hymenophyllum pulchellum</i> Schldl. & Cham.	E, R	FA	NE				T.E. Almeida 1167	BHCB
<i>Hymenophyllum rufum</i> Fée	E	FA	LC				F.S. Souza 1287	CESJ
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.	E, R, T	FA	NE				L. Krieger (CESJ 24172)	CESJ
<i>Hymenophyllum undulatum</i> Sw.	E	Am, FA	NE				N.L. Abreu 114	CESJ
<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 97	CESJ
<i>Polyphlebium diaphanum</i> (Kunth) Ebihara & Dubuisson	E, R	Am, FA	NE				L. Krieger (CESJ 16218)	CESJ
<i>Polyphlebium hymenophylloides</i> (Bosch) Ebihara & Dubuisson	E	Am, FA	NE				T.E. Almeida 1181	BHCB
<i>Trichomanes anadromum</i> Rosenst	E	FA	NE				S.G. Furtado 276	CESJ
<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA, Pan	NE				R.F. Novelino 870	CESJ
<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	E	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 90	CESJ
<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.	H, R, T	Am, FA	NE				A. Salino 803	BHCB
<i>Vandenboschia rupestris</i> (Raddi) Ebihara & K.Iwats	E	FA	NE				A. Salino 13905	BHCB
Lindsaeaceae								
<i>Lindsaea botrychioides</i> A.St.Hil.	E, T	FA	NE				F.E.Alves 72	CESJ
Ophioglossaceae								
<i>Cheiroglossa palmata</i> (L.) C.Presl	E, R, T	Am, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 267	CESJ
Polypodiaceae								
<i>Alansmia reclinata</i> (Brack.) Moguel & M.Kessler	E	FA	NE				F.E. Alves 122	CESJ
<i>Alansmia senilis</i> (Fée) Moguel & M.Kessler	E	Am, FA	NE				A. Salino 555	BHCB
<i>Campyloneurum aglaolepis</i> (Alston) de la Sota	E	FA	NE				S.G. Furtado 94	CESJ
<i>Campyloneurum atlanticum</i> R.C. Moran & Labiak	H, R	FA	NE				E.R. Damasceno 321	RB
<i>Campyloneurum austrobrasillianum</i> (Alston) de la Sota	E	FA	NE				S.G. Furtado 345	CESJ
<i>Campyloneurum centrobrasillianum</i> Lellinger	E	Ce, FA	NE				P.S.P. Sampaio 1334	HUSC
<i>Campyloneurum crispum</i> Fée	H, T	FA	NE				J.P.F. Zorzanelli 519	VIES
<i>Campyloneurum decurrens</i> (Raddi) C.Presl	E, R	FA	LC				V.A.O. Dittrich 1802	CESJ

<i>Campyloneurum fallax</i> Fée	E, R	FA	NE		CR		R.T. Polisel 278	SPSF
<i>Campyloneurum herbaceum</i> (Christ) Ching	H	FA	NE				A.Q. Lobão 1837	RB
<i>Campyloneurum lapathifolium</i> (Poir.) Ching	H	FA	NE				R.T. Polisel 239	SPSF
<i>Campyloneurum minus</i> Fée	E, R	FA	NE				A. Salino 13901	BHCB
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 236	CESJ
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C.Presl	E	Am, Ce	NE				J.E.Z. Oliveira 228	CESJ
<i>Campyloneurum rigidum</i> J.Sm.	E	FA	NE				S.G. Furtado 393	CESJ
<i>Ceradenia albidula</i> (Baker) L.E.Bishop	E	FA	NE				S.G. Furtado 132	CESJ
<i>Ceradenia glaziovii</i> (Baker) Labiak	E	FA	EN			EN	P. Leite (RB 76631)	RB
<i>Ceradenia spixiana</i> (Mart. ex Mett.) L.E.Bishop	E	FA	NE				F.S. Souza 1240	CESJ
<i>Cochlidium pumilum</i> C.Chr.	E	Am, Ca, Ce	NE		CR		C.M. Mynssen 782	RB
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L.E.Bishop	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 137	CESJ
<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E.Bishop	E, R	Am, Ca, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 294	CESJ
<i>Grammitis leptopoda</i> (C.H.Wright) Copel.	E	E, R	NE		VU		V.A.O. Dittrich 1896	CESJ
<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 110	CESJ
<i>Lellingeria brevistipes</i> (Mett. ex Kuhn.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, R	FA	NE				A. Salino 11429	BHCB
<i>Lellingeria depressa</i> (C.Chr.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E	FA	NE				T.E. Almeida 768	BHCB
<i>Leucotrichum organense</i> (Gardner) Labiak	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 5	CESJ
<i>Leucotrichum schenckii</i> (Hieron.) Labiak	E	FA	NE				D.E.F. Barbosa 256	CESJ
<i>Melpomene flabelliformis</i> (Poir.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 198	CESJ
<i>Melpomene melanosticta</i> (Kunze) A.R.Sm. & R.C. Moran	E, R	Am, FA	NE				C.M. Mynssen 1184	RB
<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, R	Am, FA	NE				L. Krieger FPNC 1083	CESJ
<i>Melpomene peruviana</i> (Desv.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E, R	FA	NE		CR		L. Krieger (CESJ 8380)	CESJ
<i>Melpomene pilosissima</i> (M.Martens & Galeotti) A.R.Sm. & R.C.Moran	E	FA	NE				S.G. Furtado 288	CESJ
<i>Melpomene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R.Sm. & R.C.Moran	E	Am, FA	NE				J.E. Leite 3882	US
<i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota	E	Am, Ce, FA, Pan	NE				F.R.G. Salimena 2386	CESJ
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	E, R	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 8	CESJ
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	E	FA	NE				S.G. Furtado 368	CESJ
<i>Moranopteris achilleifolia</i> (Kaulf.) R.Y.Hirai & J.Prado	E, R, T	FA	NE				S.G. Furtado 150	CESJ



<i>Moranopteris gradata</i> (Baker) R.Y.Hirai & J.Prado	E, R, T	FA	NE				R.C. Forzza 4436	RB
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	E, R	Am, Ce, FA, Pan	NE				S.G. Furtado 323	CESJ
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	E, R	FA	NE				J.E. Leite 3634	MO
<i>Pecluma camptophyllaria</i> (Fée) M.G.Price	E, R, T	FA	NE				T.E. Almeida 1530	BHCB
<i>Pecluma filicula</i> (Kaulf.) M.G.Price	E, R	FA	NE				A. Salino 13641	BHCB
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	E, R, T	FA	NE				C.M. Mynssen 788	RB
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G.Price	E, R, T	FA	NE				R.C. Forzza 3158	RB
<i>Pecluma robusta</i> (Fée) M.Kessler & A.R.Sm.	E, R, T	FA	NE				L. Krieger (CESJ 24219)	CESJ
<i>Pecluma sicca</i> (Lindm.) M.G.Price	E, R	FA	NE				S. Andrade 511	RB
<i>Pecluma singeri</i> (de la Sota) M.G. Price	E, R	FA	NE				M. Rezende 71	CESJ
<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price	E	FA	LC				C.M.Mynssen 833	RB
<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J.Sm.	E, R	Am, Ce, FA	NE				D.R. Couto 2271	VIES
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	E, R	Am, Ce, FA, Pan	NE				R.C. Forzza 3587	RB
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn.	E, R	Am, Ca, Ce, FA, Pam, Pan	NE				S.G. Furtado 285	CESJ
<i>Pleopeltis desvauxii</i> (Klotzsch) Salino	E	Am, FA	NE				C.E. Rodrigues Junior 1284	BHCB
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA, Pam, Pan	NE				S.G. Furtado 322	CESJ
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA, Pam, Pan	NE				S.G. Furtado 9	CESJ
<i>Pleopeltis monoides</i> (Weath.) Salino	E, R, T	FA	EN		CR		A. Salino 11368	BHCB
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota	E, R	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 116	CESJ
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	E	FA	NE				M.R.P. Silva 1902	MBM
<i>Pleopeltis polypodioides</i> (L.) E.G.Andrews & Windham	E	Am, Ce, FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 50	CESJ
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> (Jacq.) A.R.Sm.	E, H	Am, Ce, FA	NE				J.E.Z. Oliveira 375	CESJ
<i>Serpocaulon laetum</i> (C. Presl) A. R. Sm. & Schwartsb.	H, T	FA	NE				M.C. Brügger (CESJ 23191)	CESJ
<i>Serpocaulon menisciifolium</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	E, R	FA	NE				T.E. Almeida 2877	BHCB
<i>Stenogrammitis wittigiana</i> (Fée & Glaziou) Labiak	E, R	FA	NE				J.P.S. Condack 436	RB
<i>Terpsichore chryseri</i> (Copel) A.R.Sm.	E	FA	LC				F. Gonzatti 3902	HUCS

<i>Zygophlebia longipilosa</i> (C.Chr.) L.E.Bishop	E	FA	LC		CR		F.S. Souza 1006	CESJ
Pteridaceae								
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) J.Sm.	E	FA	NE				V.A.O. Dittrich 1794	CESJ
<i>Radiovittaria gardneriana</i> (Fée) E.H.Crane	E	FA	NE				C.M. Mynssen 813	RB
<i>Radiovittaria stipitata</i> (Kunze) E.H.Crane	E	FA	NE				J.E.Z. Oliveira 397	CESJ
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	E	Am, FA	NE				F.S. Souza 979	CESJ
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	E	Am, FA	NE				S.G. Furtado 136	CESJ
<b>Magnoliídeas</b>								
Piperaceae								
<i>Peperomia acuminata</i> Ruiz & Pav.	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA	NE	VU			L.D. Meireles 1975	UEC
<i>Peperomia alata</i> Ruiz & Pav.	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA	NE				F.E. Alves 197	CESJ
<i>Peperomia arifolia</i> Miq.	E, R, T	Am, Ce, FA	NE				S.J. Silva 882	HEPH
<i>Peperomia augescens</i> Miq.	E, R, T	Ca, Ce, FA	NE				S.A. Roman 33	CESJ
<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth.	E, R, T	Am, Ce, FA	NE				K. Antunes 156	CESJ
<i>Peperomia campinasana</i> C.DC.	E, R	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 73	CESJ
<i>Peperomia castelosensis</i> Yunck.	E	FA	NE	VU			J.E. Leite 3908	NY
<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	E	FA	NE	VU			S.G. Furtado 106	CESJ
<i>Peperomia circinnata</i> Link.	E	Am, Ce, FA	NE				P.S.P. Sampaio 1558	HUSC
<i>Peperomia clivicola</i> Yunck.	E, R	FA	LC	CR		EX	L. Kollmann 7017	MBML
<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardn.	E, R	FA	NE				D. Monteiro 625	CESJ
<i>Peperomia crinicaulis</i> C.DC.	E	Ce, FA	NE	EN			S.G. Furtado 291	CESJ
<i>Peperomia decora</i> Dahlst.	E, R	Ce, FA	NE				L. Krieger (CESJ 8541)	CESJ
<i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst.	E, T	FA	LC			EX	S.G. Furtado 306	CESJ
<i>Peperomia dichotoma</i> Regel	E	FA	NE				J. Mattos 15895	SP
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	E, R, T	Ca, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 303	CESJ
<i>Peperomia glabella</i> (Sw.) A.Dietr.	E	Am, FA	NE				F.E. Alves 146	CESJ
<i>Peperomia glazioui</i> C.DC.	E, R	FA	NE				H.C. Sousa s.n (BHCB 11265)	BHCB
<i>Peperomia hilariana</i> Miq.	E, R, T	FA	NE				L. Menini Neto 814	CESJ
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A.Dietr.	E, R, T	FA	NE				S.G. Furtado 72	CESJ
<i>Peperomia loxensis</i> Kunth	E, T	Ce, FA	LC				D. Sucre 7246	RB

<i>Peperomia mandioccana</i> Miq.	E, R	FA	LC	VU			S.G. Furtado 302	CESJ
<i>Peperomia martiana</i> Miq.	E, R	FA	NE				L. Kollmann 7923	MBML
<i>Peperomia pseudoestrellensis</i> C.DC.	E, T	FA	LC				L. Kollmann 5997	MBML
<i>Peperomia psilostachya</i> C.DC.	E	Am, Ce, FA	LC				P. Fiaschi 498	SPF
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	E, R	Ce, FA	LC			EX	F.E. Alves 37	CESJ
<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) Kunth	E	Am, FA	NE				H. Magalhães (R 86560)	R
<i>Peperomia subretusa</i> Yunck.	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 8664)	SP
<i>Peperomia subrubricaulis</i> C.DC.	E	FA	NE				F.E. Alves 129	CESJ
<i>Peperomia subternifolia</i> Yunck.	E, T	FA	NE				S.G. Furtado 98	CESJ
<i>Peperomia tenella</i> (Sw.) A.Dietr.	E, R	Am, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 455	CESJ
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.	E, R, T	Ca, Ce, FA	NE				L. Krieger (CESJ 16238)	CESJ
<i>Peperomia trineura</i> Miq.	E, R	Ca, Ce, FA	NE				L. Menini Neto 841	CESJ
<i>Peperomia trineuroides</i> Dahlst.	E, R	FA	NE	VU			S.G. Furtado 172	CESJ
<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A.Mey	E, R, T	Am, Ce, FA	NE				J.P.F. Zorzanelli 182	VIES
<i>Peperomia velloziana</i> Miq.	E, R, T	Ca, Ce, FA	LC			EX	L. Krieger (CESJ 23549)	CESJ
<b>Monocotiledôneas</b>								
Amaryllidaceae								
<i>Hippeastrum aulicum</i> (Ker Gawl.) Herb.	E, R, T	FA	NE		VU		P.M.Andrade (BHCB 92378)	BHCB
<i>Hippeastrum calyptratum</i> Herb.	E, T	FA	NE				F.E. Alves 206	CESJ
Araceae								
<i>Anthurium angustifolium</i> Theófilo & Sakur.	E	FA	NE	EN			L.S. Leoni 2137	RB
<i>Anthurium boudetii</i> Nadruz	E, T	FA	NE	EN			L. Temponi 397	SPF
<i>Anthurium comtum</i> Schott	E, T	FA	NE				L. Temponi 400	SPF
<i>Anthurium leonii</i> E.G.Gonç.	E, R	FA	NE		CR		R.C. Forzza 4270	RB
<i>Anthurium longifolium</i> (Hoffmanns.) G.Don	E, R	FA	LC				L.S. Leoni 2332	RB
<i>Anthurium minarum</i> Sakur. & Mayo	E, R, T	Ce, FA	NE				L. Temponi 390	SPF
<i>Anthurium pentaphyllum</i> (Aubl.) G.Don	H	Am, Ce, FA, Pan	NE				D.E.F. Barbosa 520	CESJ
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	E	Am, Ca, Ce, FA, Pan	NE				R.C. Forzza 2663	RB
<i>Anthurium solitarium</i> Schott	E, R	Am, Ce, FA	NE				R.C. Forzza 1828	RB

<i>Heteropsis rigidifolia</i> Engl.	H	FA	NE	VU			Ramos et al. (2019)	-
<i>Monstera adansonii</i> Schott	H	Am, Ca, Ce, FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron acutatum</i> Schott	H, R, T	Am, Ca, Ce, FA	NE				s.c. (BHCB 30957)	BHCB
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	H	FA	NE				R.C. Forzza 3638	RB
<i>Philodendron cordatum</i> Kunth ex Schott	H, R	FA	NE				D.E.F. Barbosa 355	CESJ
<i>Philodendron crassinervium</i> Lindl.	E	FA	NE	EN			Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron edmundoi</i> G.M.Barroso	H, R	FA	NE				M.C. Camelo 43	UNOP
<i>Philodendron hatschbachii</i> Nadruz & Mayo	H	FA	NT				Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron minarum</i> Engl.	H, R	Ce, FA	NE				R.C. Forzza 2653	RB
<i>Philodendron missionum</i> (Hauman) Hauman	H	FA	LC				G.K. Gottsberger 8966	MO
<i>Philodendron oblongum</i> (Vell.) Kunth	H	Am, Ce, FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron ornatum</i> Schott	H	Am, Ca, FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron propinquum</i> Schott	H	FA	NE				L. Temponi 398	SPF
<i>Philodendron roseopetiolatum</i> Nadruz & Mayo	H	FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Philodendron sonderianum</i> Schott	H	FA	NE				L. Krieger (CESJ 23375)	CESJ
<i>Thaumatophyllum bipinnatifidum</i> (Schott ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo	H, T	FA	NE				L. Temponi 410	SPF
Bromeliaceae								
<i>Acanthostachys strobilacea</i> (Schult. & Schult.f.) Klotzsch	E	Ce, FA	NE				L. Kollmann 129	MBML
<i>Aechmea aiuruocensis</i> Leme	E, R, T	FA	NE				S.G. Furtado 259	CESJ
<i>Aechmea azurea</i> L.B.Sm.	E	FA	VU	VU			L. Kollmann 8630	MBML
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	E, R, T	Am, Ca, Ce, FA	LC				E. Leme 1474	HB
<i>Aechmea caudata</i> Lindm.	E, R, T	FA	LC				Ramos et al. (2019)	-
<i>Aechmea coelestis</i> (K.Koch) E.Morren.	E, R, T	FA	NE				F.E. Alves 89	CESJ
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	E, R, T	Ce, FA	LC				S.G. Furtado 234	CESJ
<i>Aechmea lamarchei</i> Mez	E, R, T	FA	NE				D.E.F. Barbosa 216	CESJ
<i>Aechmea lilacinantha</i> Leme	E, T	FA	NE				T.M. Machado 178	BCHB
<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	E, R	Ce, FA	LC				R.F. Monteiro 13	RB
<i>Aechmea organensis</i> Wawra	E, R, T	FA	NE				T.M. Machado 324	BCHB
<i>Aechmea perforata</i> L.B.Sm.	E, T	Ca, FA	NE	EN			L. Kollmann 6450	MBML
<i>Aechmea pineliana</i> (Brongn. ex Planch.) Baker	E, T	FA	NE				L. Menini Neto 1142	CESJ

<i>Aechmea racinae</i> L.B.Sm.	E, R	FA	NE	VU				R.G. Barbosa-Silva 90	RB
<i>Aechmea ramosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	E, R, T	FA	NE					D.R. Couto 2016	VIES
<i>Aechmea squarrosa</i> Baker	E, R	FA	NE	CR				D.R. Couto 2018	VIES
<i>Aechmea vanhoutteana</i> (Van Houtte) Mez	E, R, T	FA	VU		EN			J.M.A. Braga 1347	RB
<i>Billbergia alfonsijoannis</i> Reitz	E	Ce, FA	LC				VU	E. Leme 1475	HB
<i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.	E, R, T	Ca, Ce, FA	NE					T.M. Machado 293	BCHB
<i>Billbergia bradeana</i> L.B.Sm.	E, T	FA	NE	EN				E.Pereira 2236	HB
<i>Billbergia distachia</i> (Vell.) Mez	E, T	Ce, FA	LC					S.G. Furtado 91	CESJ
<i>Billbergia euphemiae</i> E.Morren	E, R, T	FA	NE					M. Nadruz 3450	RB
<i>Billbergia horrida</i> Regel	E, R	FA	NE					D.R. Couto 175	MBML
<i>Billbergia lymanii</i> E.Pereira & Leme	E, R	FA	NT	VU				C.C. Paula 1098	VIC
<i>Billbergia minarum</i> L.B.Sm.	E, T	FA	NT	EN				N.N.F.Silva 86	MBML
<i>Billbergia porteana</i> Brongn. ex Beer	E, R	Ca, Ce, FA	NE	VU				L.S. Leoni 2495	RB
<i>Billbergia vittata</i> Brongn.	E, R	Ce, FA	NE	VU				S.G. Furtado 511	CESJ
<i>Billbergia zebrina</i> (Herb.) Lindl.	E	FA	LC	VU				C.S. Paula (CESJ 66148)	CESJ
<i>Canistropsis albiflora</i> (L.B.Sm.) H.Luther & Leme	E, R, T	FA	NE	VU				L. Kollmann 10592	MBML
<i>Canistropsis billbergioides</i> (Schult.f.) Leme	E, R, T	FA	NE					F.C. Favoreto 49	CESJ
<i>Canistropsis marceloi</i> (E.Pereira & Moutinho) Leme	E, R, T	FA	NE			VU		R.G. Barbosa-Silva 447	RB
<i>Edmundoa lindenii</i> (Regel) Leme	E, R, T	FA	LC					J.M.A. Braga 2410	RB
<i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker	E, R	FA	EN		EN		EN	S.G. Furtado 606	CESJ
<i>Neoregelia brownii</i> Leme	E, R	FA	CR		CR			T.M. Machado 322	BCHB
<i>Neoregelia</i> cf. <i>ruschii</i> Leme & B.R.Silva	E, R	FA	EN					A.K.L. Venda 4	RB
<i>Neoregelia chlorosticta</i> (Baker) L.B.Sm.	E, T	FA	NE		EN			G. Martinelli 3261	RB
<i>Neoregelia diversifolia</i> E.Pereira	E, R	FA	NE					L. Kollmann 7144	MBML
<i>Neoregelia farinosa</i> (Ule) L.B.Sm.	E	FA	NE	VU				T.M. Machado 342	BCHB
<i>Neoregelia fosteriana</i> L.B.Sm.	E	FA	NE			CR		I. Pontual 449	IPA
<i>Neoregelia ibitipocensis</i> (Leme) Leme	E, T	FA	NE		CR			R.C. Forzza 3338	RB
<i>Neoregelia lactea</i> L.B.Sm.	E	FA	NE			CR		H.E. Strang 623	RB
<i>Neoregelia lymaniana</i> R.Braga & Sucre	E, T	FA	NE	EN	EN			E. Leme 1478	HB
<i>Neoregelia macrosepala</i> L.B.Sm.	E	FA	NE					C.N. Fraga 1952	RB
<i>Neoregelia oligantha</i> L.B.Sm.	E	FA	VU		EN			R.F. Monteiro 38	RB

<i>Neoregelia simulans</i> L.B.Sm.	E, R, T	FA	NE		CR			R.C. Forzza 5436	RB
<i>Nidularium antoineanum</i> Wawra	E, R, T	FA	NE	EN	EN			L.S. Leoni 2176	RB
<i>Nidularium bicolor</i> (E. Pereira) Leme	E, T	FA	NE	VU				T.M. Machado 322	BCHB
<i>Nidularium campo-alegrense</i> Leme	E	FA	NE	VU				L. Kollmann 9147	MBML
<i>Nidularium cariacicaense</i> (W.Weber) Leme	E, T	FA	NE					L. Kollmann 10589	MBML
<i>Nidularium ferdinandocoburgii</i> Wawra	E	FA	NE					R.C. Forzza 3182	RB
<i>Nidularium itatiaiae</i> L.B.Sm.	E, R, T	FA	EN			EN	EN	G. Martinelli 10808	RB
<i>Nidularium kautskyanum</i> Leme	E, T	FA	EN	EN				L. Kollmann 8904	MBML
<i>Nidularium longiflorum</i> Ule	E, R, T	FA	NE		VU			J.P.F. Zorzanelli 143	VIES
<i>Nidularium marigoii</i> Leme	E, R, T	FA	NT		VU			S.G. Furtado 228	CESJ
<i>Nidularium procerum</i> Lindm.	E, R, T	FA	NE					R.C. Forzza 5453	RB
<i>Nidularium rutilans</i> E.Morren	E, T	FA	NE					A.C. Brade 15725	RB
<i>Quesnelia augusto-coburgii</i> Wawra	E, R, T	FA	NT		EN			A.C. Brade 14954	RB
<i>Quesnelia kautskyi</i> C.M.Vieira	E, T	FA	VU		VU			S.G. Furtado 341	CESJ
<i>Quesnelia strobilispica</i> Wawra	E, R, T	FA	NE		EN			E. Leme 3560	HB
<i>Racinaea aerisicola</i> (Mez) M.A.Spencer & L.B.Sm.	E	FA	LC					S.G. Furtado 435	CESJ
<i>Tillandsia aeranthos</i> (Loiesel) L.B.Sm.	E, R	FA, Pam	LC					J.P. Braga 140	CESJ
<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	E, R	Ca, Ce, FA, Pam	LC					R.C. Forzza 3094	RB
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	E	Ca, Ce, FA, Pam	LC					L. Krieger (CESJ 8595)	CESJ
<i>Tillandsia globosa</i> Wawra	E	FA	NE					R. Ramaldes 39	MBML
<i>Tillandsia kautskyi</i> E.Pereira	E	FA	VU	VU				A.P. Fontana 576	MBML
<i>Tillandsia mallemonitii</i> Glaz. ex Mez	E	Ca, Ce, FA, Pam	LC					A.E.M. Rosa 213	MBML
<i>Tillandsia pohliana</i> Mez	E, R	Ca, Ce, FA	NE					T.M. Machado 148	BCHB
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	E, R	Am, Ca, Ce, FA	NE				EN	Ramos et al. (2019)	-
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	E, R	Ca, Ce, FA, Pam	NE					S.G. Furtado 222	CESJ
<i>Tillandsia streptocarpa</i> Baker	E, R	Am, Ca, Ce, FA, Pam	LC					L. Menini Neto 1349	CESJ
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	E, R	Ca, Ce, FA, Pam	NE					S.G. Furtado 100	CESJ
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	E, R	Am, Ca, Ce, FA	LC					S.G. Furtado 67	CESJ
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	E	Am, Ca, Ce, FA, Pam	LC					S.G. Furtado 317	CESJ

<i>Vriesea arachnoidea</i> A.F.Costa	E, T	FA	EN		VU			G. Martinelli 15210	RB
<i>Vriesea billbergioides</i> E.Morren ex Mez	E	FA	NE					L.S. Leoni 2760	RB
<i>Vriesea bituminosa</i> Wawra	E, T	FA	LC					S.G. Furtado 250	CESJ
<i>Vriesea breviscapa</i> (E.Pereira & I.A.Penna) Leme	E	FA	DD	VU				A.P. Fontana 381	MBML
<i>Vriesea capixabae</i> Leme	E	FA	NE	VU				J.P.F. Zorzanelli 282	VIES
<i>Vriesea carinata</i> Wawra	E, R	FA	LC					C.C. Paula (VIC 26470)	VIC
<i>Vriesea colnagoi</i> E.Pereira & Penna	E	FA	DD					R.A. Kautsky 700	RB
<i>Vriesea corcovadensis</i> (Britten) Mez	E	FA	LC					A.P. Fontana 7317	MBML
<i>Vriesea delicatula</i> L.B.Sm.	E	FA	VU					L. Kollmann 11502	MBML
<i>Vriesea ensiformis</i> (Vell.) Beer	E	FA	NE					R.C. Forzza 5434	RB
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	E	Ce, FA	LC					E. Leme 1473	HB
<i>Vriesea gigantea</i> Gaudich.	E	FA, Pam	LC					S.G. Furtado 146	CESJ
<i>Vriesea gradata</i> (Baker) Mez	E	FA	NE					F.E. Alves 79	CESJ
<i>Vriesea guttata</i> Linden & André	E	FA	NE					R.F. Monteiro 25	RB
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B.Sm.	E	FA	NE					G. Martinelli 15301	RB
<i>Vriesea hoehneana</i> L.B.Sm.	E	FA	LC		VU			Ramos et al. (2019)	-
<i>Vriesea interrogatoria</i> L.B.Sm.	E	FA	NE					R. Moura 1042	RB
<i>Vriesea itatiaiae</i> Wawra	E, T	FA	NT		VU			D.R. Couto 3821	RB
<i>Vriesea languida</i> L.B.Sm.	E	FA	DD	VU				T.S. Lorencini 237	VIES
<i>Vriesea longicaulis</i> (Baker) Mez	E	Ce, FA	NE					G. Martinelli 15314	RB
<i>Vriesea lubbersii</i> (Baker) Mez	E	FA	LC				EX	F.E. Alves 138	CESJ
<i>Vriesea pabstii</i> McWill. & L.B.Sm.	E	FA	DD	EN				R. Ramaldes 47	MBML
<i>Vriesea paraibica</i> Wawra	E	FA	NE	VU				S.G. Furtado 343	CESJ
<i>Vriesea pardalina</i> Mez	E	Ce, FA	LC	EN			EX	T.M. Machado 205	BCHB
<i>Vriesea penduliflora</i> L.B.Sm.	E	FA	EN		VU			E. Leme 1476	HB
<i>Vriesea pereirae</i> L.B.Sm.	E	FA	DD	VU				E. Pereira 2235	HB
<i>Vriesea procera</i> L.B.Sm.	E, R	Ca, Ce, FA	LC					K. Antunes 157	CESJ
<i>Vriesea racinae</i> L.B.Sm.	E	FA	EN	VU	VU			L.S. Leoni 2357	RB
<i>Vriesea rodigasiana</i> E.Morren	E	FA	LC					Ramos et al. (2019)	-
<i>Vriesea ruschii</i> L.B.Sm.	E, T	FA	NE					L.S. Leoni 1968	RB
<i>Vriesea sazimae</i> Leme	E, T	FA	VU				VU	M. Sazima 32328	UEC

<i>Vriesea scalaris</i> E.Morren	E	FA	LC				F.C. Favoreto 139	CESJ
<i>Vriesea sceptrum</i> Mez	E	Ce, FA	NT				L. Menini Neto 792	CESJ
<i>Vriesea simplex</i> (Vell.) Beer	E	FA	NE				L.Kollmann 3593	MBML
<i>Vriesea tijuicana</i> E.Pereira	E	FA	NE	EN			R.R. Vervloet 2654	MBML
<i>Vriesea vagans</i> (L.B.Sm.) L.B.Sm.	E	FA	NE				J.H.C. Ribeiro 224	CESJ
<i>Vriesea vellozicola</i> Leme & J.A.Siqueira	E	FA	NE				R.F. Monteiro 313	MBML
<i>Wittrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme	E, R	FA	NE				M. Rezende 152	CESJ
<i>Wittrockia gigantea</i> (Baker) Leme	E, R, T	FA	NE			VU	G. Martinelli 15313	RB
Orchidaceae								
<i>Acianthera atropurpurea</i> (Barb.Rodr.) Chiron & van den Berg	E	Ce, FA	NE				A.C. Brade 20590	RB
<i>Acianthera auriculata</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	LC				J.P.F. Zorzaneli 231	VIES
<i>Acianthera bidentula</i> (Barb.Rodr.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				D.R. Couto 52	MBML
<i>Acianthera brachiloba</i> (Hoehne) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 8979)	SP
<i>Acianthera bragae</i> (Ruschi) F.Barros	E	FA	LC	VU			A.P. Fontana 696	MBML
<i>Acianthera capillaris</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				L. Kollmann 9059	MBML
<i>Acianthera crepiniana</i> (Cogn.) Chiron & V.P.Castro	E	Ce, FA	NE				G.A. Lindberg 516	SP
<i>Acianthera crinita</i> (Barb.Rodr.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	LC	VU			A.C. Brade 19793	RB
<i>Acianthera cryptophoranthoides</i> (Loefgr.) F.Barros	E	Ce, FA	NE		EN		L. Menini Neto 176	CESJ
<i>Acianthera glumacea</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	LC	VU			C.N. Fraga 2355	RB
<i>Acianthera heliconiscapa</i> (Hoehne) F.Barros	E	FA	NE				H.C. Sousa (BHCB 9833)	BHCB
<i>Acianthera hygrophila</i> (Barb.Rodr.) M.W.Chase	E	FA	NE				D.E.F. Barbosa 242	CESJ
<i>Acianthera jordanensis</i> (Brade) F.Barros	E	FA	NE				S.G. Furtado 274	CESJ
<i>Acianthera luteola</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				L. Menini Neto 158	CESJ
<i>Acianthera malachantha</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE		VU		L. Menini Neto 90	CESJ
<i>Acianthera mantiquyrana</i> (Barb.Rodr.) V.T.Rodrigues & F.Barros	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 8670)	SP
<i>Acianthera muscosa</i> (Barb.Rodr.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 14590)	SP
<i>Acianthera nemorosa</i> (Barb.Rodr.) F.Barros	E	Ce, FA	NE				A.F. Regnell 1669	S
<i>Acianthera octophrys</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				L. Krieger FNPC 125	CESJ
<i>Acianthera parva</i> (Rolfe) F.Barros & L.Guimarães	E	Ce, FA	NE				G.F.J. Pabst 319	HB
<i>Acianthera recurva</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				L. Menini Neto 236	CESJ



<i>Acianthera rostellata</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE				S.G. Furtado 161	CESJ
<i>Acianthera saundersiana</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	E	Ce, FA	NE				L. Menini Neto 37	CESJ
<i>Acianthera saurocephala</i> (Lodd.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	LC				D.E.F. Barbosa 218	CESJ
<i>Acianthera serpentula</i> (Barb.Rodr.) F.Barros	E	FA	NE				J.P.F. Zorzaneli 239	VIES
<i>Acianthera sonderiana</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				F.F.V.A. Barberena 173	RB
<i>Acianthera tricarinata</i> (Poepp. & Endl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	LC				L. Menini Neto 118	CESJ
<i>Anathallis adenochila</i> (Loefgr.) F.Barros	E	FA	LC				S.G. Furtado 119	CESJ
<i>Anathallis bocainensis</i> (Porto & Brade) F.Barros & Barberena	E	FA	NE				S.G. Furtado 68	CESJ
<i>Anathallis corticicola</i> (Schltr. ex Hoehne) Prigeon & M.W.Chase	E	FA	NE				S.G. Furtado 251	CESJ
<i>Anathallis dryadum</i> (Schltr.) F.Barros	E	FA	NE				L. Lanstyack (RB 28830)	RB
<i>Anathallis gehrtii</i> (Hoehne & Schltr.) F.Barros	E	FA	VU	VU		VU	F.E. Alves 204	CESJ
<i>Anathallis jordanensis</i> (Hoehne) F.Barros	E	FA	NE				G.F.J. Pabst 317	HB
<i>Anathallis linearifolia</i> (Cogn.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE	VU			S.G. Furtado 163	CESJ
<i>Anathallis liparanges</i> (Rchb.f.) Luer	E	Ce, FA	NE	VU	CR		L. Menini Neto 177	CESJ
<i>Anathallis microgemma</i> (Schltr. ex Hoehne) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				A.P. Fontana 600	MBML
<i>Anathallis obovata</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E, R	FA	NE				L.L. Giacomini 1400	BHCB
<i>Anathallis petropolitana</i> (Hoehne) F.Barros & Barberena	E	FA	NE				J.E. Leite (NY 1032287)	NY
<i>Anathallis piratiningana</i> (Hoehne) F.Barros	E	FA	NE	VU			P.C. Porto 2890	RB
<i>Anathallis puttemansii</i> (Hoehne) F.Barros	E	FA	NE				A. Puttemanns CGG 3708	CGG
<i>Anathallis radialis</i> (Porto & Brade) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NT	VU			S.G. Furtado 253	CESJ
<i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E, R	Ca, Ce, FA	NE	VU			S.G. Furtado 87	CESJ
<i>Anathallis sclerophylla</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	E	Am, Ca, Ce, FA	NE				L. Menini Neto 980	CESJ
<i>Anathallis simpliciglossa</i> (Loefgr.) Pridgeon & M.W.Chase	E	FA	NE				P.C. Porto 290	RB
<i>Barbosella spiritu-sanctensis</i> (Pabst) F.Barros & Toscano	E	FA	NE	VU			D.R. Couto 137	MBML
<i>Bifrenaria aureofulva</i> Lindl.	E, R	Ca, Ce, FA	LC	EN			R.C. Forzza 88	CESJ
<i>Bifrenaria clavigera</i> Rchb.f.	E	FA	NE	VU			A.P. Fontana 621	MBML
<i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f.	E, R	FA	LC				P.I.S. Braga 1938	RB
<i>Bifrenaria leucorrhoda</i> Rchb.f.	E	FA	LC	VU			L. Kollmann 7610	MBML
<i>Bifrenaria stefanae</i> V.P.Castro	E, R	FA	NE				S.G. Furtado 124	CESJ
<i>Bifrenaria tetragona</i> (Lindl.) Schltr.	E, R	FA	LC	VU			D.R. Couto 57	MBML

<i>Bifrenaria vitellina</i> (Lindl.) Lindl.	E	FA	NE		EN		L. Menini Neto 35	CESJ
<i>Brasiliorchis barbosa</i> (Loefgr.) R.B.Singer et al.	E, R	FA	NE				F.F.V.A. Barberena 216	RB
<i>Brasiliorchis consanguinea</i> (Klotzsch) R.B.Singer et al.	E, R	FA	NT	VU			L.S. Leoni 2064	RB
<i>Brasiliorchis gracilis</i> (Lodd.) R.B.Singer et al.	E, R, T	FA	NE				L.C.S. Assis 1080	SPF
<i>Brasiliorchis marginata</i> (Lindl.) R.B.Singer et al.	E, R	FA	NE				P.C. Porto 46	RB
<i>Brasiliorchis monantha</i> (Barb.Rodr.) Campacci	E	FA	NE				F.Pinheiro 280	SP
<i>Brasiliorchis phoenicanthera</i> (Barb.Rodr.) R.B.Singer et al.	E	FA	LC	VU			H.C. Sousa s.n (BHCB 14760)	BHCB
<i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R.B.Singer et al.	E, R	Ce, FA	NE	VU			S.G. Furtado 174	CESJ
<i>Brasiliorchis porphyrostele</i> (Rchb.f.) R.B.Singer et al.	E	FA	NE				W. Emmerich (R 170074)	R
<i>Brasiliorchis ubatubana</i> (Hoehne) R.B.Singer et al.	E	FA	NE				P.C. Porto 46	RB
<i>Bulbophyllum atropurpureum</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE	VU			F.F.V.A. Barberena 133	RB
<i>Bulbophyllum campos-portoi</i> Brade	E, R	FA	LC	EN			P.C. Porto 1136	RB
<i>Bulbophyllum cantagallense</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	E	FA	LC	EN			L.S. Leoni 1810	RB
<i>Bulbophyllum exaltatum</i> Lindl.	E, R	Am, Ca, Ce, FA	LC				D. Sucre 6839	RB
<i>Bulbophyllum glutinosum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	E	FA	NE	VU			L. Menini Neto 125	CESJ
<i>Bulbophyllum granulosum</i> Barb.Rodr.	E	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 207	CESJ
<i>Bulbophyllum micropetaliforme</i> J.E.Leite	E, R	FA	NE	VU			L. Menini Neto 152	CESJ
<i>Bulbophyllum napellii</i> Lindl.	E	Ce, FA	NE				A.C. Brade 15078	RB
<i>Bulbophyllum regnellii</i> Rchb.f.	E	Ce, FA	NE				S.G.Furtado 242	CESJ
<i>Campylocentrum calostachyum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	E	FA	NE				A.C. Brade 17235	RB
<i>Campylocentrum crassirhizum</i> Hoehne	E	Ca, Ce, FA	LC				F.E. Alves 16	CESJ
<i>Campylocentrum itatiaiae</i> E.Pessoa & M.Alves	E	FA	NE				L. Lanstyack (RB 35115)	RB
<i>Campylocentrum neglectum</i> (Rchb.f. & Warm.) Cogn.	E	Ca, Ce, FA	LC				L. Menini Neto 28	CESJ
<i>Campylocentrum ornithorrhynchum</i> (Lindl.) Rolfe	E	FA	NE				L. Kollmann 6885	MBML
<i>Campylocentrum parahybunense</i> (Barb.Rodr.) Rolfe	E	FA	LC	VU			E. Lagasa 177	MBML
<i>Campylocentrum pauloense</i> Hoehne & Schltr.	E	FA	NE	EN			N.L. Abreu 42	CESJ
<i>Campylocentrum robustum</i> Cogn.	E	Ce, FA	NE				D.E.F. Barbosa 177	CESJ
<i>Campylocentrum sellowii</i> (Rchb.f.) Rolfe	E	Ce, FA	NE	EN			Ramos et al. (2019)	-
<i>Campylocentrum spannagelii</i> Hoehne	E	FA	NE				L. Lanstyack 397	RB
<i>Capanemia adelaidae</i> Brade	E	FA	LC				S.G. Furtado 53	CESJ

<i>Capanemia gehrtii</i> Hoehne	E	Ce, FA	LC	VU			D.E.F. Barbosa 187	CESJ
<i>Capanemia therezeae</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE	EN			F.E. Alves 13	CESJ
<i>Cattleya bicolor</i> Lindl.	E	Ce, FA	NT	CR	VU		L. Menini Neto 178	CESJ
<i>Cattleya cernua</i> (Lindl.) Van Den Berg	E	Ca, Ce, FA	NE	VU			E.R. Sattelamyer 39	HUSC
<i>Cattleya coccinea</i> Lindl.	E, R	FA	NE	CR	EN		S.G. Furtado 79	CESJ
<i>Cattleya loddigesii</i> Lindl.	E	Ce, FA	NE		EN		s.c. (CESJ 27534)	CESJ
<i>Cattleya mantiqueirae</i> (Fowlie) Van Den Berg	E	FA	NE				S.G. Furtado 80	CESJ
<i>Cattleya praestans</i> (Rchb.f.) Van den Berg	E	FA	NE	CR			A.P. Fontana 583	MBML
<i>Cattleya pygmaea</i> (Pabst) Van den Berg	E	FA	NE	EN			S.G. Furtado 208	CESJ
<i>Cattleya schilleriana</i> Rchb.f.	E	FA	EN	CR			A.P. Fontana 627	MBML
<i>Cattleya virens</i> (Lindl.) Van den Berg	E	FA	NE	EN	CR		L. Menini Neto 1105	CESJ
<i>Centroglossa castellensis</i> Brade	E	FA	CR				A.P. Fontana 577	MBML
<i>Centroglossa macroceras</i> Rchb.f.	E	FA	LC	VU			R.C. Forzza 54	CESJ
<i>Centroglossa tripollinica</i> (Barb.Rodr.) Barb.Rodr.	E	FA	LC				L.S. Leoni 804	RB
<i>Christensonella neowiedii</i> (Rchb.f.) S.Koehler	E	FA	NE				L. Menini Neto 1108	CESJ
<i>Christensonella paranaensis</i> (Barb.Rodr.) S.Koehler	E, R	FA	NE	VU			S.G. Furtado 36	CESJ
<i>Christensonella pumila</i> (Hook.) Szlach. et al.	E	Am, FA	LC				P.H. Pereira 16	RB
<i>Christensonella subulata</i> (Lindl.) Szlach. et al.	E, R	Ce, FA	NE				L. Menini Neto 48	CESJ
<i>Cirrhaea nasuta</i> Brade	E	FA	NE	EN			A.P. Fontana 452	MBML
<i>Cirrhaea seidelii</i> Pabst	E	FA	NE	EN			A.P. Fontana 407	MBML
<i>Dichaea cogniauxiana</i> Schltr.	E, R	Am, Ce, FA	NE	VU			L. Menini Neto 142	CESJ
<i>Dichaea pendula</i> (Aubl.) Cogn.	E, R	Am, FA	NE				S.G. Furtado 638	CESJ
<i>Dryadella auriculigera</i> (Rchb.f.) Luer	E	FA	CR			EX	M. Kuhllmann (SP 40051)	SP
<i>Dryadella aviceps</i> (Rchb.f.) Luer	E	FA	NE	VU			F. Rosa (HUSC 11485)	HUSC
<i>Dryadella edwallii</i> (Cogn.) Luer	E	FA	NE				S.G. Furtado 428	CESJ
<i>Dryadella lilliputiana</i> (Cogn.) Luer	E	FA	VU			VU	S.G. Furtado 141	CESJ
<i>Dryadella zebrina</i> (Porsch) Luer	E	FA	NE				N. Santos 5769	R
<i>Elleanthus brasiliensis</i> (Lindl.) Rchb.f.	E, R, T	FA	NE				L. Menini Neto 126	CESJ
<i>Elleanthus linifolius</i> C.Presl	E, R	Am, FA	LC				A.C. Brade 17302	RB
<i>Encyclia bracteata</i> Schltr. ex Hoehne	E	FA	NE	VU			A.P. Fontana 522	MBML
<i>Encyclia bragancae</i> Ruschi	E	FA	EN	VU	CR		A.F. Marins 3777	MBML

<i>Encyclia patens</i> Hook.	E	Ce, FA	NE				S.G. Furtado 275	CESJ
<i>Epidendrum anceps</i> Jacq.	E	Am, Ce, FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	E	FA	NE				L. Menini Neto 175	CESJ
<i>Epidendrum avicula</i> Lindl.	E	Ce, FA	NE				M.C. Brügger (CESJ 24693)	CESJ
<i>Epidendrum caldense</i> Barb.Rodr.	E	FA	LC	CR			D.R. Gonzaga 678	RB
<i>Epidendrum chlorinum</i> Barb.Rodr.	E	Ce, FA	LC	EN			S.G. Furtado 214	CESJ
<i>Epidendrum cooperianum</i> Bateman	E	FA	NE	VU			T.E.C. Meneguzzo 1177	RB
<i>Epidendrum coronatum</i> Ruiz & Pav.	E	Am, Ce, FA	LC	EN			L.L. Giacomini 1393	BHCB
<i>Epidendrum densiflorum</i> Hook.	E, R	Am, Ce, FA	NE				S.G. Furtado 349	CESJ
<i>Epidendrum filicaule</i> Lindl.	E	FA	LC			VU	L. Menini Neto 1350	CESJ
<i>Epidendrum latilabrum</i> Lindl.	E	FA	NE				F.E. Alves 23	CESJ
<i>Epidendrum mantiqueiranum</i> Porto & Brade	E	FA	NE				S.G. Furtado 85	CESJ
<i>Epidendrum minarum</i> Hoehne & Schltr.	E	Ce, FA	NE				P.E. Leite (FCAB 2048)	FCAB
<i>Epidendrum parahybunense</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE	VU			F.E. Alves 176	CESJ
<i>Epidendrum paranaense</i> Barb.Rodr.	E	Ce, FA	LC	EN			L. Menini Neto 131	CESJ
<i>Epidendrum patentifolium</i> Fraga, A.P.Fontana & L.Kollmann	E	FA	NE	EN			A.P. Fontana 601	MBML
<i>Epidendrum proligerum</i> Barb.Rodr.	E	FA	LC		EN		S.G. Furtado 297	CESJ
<i>Epidendrum pseudodiforme</i> Hoehne & Schltr.	E	FA	NE				L. Menini Neto 97	CESJ
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	E, R	Am, Ce, FA	NE				R.C. Forzza 16	CESJ
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.	E, R	Am, Ca, Ce, FA	NE				L. Menini Neto 71	CESJ
<i>Epidendrum saxatile</i> Lindl.	E	Ce, FA	LC			EX	L. Lanstyack 143	RB
<i>Epidendrum tridactylum</i> Lindl.	E	FA	LC	VU			P.C. Porto (RB 8208)	RB
<i>Eurystyles actinosophila</i> (Barb.Rodr.) Schltr.	E	FA	NE				S.G. Furtado 326	CESJ
<i>Eurystyles cogniauxii</i> (Kraenzl.) Pabst	E	FA	NE				L. Menini Neto 776	CESJ
<i>Eurystyles cotyledon</i> Wawra	E	FA	NE	EN			F.E. Alves 21	CESJ
<i>Eurystyles lobata</i> Chiron & V.P.Castro	E	FA	NE				G.R. Chiron 5367	SP
<i>Gomesa cogniauxiana</i> (Schltr.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE				S.G. Furtado 203	CESJ
<i>Gomesa concolor</i> (Hook.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE		CR	EN	F.F.V.A. Barberena 50	RB
<i>Gomesa cuneata</i> (Scheidw.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE			VU	L. Menini Neto 95	CESJ
<i>Gomesa curta</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE				G. Heringer 463	BHCB

<i>Gomesa damaceno</i> (Chiron & V.P.Castro) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	VU				M.V.S. Berger 10	MBML
<i>Gomesa flexuosa</i> (Lodd.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE					C.N. Matozinhos 81	CESJ
<i>Gomesa forbesii</i> (Hook.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE					L. Menini Neto 776	CESJ
<i>Gomesa gardneri</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	VU				S.G. Furtado 215	CESJ
<i>Gomesa glaziovii</i> Cogn.	E	FA	LC	VU				L. Menini Neto 76	CESJ
<i>Gomesa gomezoides</i> (Barb.Rodr.) Pabst	E	FA	LC	VU				S.G. Furtado 210	CESJ
<i>Gomesa imperatoris-maximiliani</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	EN	EN			J.P.F. Zorzanelli 212	VIES
<i>Gomesa jucunda</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE				VU	S.G. Furtado 407	CESJ
<i>Gomesa laxiflora</i> (Lindl.) Klotzsch ex Rchb.f.	E	FA	NE					A.C. Brade 17215	RB
<i>Gomesa lietzei</i> (Regel) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 397	CESJ
<i>Gomesa longicornu</i> (Mutel) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					S.G. Furtado 162	CESJ
<i>Gomesa novaesae</i> (Ruschi) Fraga & A.P.Fontana	E	FA	NE	CR				L. Kollmann 7762	MBML
<i>Gomesa pectoralis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE				CR	Ramos et al. (2019)	-
<i>Gomesa praetexta</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	EN	CR		VU	L. Menini Neto 112	CESJ
<i>Gomesa ranifera</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					S.G. Furtado 241	CESJ
<i>Gomesa recurva</i> R.Br.	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 154	CESJ
<i>Gomesa uniflora</i> (Booth ex Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 163	CESJ
<i>Gomesa varicosa</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					M. Rezende 32	CESJ
<i>Gomesa welteri</i> (Pabst) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	VU			VU	L. Lanstyack (RB 35120)	RB
<i>Gomesa widgrenii</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					A.C. Brade 17296	RB
<i>Gomesa uhlii</i> (Chiron & V.P.Castro) M.W.Chase & N.H.Williams	E	FA	NE	DD				S.G. Furtado XX	CESJ
<i>Grandiphyllum auricula</i> (Vell.) Docha Neto	E	Ce, FA	NE					M. Nadruz 3449	RB
<i>Grandiphyllum divaricatum</i> (Lindl.) Docha Neto	E	FA	VU				VU	S.G. Furtado 220	CESJ
<i>Grobya amherstiae</i> Lindl.	E	Ce, FA	NE					S.G. Furtado 255	CESJ
<i>Grobya galeata</i> Lindl.	E	FA	NE					P.C. Porto 1912	RB
<i>Hapalorchis lineatus</i> (Lindl.) Schltr.	E, T	FA	LC					S.G. Furtado 252	CESJ
<i>Hapalorchis micranthus</i> (Barb.Rodr.) Hoehne	E, T	FA	NE					S.G. Furtado 69	CESJ
<i>Heterotaxis brasiliensis</i> (Brieger & Illg) F.Barros	E, R	Am, FA	NE					L. Menini Neto 88	CESJ
<i>Isabelia violacea</i> (Lindl.) van den Berg & M.W.Chase	E, R	Ce, FA	LC	EN				S.G. Furtado 282	CESJ

<i>Isabelia virginalis</i> Barb.Rodr.	E, R	FA	VU				VU	L. Menini Neto 47	CESJ
<i>Isochilus brasiliensis</i> Schltr.	E	Ca, Ce, FA	NE					L. Menini Neto 44	CESJ
<i>Jacquiniella globosa</i> (Jacq.) Schltr.	E, R	Am, FA	LC	VU	CR			A.P. Fontana 487	MBML
<i>Lankesterella ceracifolia</i> Ames	E	FA	LC	VU				P.L. Viana 1903	CESJ
<i>Lankesterella gnoma</i> (Kraenzl.) Hoehne	E	FA	NE					S.G. Furtado 169	CESJ
<i>Lepanthopsis floripecten</i> (Rchb.f.) Ames	E	FA	LC				VU	A.P. Fontana 564	MBML
<i>Loefgrenianthus blanche-amesii</i> (Loefgr.) Hoehne	E	FA	NE		CR			S.G. Furtado 176	CESJ
<i>Masdevallia infracta</i> Lindl.	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 173	CESJ
<i>Maxillaria bradei</i> Schltr. ex Hoehne	E	FA	NE					F.E. Alves 182	CESJ
<i>Maxillaria leucaimata</i> Barb.Rodr.	E, R	Am, FA	NE	VU				P.C. Porto 1660	RB
<i>Maxillaria lindleyana</i> Schltr.	E	FA	NE					L.S. Leoni 2231	RB
<i>Maxillaria ochroleuca</i> Lodd. ex Lindl.	E, R	Am, Ce, FA	NE					L. Menini Neto 87	CESJ
<i>Maxillariella robusta</i> (Barb.Rodr.) M.A.Blanco & Carnevali	E	Am, FA	LC	EN				P.C. Porto (RB 8190)	RB
<i>Miltonia candida</i> Lindl.	E	FA	NE	EN	CR			D.R. Couto 102	MBML
<i>Miltonia clowesii</i> Lindl.	E	FA	NT				EX	M.V.S. Berger 104	MBML
<i>Miltonia cuneata</i> Lindl.	E	FA	NE	CR				L. Kollmann 7028	MBML
<i>Mormolyca rufescens</i> (Lindl.) M.A.Blanco	E	Am, FA	NE					L. Kollmann 3132	MBML
<i>Myoxanthus lonchophyllus</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	Am, Ce, FA	NE					F. Barros (SP 401885)	SP
<i>Myoxanthus punctatus</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE					P.C. Porto (RB 28813)	RB
<i>Myoxanthus ruschii</i> Fraga & L.Kollmann	E	FA	CR	VU				A.P. Fontana 459	MBML
<i>Neogardneria murrayana</i> (Gardner ex Hook.) Schltr. ex Garay	E	FA	EN				EN	W.D. Ramos 968	RB
<i>Nitidobulbon nasutum</i> (Rchb.f.) Ojeda & Carnevali	E	Am, FA	NE	EN				A.P. Fontana 471	MBML
<i>Notylia hemitricha</i> Barb.Rodr.	E	Ce, FA	NE					A.P. Fontana 530	MBML
<i>Notylia longispicata</i> Hoehne & Schltr.	E	FA	NE					T.M. Machado 151	BCHB
<i>Octomeria anceps</i> Porto & Brade	E	FA	NE					A.C. Brade (RB 28536)	RB
<i>Octomeria campos-portoi</i> Schltr.	E	FA	NE					J.A.N. Batista 2582	BHCB
<i>Octomeria chamaeleptotes</i> Rchb.f.	E	FA	VU	VU				F.F.V.A. Barberena 172	RB
<i>Octomeria concolor</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					L. Lanstyack (RB 261387)	RB
<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.	E, R	Am, Ce, FA	NE					S.G. Furtado 35	CESJ
<i>Octomeria cucullata</i> Porto & Brade	E	FA	NE					A.C. Brade 15683	RB
<i>Octomeria decumbens</i> Cogn.	E	FA	DD					A.C. Brade (RB 261272)	RB

<i>Octomeria diaphana</i> Lindl.	E	FA	LC					L. Menini Neto 111	CESJ
<i>Octomeria exclorophyllata</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					P.C. Porto (RB 8192)	RB
<i>Octomeria geraensis</i> Barb.Rodr.	E	FA	VU	VU			EX	S.G. Furtado 277	CESJ
<i>Octomeria gracilis</i> Lodd. ex Lindl.	E	FA	NE	VU				S. Xavier 332	SPSF
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.	E	Am, Ce, FA	NE					S.G. Furtado 300	CESJ
<i>Octomeria hatschbachii</i> Schltr.	E	Ca, FA	VU				EX	F.F.V.A. Barberena 174	RB
<i>Octomeria itatiaiae</i> Brade & Pabst	E	FA	NE				DD	A.C. Brade 15684	RB
<i>Octomeria juncifolia</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					P.C. Porto (RB 8269)	RB
<i>Octomeria leptophylla</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE				EX*	A. Docha Neto (CESJ 52171)	CESJ
<i>Octomeria lichenicola</i> Barb.Rodr.	E	FA	EN					S.G. Furtado 690	CESJ
<i>Octomeria linearifolia</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					V.L. Gil (SP 366383)	SP
<i>Octomeria ochroleuca</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					S.G. Furtado 25	CESJ
<i>Octomeria palmyrabellae</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE	VU			VU	P. Occhioni (RB 16474)	RB
<i>Octomeria praestans</i> Barb.Rodr.	E	FA	NT				EX	L. Kollmann 32	MBML
<i>Octomeria pusilla</i> Lindl.	E	FA	NE	VU				W. Emmerich (R 170076)	R
<i>Octomeria rotundiglossa</i> Hoehne	E	FA	LC	VU				A.P. Fontana 496	MBML
<i>Octomeria rubrifolia</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					L. Menini Neto 40	CESJ
<i>Octomeria tricolor</i> Rchb.f.	E	FA	NE					L. Kollmann 6884	MBML
<i>Octomeria truncicola</i> Barb.Rodr.	E	FA	VU	VU			VU	G.F.J. Pabst 306	HB
<i>Octomeria wawrae</i> Rchb.f.	E	FA	EN				EX	S.G. Furtado 92	CESJ
<i>Ornithidium pendulum</i> (Poepp. & Endl.) Cogn.	E	FA	NE					L.S. Leoni 2026	RB
<i>Ornithidium rigidum</i> (Barb.Rodr.) M.A.Blanco & Ojeda	E, R	Am, FA	NE					D.R. Couto 1066	MBML
<i>Pabstia jugosa</i> (Lindl.) Garay	E	FA	EN	VU	CR		EN	A.L. Santiago 8	CESJ
<i>Pabstiella bradei</i> (Schltr.) Luer	E	FA	NE					T.E. Almeida 2908	BHCB
<i>Pabstiella calcarata</i> (Cogn.) Luer	E	FA	NE				VU	F. Pinheiro 157	SP
<i>Pabstiella campestris</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE					Rodrigues (1877)	-
<i>Pabstiella cordilabia</i> (Pabst) Luer	E	FA	NE					L. Kollmann 8984	MBML
<i>Pabstiella curti-bradei</i> (Pabst) Luer	E	FA	NE	VU			VU	L. Kollmann 6675	MBML
<i>Pabstiella fusca</i> (Lindl.) Chiron & Xim.Bols.	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 1349	CESJ
<i>Pabstiella hians</i> (Lindl.) Luer	E	FA	NE					A.P. Fontana 714	MBML

<i>Pabstiella mentigera</i> (Kraenzl.) L.Kollmann	E	FA	NE				F.E. Alves 183	CESJ
<i>Pabstiella miragliae</i> (L.E.Leite) Luer	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 8675)	SP
<i>Pabstiella nymphalis</i> Luer & Toscano	E	FA	NE	EN			A.P. Fontana 489	MBML
<i>Pabstiella pelfifeloidis</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE				L.S. Leoni 2498	RB
<i>Pabstiella pleurothalloides</i> (Cogn.) Luer	E	FA	NE				S.G. Furtado 1	CESJ
<i>Pabstiella pterophora</i> (Cogn.) Chiron	E	FA	NE	VU			S.G. Furtado 226	CESJ
<i>Pabstiella punctatifolia</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE				A.P. Fontana 505	MBML
<i>Pabstiella quadridentata</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE				G. Edwall 6019	S
<i>Pabstiella seriata</i> (Lindl.) Luer & Toscano	E	FA	NE				H.Q.B. Fernandes (MBML 13421)	MBML
<i>Pabstiella sordida</i> (Kraenzl.) Luer	E	Ce, FA	NE				E. Fromm-Trinta 3324	R
<i>Pabstiella transparens</i> (Schltr.) Luer	E	FA	NE				G.F.J. Pabst (RB 322811)	RB
<i>Pabstiella trifida</i> (Lindl.) Luer	E	FA	NE				C.N. Fraga 2370	RB
<i>Pabstiella uniflora</i> (Lindl.) Luer	E	Am, FA	NE	VU			L. Menini Neto 1068	CESJ
<i>Pabstiella wacketii</i> (Handro & Pabst) Luer	E	FA	NE				F.C. Hoehne (SP 14596)	SP
<i>Phymatidium aquinoi</i> Schltr.	E	FA	LC	VU			A.T. Brito 190	RB
<i>Phymatidium delicatulum</i> Lindl.	E	FA	NE				s.c. (RB 88231)	RB
<i>Phymatidium falcifolium</i> Lindl.	E	FA	LC	VU			S.G. Furtado 327	CESJ
<i>Phymatidium geiselii</i> Ruschi	E	FA	EN	CR			S.G. Furtado 401	CESJ
<i>Phymatidium hysternanthum</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE				A.C. Brade 14001	RB
<i>Phymatidium mellobarretoii</i> L.O.Williams	E	FA	NE				S.G. Furtado 267	CESJ
<i>Platystele oxyglossa</i> (Schltr.) Garay	E	FA	NE	VU			L.S. Leoni 7016	RB
<i>Polystachya caracasana</i> Rchb.f.	E	Am, Ca, FA	NE				L. Menini Neto 1348	CESJ
<i>Polystachya paulensis</i> Rchb.f.	E	FA	NE	VU	VU		L. Menini Neto 91	CESJ
<i>Prescottia lancifolia</i> Lindl.	E	FA	NE				W.D. Barros 757	RB
<i>Promenaea guttata</i> (Rchb.f.) Rchb.f.	E, R	FA	NE	VU			A.P. Fontana 449	MBML
<i>Promenaea xanthina</i> (Lindl.) Lindl.	E, R	FA	NE				L. Menini Neto 130	CESJ
<i>Prosthechea allemanoides</i> (Hoehne) W.E.Higgins	E, R	FA	NE				L. Menini Neto 26	CESJ
<i>Prosthechea bulbosa</i> (Vell.) W.E.Higgins	E	Ca, FA	NE				L.S. Leoni 274	RB
<i>Prosthechea calamaria</i> (Lindl.) W.E.Higgins	E	Ce, FA	NE				L. Menini Neto 180	CESJ
<i>Prosthechea fragrans</i> (Sw.) W.E.Higgins	E	Am, FA	NE				A.P. Fontana 2752	MBML



<i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron & V.P.Castro	E	Ce, FA	NE					L. Menini Neto 36	CESJ
<i>Prosthechea pygmaea</i> (Hook.) W.E.Higgins	E	Am, FA	NE					L. Menini Neto 976	CESJ
<i>Prosthechea vespa</i> (Vell.) W.E.Higgins	E, R	Am, Ce, FA	NE					A.M. Assis 4608	BHCB
<i>Rhetinantha notylioglossa</i> (Rchb.f.) M.A.Blanco	E	Am, FA	NE					S.G. Furtado 243	CESJ
<i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.	E, R	Am, Ca, FA	NE					L. Menini Neto 52	CESJ
<i>Scuticaria hadwenii</i> (Lindl.) Planch.	E	FA	NE	VU	EN			R.C. Forzza 15	CEJS
<i>Specklinia grobyi</i> (Bateman ex Lindl.) F.Barros	E	Am, Ca, FA	NE					S.G. Furtado 117	CESJ
<i>Specklinia marginalis</i> (Rchb.f.) F.Barros	E	Am, FA	NE					L. Menini Neto 162	CESJ
<i>Stelis aprica</i> Lindl.	E	Ca, Ce, FA	NE					L. Menini Neto 127	CESJ
<i>Stelis argentata</i> Lindl.	E	Am, FA	NE					L. Krieger FNPC 608	CESJ
<i>Stelis caespitosa</i> Lindl.	E	FA	NE					L. Menini Neto 25	CESJ
<i>Stelis fraterna</i> Lindl.	E	FA	NE					F.C. Hoehne (SP 14599)	SP
<i>Stelis intermedia</i> Poepp. & Endl.	E	FA	NE					L. Menini Neto 1059	CESJ
<i>Stelis megantha</i> Barb.Rodr.	E	FA	NE					L. Menini Neto 148	CESJ
<i>Stelis papaquerensis</i> Rchb.f.	E	Am, FA	NE					S.G. Furtado 186	CESJ
<i>Stelis ruprechtiana</i> Rchb.f.	E	FA	NE					G.F.J. Pabst 315	HB
<i>Thysanoglossa jordanensis</i> Porto & Brade	E	FA	EN				EN	P.C. Porto (RB 280427)	RB
<i>Thysanoglossa organensis</i> Brade	E	FA	NE					L. Menini Neto 89	CESJ
<i>Trichocentrum pumilum</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	E	Ce, FA	NE					F.R.G. Salimena 2765	CESJ
<i>Trichosalpinx montana</i> (Barb.Rodr.) Luer	E	FA	NE	VU				S.G. Furtado 283	CESJ
<i>Xylobium undulatum</i> (Ruiz & Pav.) Rolfe	E	Am, Ca, Ce, FA	NE					A.P. Fontana 451	MBML
<i>Zootrophion atropurpureum</i> (Lindl.) Luer	E	FA	NT	VU				F.F.V.A. Barberena 217	RB
<i>Zygopetalum crinitum</i> Lodd.	E, T	FA	NE	EN				P.E. Leite (FCAB 2127)	FCAB
<i>Zygopetalum maxillare</i> Lodd.	E	Ce, FA	LC	EN				F.E. Alves 202	CESJ
<i>Zygostates grandiflora</i> (Lindl.) Mansf.	E	FA	NE					P.C. Porto 651	RB
<i>Zygostates lunata</i> Lindl.	E	FA	NE					M.G. Bovini 1595	RB
<b>Eudicotiledôneas</b>									
Begoniaceae									
<i>Begonia fruticosa</i> A.DC.	H, T	FA	LC					L. Menini Neto 1141	CESJ
<i>Begonia integerrima</i> Spreng.	H, T	FA	LC					Ramos et al. (2019)	-
Cactaceae									

<i>Hatiora cylindrica</i> Britton & Rose	E	FA	DD	CR			R.C. Forzza 5433	RB
<i>Hatiora herminiae</i> (Porto & A.Castell.) Backeb. ex Barthlott	E	FA	VU			VU	P.C. Porto 3361	RB
<i>Hatiora salicornioides</i> (Haw.) Britton & Rose	E, R	Ca, Ce, FA	NE				M.C. Brügger (CESJ 21541)	CESJ
<i>Hylocereus setaceus</i> (Salm-Dyck) R.Bauer	H, R, T	Am, Ca, Ce, FA	LC				P.S.P. Sampaio 1046	HUSC
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	E, R	FA	LC				L. Menini Neto 1351	CESJ
<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	E	FA	LC	EN			S.G. Furtado 313	CESJ
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.M.Muell.) Stearn.	E	Am, Ce, FA, Pan	DD				Ramos et al. (2019)	-
<i>Rhipsalis campos-portoana</i> Loefgr.	E	FA	NE				P.H. Labiak 4949	UPCB
<i>Rhipsalis clavata</i> F.A.C. Weber	E	FA	NE	EN			D.R. Gonzaga 440	RB
<i>Rhipsalis elliptica</i> G.Lindb. ex K.Schum.	E	FA	LC	VU			R.C. Forzza 3226	RB
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.	E, R	Ca, Ce, FA, Pan	LC				S.G. Furtado 107	CESJ
<i>Rhipsalis grandiflora</i> Haw.	E	FA	NE				Ramos et al. (2019)	-
<i>Rhipsalis hoelleri</i> Barthlott & N.P.Taylor	E	FA	NT	EN			L. Kollmann 7226	MBML
<i>Rhipsalis juengeri</i> Barthlott & N.P.Taylor	E	FA	NE	EN			L. Krieger (CESJ 8594)	CESJ
<i>Rhipsalis lindbergiana</i> K.Schum.	E	Ca, FA	NE				D.R. Gonzaga 747	RN
<i>Rhipsalis neves-armondii</i> K.Schum.	E, R	FA	NE				J.M.A. Braga 1373	RB
<i>Rhipsalis pachyptera</i> Pfeiff.	E, R	FA	NE				C.N. Fraga 1819	RB
<i>Rhipsalis pilocarpa</i> Loefgr.	E	FA	NT		EN		R.G. Barbosa-Silva 452	RB
<i>Rhipsalis pulchra</i> Loefgr.	E	FA	NE				S.G. Furtado 139	CESJ
<i>Rhipsalis russellii</i> Britton & Rose	E, R	Ca, Ce, FA	LC	EN	VU		L. Kollmann 3140	MBML
<i>Rhipsalis teres</i> Steud.	E, R	FA	NE				A.K.L. Venda 25	RB
<i>Schlumbergera kautskyi</i> (Horobin & McMillan) N.P.Taylor	E	FA	EN	CR			S.G. Furtado 353	CESJ
<i>Schlumbergera lutea</i> Calvente & Zappi	E	FA	NE			VU	P.C. Porto (RB 8896)	RB
<i>Schlumbergera microsphaerica</i> (K.Schum.) Hoewel	E, R	FA	VU	CR	VU		L. Krieger (CESJ 24031)	CESJ
<i>Schlumbergera opuntioides</i> (Loefgr. & Dusén) D.R.Hunt	E, R	FA	VU		VU	VU	D.C. Zappi 258	RB
Gesneriaceae								
<i>Codonanthe carnososa</i> (Gand.) Hanst.	E	FA	VU		EN	VU	S.G. Furtado 360	CESJ
<i>Codonanthe cordifolia</i> Chautems	E	FA	NE	VU			L.S. Leoni 4753	RB
<i>Nematanthus albus</i> Brade	E	FA	NE	VU			A.K.L. Venda 31	RB
<i>Nematanthus bradei</i> (Handro) Chautems	E	FA	NE				L.N. Gonçalves 281	RB

<i>Nematanthus crassifolius</i> (Schott) Wiehler	E	FA	LC		VU		VU	R.C. Forzza 4274	RB
<i>Nematanthus fissus</i> (Vell.) L.E.Skog	E	FA	NE					G.Hatschbach 50994	MBM
<i>Nematanthus fornix</i> (Vell.) Chautems	E	FA	LC	EN				S.G. Furtado 160	CESJ
<i>Nematanthus hirtellus</i> (Schott) Wiehler	E	FA	NT					S.J. Silva Neto 1756	RB
<i>Nematanthus lanceolatus</i> (Poir.) Chautems	E	Ce, FA	LC	VU				L.S. Leoni 5381	RB
<i>Nematanthus sericeus</i> (Hanst.) Chautems	E	Ce, FA	NT	VU				J.P.F. Zorzanelli 240	VIES
<i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H.E.Moore	E, R	Ce, FA	NT				EX	L. Krieger (CESJ 13168)	CESJ
<i>Sinningia cooperi</i> (Paxton) Wiehler	E	FA	LC	EN				S.G. Furtado 49	CESJ
<i>Sinningia douglasii</i> (Lindl.) Chautems	E	FA	LC	CR				S.G. Furtado 164	CESJ
<i>Sinningia magnifica</i> (Otto & A.Dietr.) Wiehler	E, R	Ce, FA	LC				VU	R.C. Forzza (CESJ 27323)	CESJ
Griselinaceae									
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	E, R, T	FA	NT					S.G. Furtado 322	CESJ
Lentibulariaceae									
<i>Utricularia reniformis</i> A.St.-Hil.	E, R, T	FA	NE					R.C. Forzza 3095	RB
Melastomataceae									
<i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) Reginato et al.	E	FA	LC					S.G. Furtado 201	CESJ
Onagraceae									
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz	E, T	Ce, FA	LC					S.G. Furtado 165	CESJ
Rubiaceae									
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	E, T	Am, Ca, Ce, FA	LC					L. Menini Neto 1353	CESJ
Solanaceae									
<i>Dyssochroma longipes</i> (Sendtn.) Miers	H	FA	LC					S.G. Furtado 617	CESJ
<i>Dyssochroma viridiflorum</i> (Sims) Miers	H	FA	NE					S.G. Furtado 301	CESJ

Hábito: E – epífita, H – hemiepífita, R – rupícola, T – terrícola. Domínio Fitogeográfico: Am – Amazônia, Ca – Caatinga, Ce – Cerrado, FA – Floresta Atlântica, Pam – Pampa, Pan – Pantanal. Status de ameaça: BR – Brasil, ES – Espírito Santo, MG – Minas Gerais, RJ – Rio de Janeiro, SP – São Paulo; CR – Criticamente em Perigo, DD – Deficiente de Dados, EN – Em Perigo, LC – Não ameaçada, NE – Não avaliada, NT – Quase Ameaçada, VU – Vulnerável. Herbário/fonte – acrônimos dos herbários de acordo com Thiers (continuamente atualizado).

### Capítulo 3

#### **Diversidade de epífitas vasculares ao longo do gradiente altitudinal da Serra de Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil**

Manuscrito formatado segundo as normas do periódico Journal of Mountain Science

#### **Abstract**

Elevation gradients allow the investigation of distribution patterns of richness both in local and regional scales. Richness peaks are expected at intermediate elevations for distinct taxa and the explanation for this pattern include climatic factors, the mid-domain effect, and historical-evolutionary issues. We aimed to investigate distribution patterns of vascular epiphytes throughout the regional elevation gradient in dwarf cloud forests of Serra da Mantiqueira and we hypothesize the existence of an intermediate peak correlated to the availability of water at intermediate elevations. We sampled 18 plots of 20 x 20m in seven localities with a distinct amplitude of elevation gradient, with the lowest at 1270m and the highest plot at 2350m. In each plot, we sampled the trees with a circumference at breast height of 30cm, in search of vascular epiphytes. We performed rarefaction analysis comparing the richness between the plots and similarity analysis evaluating the composition throughout the elevation gradient and the extension of the Serra da Mantiqueira. None locality present the intermediate peak of richness, but regionally the elevation interval between 1500 and 1700m are the richest, especially if compared with those highest plots where low temperatures act as an environmental filter, limiting the richness even with higher precipitation. The plots above 1880m clustered in the similarity analysis, highlighting the homogeneity of epiphytic

communities in the highest elevations, also suggesting an environmental filter. Throughout Serra da Mantiqueira the composition is affected by climatic differences regarding seasonality, grouping plots of the same locality, despite the geographical distance not being significant for clustering. The results presented here offer a starting point for observing patterns in species richness and composition in altitudinal gradients in the face of global climate change.

**Key-words:** Atlantic forest, cloud forest, dwarf cloud forest, intermediate peak, richness

## Resumo

Gradientes altitudinais permitem a investigação de padrões de distribuição de espécies em escala local e regional. Podem ser esperados picos de riqueza em altitudes intermediárias para diferentes táxons e a explicação para este padrão inclui fatores climáticos, o *mid-domain effect* e questões histórico-evolutivas. Nosso objetivo foi investigar padrões de distribuição de epífitas vasculares ao longo de um gradiente altitudinal regional em nanoflorestas nebulares na Serra da Mantiqueira e nossa hipótese é a existência de um pico intermediário correlacionado à maior disponibilidade de água em altitudes intermediárias. Nós amostramos 18 parcelas de 20 x 20m em sete localidades com diferentes extensões de gradiente altitudinal, sendo a mais baixa a 1270m e a mais alta a 2350m. Em cada parcela foram amostradas as árvores com CAP maior que 30cm, quanto a presença de epífitas vasculares. Foram realizadas análises de rarefação comparando a riqueza entre as parcelas e análises de similaridade que avaliaram a composição ao longo do gradiente e da extensão da Mantiqueira. Nenhuma localidade apresentou o pico intermediário de riqueza, mas regionalmente a faixa altitudinal entre 1500 e 1700m apresentou maior riqueza, principalmente comparada a faixas acima destas, onde as baixas temperaturas atuam como um filtro ambiental, limitando a riqueza mesmo com maior precipitação. As parcelas acima de 1880m se agruparam na análise de similaridade, o que

aponta uma homogeneidade da comunidade de epífitas nas faixas mais elevadas, também apontando para um filtro ambiental. Ao longo da Serra da Mantiqueira a composição é afetada por diferenças climáticas quanto a sazonalidade, agrupando parcelas da mesma localidade, mesmo com a distância não sendo um fator significativo para o agrupamento. Os resultados apresentados aqui oferecem um ponto de partida para a observação de padrões na riqueza e composição de espécies em gradientes altitudinais diante das mudanças climáticas globais.

**Palavras-chave:** Floresta Atlântica, floresta nebulosa, nanofloresta, pico intermediário, riqueza

## Introdução

Os gradientes de elevação proporcionam uma variação de fatores geofísicos em uma curta distância, o que facilita o mapeamento e teste das respostas ecológicas da biota à tais fatores, mas pode também envolver outras mudanças ambientais, nem sempre diretamente envolvidas com a altitude como, por exemplo, o uso da terra (Körner 2007). Uma das respostas encontradas para o aumento da altitude é a diminuição da riqueza de espécies, comumente explicada pela diminuição da temperatura (Stevens 1992). Porém, esse padrão também pode ser explicado por uma distorção causada pela diferença na extensão de área amostrada, que naturalmente diminui com o aumento da altitude, e que quando padronizada, pode levar a um padrão de pico intermediário de riqueza, encontrado para diferentes táxons (Rahbek 2005). Explicações para o pico intermediário englobam, além da temperatura e da disponibilidade de água (Gentry e Dodson 1987, Rahbek 1995), a interação entre esses fatores (Vetaas et al. 2019), como por exemplo fatores climáticos ideais em altitudes intermediárias, sendo limitados nas maiores elevações pela diminuição da temperatura e nas menores pela menor disponibilidade de água (Bhattarai et al. 2004), além do *mid-domain effect* (MDE) (Colwell e Lees 2000;

Cardelús et al. 2006). Estes fatores podem se sobrepor e ainda somar a questões histórico-evolutivas (Sun et al. 2020).

Compreender os padrões ecológicos e sua variação no ambiente é uma importante questão dentro da ecologia e da biogeografia e ainda mais valiosa diante das mudanças climáticas globais. Apesar do potencial impacto que tais mudanças oferecem a toda a biodiversidade global, alguns ambientes são apontados como mais ameaçados, como é o caso das florestas nebulares tropicais (*Tropical Montane Cloud Forests*, TMCF) (Foster 2001; Bruijnzeel et al. 2010). Estas florestas são caracterizadas pela ocorrência frequente de nebulosidade a altura do solo (Grubb 1977; Bruijnzeel et al. 2010), e a ocorrência de névoa está relacionada tanto a fatores topográficos e climáticos, quanto a cobertura do solo em regiões adjacentes de baixada (Nair et al. 2010). Diante de estudos que realizam previsões, observações e experimentos quanto às mudanças climáticas globais, as TMCF são consideradas ameaçadas pelas mudanças na temperatura, regime de chuvas e frequência de nuvens (Bruijnzeel et al. 2010), e um tipo particular de floresta nebulosa, as nanoflorestas (*elfin forests*), são consideradas ainda mais ameaçadas pela distribuição naturalmente fragmentada (Foster 2001).

Uma das características das TMCF é a abundância de epífitas, avasculares e/ou vasculares, plantas que se utilizam de outras como suporte, sem manter contato com o solo em ao menos uma fase da vida (Benzing 1990), e por isso são particularmente sensíveis às mudanças ambientais (Hietz 1999). As florestas nebulares podem ser diferenciadas quanto à altura do dossel, cobertura de epífitas e elevação (Scatena et al. 2011) e, quando apresentam um dossel baixo, entre 5 e 10m, e destacada presença de epífitas, podem ser chamadas nanoflorestas nebulares (Oliveira-Filho 2009; Oliveira-Filho et al. 2013). A riqueza e sensibilidade das epífitas nas florestas nebulares, em particular as nanoflorestas (Furtado &

Menini Neto 2018), as tornam um grupo muito útil na investigação de padrões de distribuição (Cardelús et al. 2006).

Neste estudo objetivou-se investigar a distribuição de riqueza e composição de epífitas vasculares ao longo do gradiente altitudinal de nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Com base na literatura, foi hipotetizada a existência de um pico intermediário para a riqueza de espécies (Cardelús et al. 2006), e a ocorrência de uma correlação entre a riqueza de espécies e um aumento na disponibilidade de água presente nestes ambientes (Gentry e Dodson 1987; Hawkins et al. 2003).

## **Material e Métodos**

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Serra da Mantiqueira, cadeia montanhosa localizada na Região Sudeste do Brasil, com maior parte no estado de Minas Gerais, se estendendo ao longo da divisa com os estados de São Paulo, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Figura 1, baseada na delimitação proposta por Pereira (2019)). A Serra da Mantiqueira está dividida em duas porções, Meridional e Setentrional, possuindo elevação média em torno de 1500m e máxima de 2890m e compõe, em conjunto com a Serra do Mar, o sistema de montanhas com a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente sul-americano (Almeida & Carneiro 1998). O clima predominante é Cwb (segundo a classificação de Köppen), subtropical com verões amenos e invernos secos (Alvares et al. 2013), apesar de, em algumas localidades a presença de nebulosidade na maior parte do ano diminuir os efeitos da seca sazonal elevando a precipitação na região (Safford 1999), que pode alcançar até 2400mm para as regiões mais altas (Pompeu et al. 2018). A ocorrência de geadas não é rara para a região (Safford 1999).



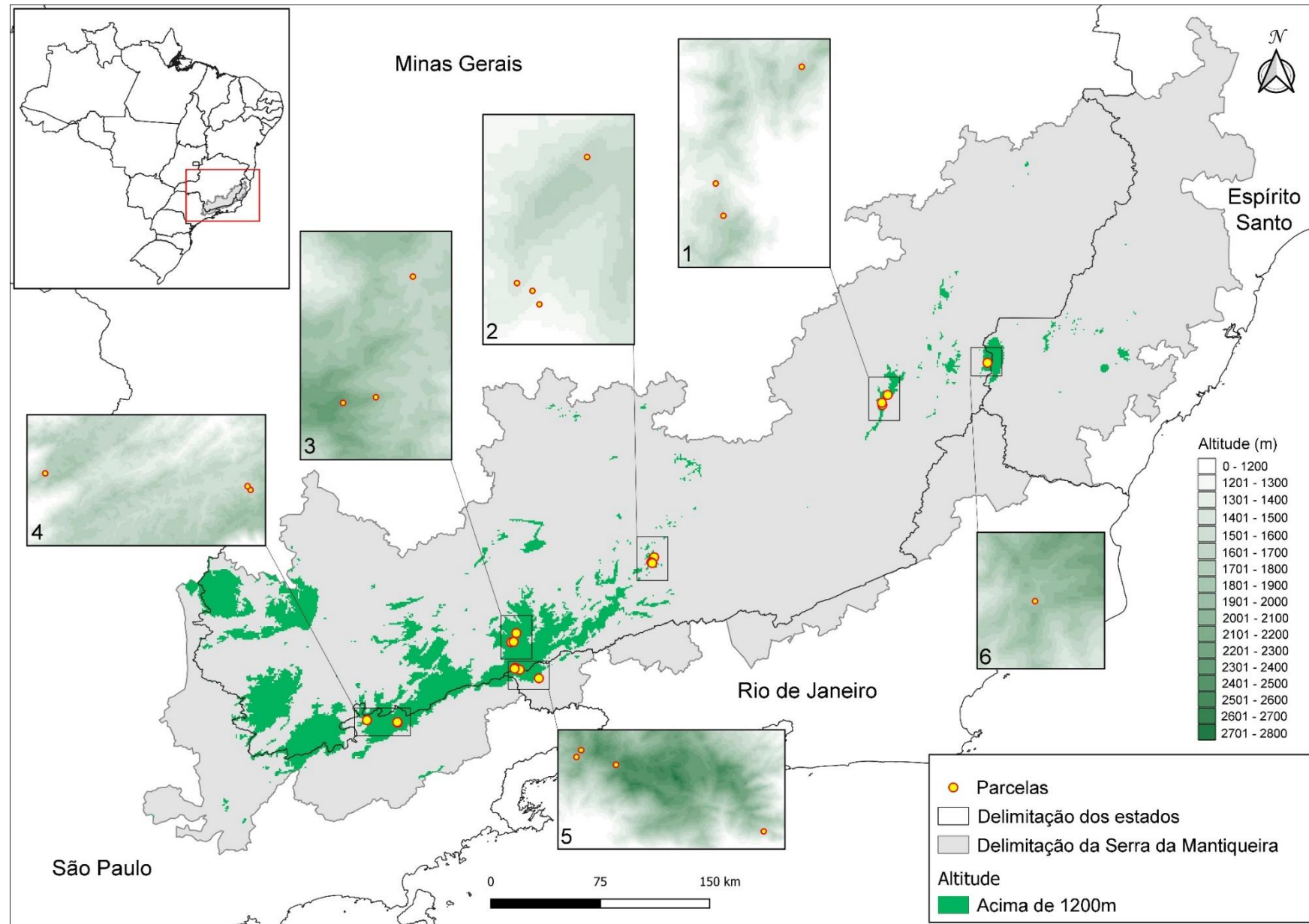


Figura 1 - A. Localização da área de estudo e das parcelas amostradas. Em detalhe a localização relativa das parcelas e a variação altitudinal em cada unidade de conservação. 1 - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, 2 - Parque Estadual do Ibitipoca, 3 - Parque Estadual da Serra do Papagaio, 4 - Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú e Parque Estadual Campos do Jordão, 5 - Parque Nacional do Itatiaia, 6 - Parque Nacional do Caparaó.

## Amostragem

Foram amostradas 18 parcelas de 20 x 20m em nanoflorestas nebulares localizadas em sete unidades de conservação na Serra da Mantiqueira (Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP) (todos em Minas Gerais), Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú (MNEPB), Parque Estadual Campos do Jordão (PECJ) (em São Paulo), Parque Nacional do Itatiaia (PNI) (na divisa entre Minas Gerais e Rio de Janeiro) e Parque Nacional do Caparaó (PNC) (na divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo)) (Figura 1). A localização das parcelas foi submetida à ocorrência de nanofloresta nebulosa buscando abranger o maior gradiente altitudinal possível. A altitude mínima em que foram amostradas nanoflorestas foi 1270m (PEIB) e a máxima 2350m (PNI) e o maior gradiente estabelecido em uma mesma localidade foi de 790m no PNI (entre 1560m e 2350m), enquanto no Parque Nacional do Caparaó e no Monumento Natural Estadual da Pedra do Baú, só foram observadas nanoflorestas em altitudes similares (ambas localidades em torno de 1800m). Por esta razão, estas áreas foram comparadas àquelas geograficamente mais próximas, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e Parque Estadual Campos do Jordão, respectivamente.

Em cada parcela foram amostrados os forófitos (unidades amostrais) com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou maior do que 30cm para avaliar a presença de epífitas, através de observação por vista desarmada e binóculos. As espécies que não foram possíveis de serem identificadas em campo foram coletadas, segundo a metodologia habitual, sendo prensadas em campo e posteriormente depositadas no herbário CESJ da Universidade Federal de Juiz de Fora.

## Análise dos dados

A riqueza da comunidade de epífitas vasculares foi comparada através de uma rarefação baseada no número de amostras (forófitos) e consideradas distintas aquelas que não apresentaram sobreposição do intervalo de confiança de 95% (Colwell et al. 2004).

A similaridade florística entre as parcelas foi avaliada utilizando-se UPGMA (unweighted pair group method using arithmetic averages) e o índice de Jaccard. O coeficiente de correlação cofenética foi calculado para avaliar a adequação entre a matriz e o dendrograma. O teste de Mantel foi realizado para testar eventual relação da distância geográfica na similaridade.

Uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) correlacionou a matriz de ocorrência de espécies com um conjunto de variáveis ambientais (Palmer 1993). Foram utilizadas as 19 variáveis bioclimáticas obtidas no WordClim, versão 2.0, além das médias anuais de vento, pressão do vapor d'água e radiação solar (Fick e Hijmans 2017), índice de umidade, índice de aridez, evapotranspiração potencial anual e continentalidade da base Envirem (Title e Bemmels 2018); quatro variáveis topográficas: elevação, inclinação, *aspect eastness* e *aspect northness* (Amatulli et al. 2018) e dados de cobertura de nuvens: média anual, sazonalidade, média interanual e interanual da base Earthenv (Wilson e Jetz 2016) além da altura média dos forófitos e a média de CAP para cada parcela. Antes da realização da CCA as variáveis foram normalizadas e submetidas a uma Análise de Componentes Principais (PCA) no intuito de se extrair aquelas com os maiores valores de explicação e de se avaliar a colinearidade para eventual redução do número de variáveis, diminuindo a redundância do modelo, conforme recomendado por Felfili et al. (2011).

Análises de regressão foram realizadas entre os valores de riqueza e as variáveis climáticas e topográficas supracitadas extraídas para cada parcela. As variáveis com

correlações significativas com a riqueza foram a elevação, precipitação média anual, potencial de evapotranspiração anual e temperatura média anual. As três variáveis climáticas também foram usadas em análises de regressão com a elevação no intuito de avaliar seu comportamento ao longo do gradiente de altitude estudado.

As análises foram feitas nos programas EstimateS (Colwell 2013), Past v. 3 (Hammer et al. 2001) e R (R Core Team 2020).

## Resultados

Foram amostrados 820 forófitos, com o número de forófitos por parcela variando de 30 a 61 (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista das 18 áreas amostradas nas unidades de conservação da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil, e respectivos parâmetros medidos.

Localidades	Latitude	Longitude	Altitude	n° for.	n° sp ep.	Méd. alt. for. (m)	Média CAP (cm)
PEIB I	-21,7144	-43,8939	1270	55	22	6,45	40,9
PEIB II	-21,7111	-43,8956	1360	52	40	7,29	51,6
PEIB III	-21,7092	-43,8994	1450	41	43	8,11	53,3
PESB I	-20,7280	-42,4804	1470	58	53	7,41	46,4
PECJ I	-22,6922	-45,4636	1520	37	40	8,96	67
PNI I	-22,4231	-44,5914	1560	30	47	7,26	68
PESB II	-20,7414	-42,4772	1620	36	45	10,9	56,8
PECJ II	-22,6956	-45,4608	1620	34	51	9,35	65,7
PEIB IV	-21,6783	-43,8822	1670	38	60	8,44	64,2
PESB II	-20,6795	-42,4446	1700	30	47	8,25	50,7
PESP I	-22,1450	-44,7308	1710	61	32	5,15	67,9
MNE I	-22,6803	-45,6503	1820	34	20	7,63	87,9
PNC I	-20,4816	-41,8302	1880	50	20	7,94	67,9
PNI II	-22,3636	-44,7414	1980	58	19	8,46	45,9
PESP II	-22,1983	-44,7472	2070	49	21	8,17	44,2
PNI III	-22,3581	-44,7376	2160	38	21	8,44	62,5
PESP III	-22,2008	-44,7617	2340	59	25	9,5	60,1
PNI IV	-22,3698	-44,7097	2350	60	10	7,66	54,3
Total				820	211		

Acrônimos das unidades de conservação: MNE - Monumento Natural Estadual, - PECJ - Parque Estadual de Campos do Jordão, PEIB - Parque Estadual do Ibitipoca, PESB - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, PESP - Parque Estadual da Serra do Papagaio, PNC - Parque Nacional do Caparaó, PNI - Parque Nacional do Itatiaia.

A riqueza total foi de 216 espécies, 92 gêneros e 22 famílias. Orchidaceae foi a família mais rica com 86 espécies, seguida por Bromeliaceae com 32, Polypodiaceae com 30 e Piperaceae com 12 (Figura 2A). Polypodiaceae foi a família mais frequente e junto com

Bromeliaceae foram registradas em todas as parcelas, enquanto Orchidaceae e Piperaceae foram encontradas em 17 parcelas (Figura 2B).

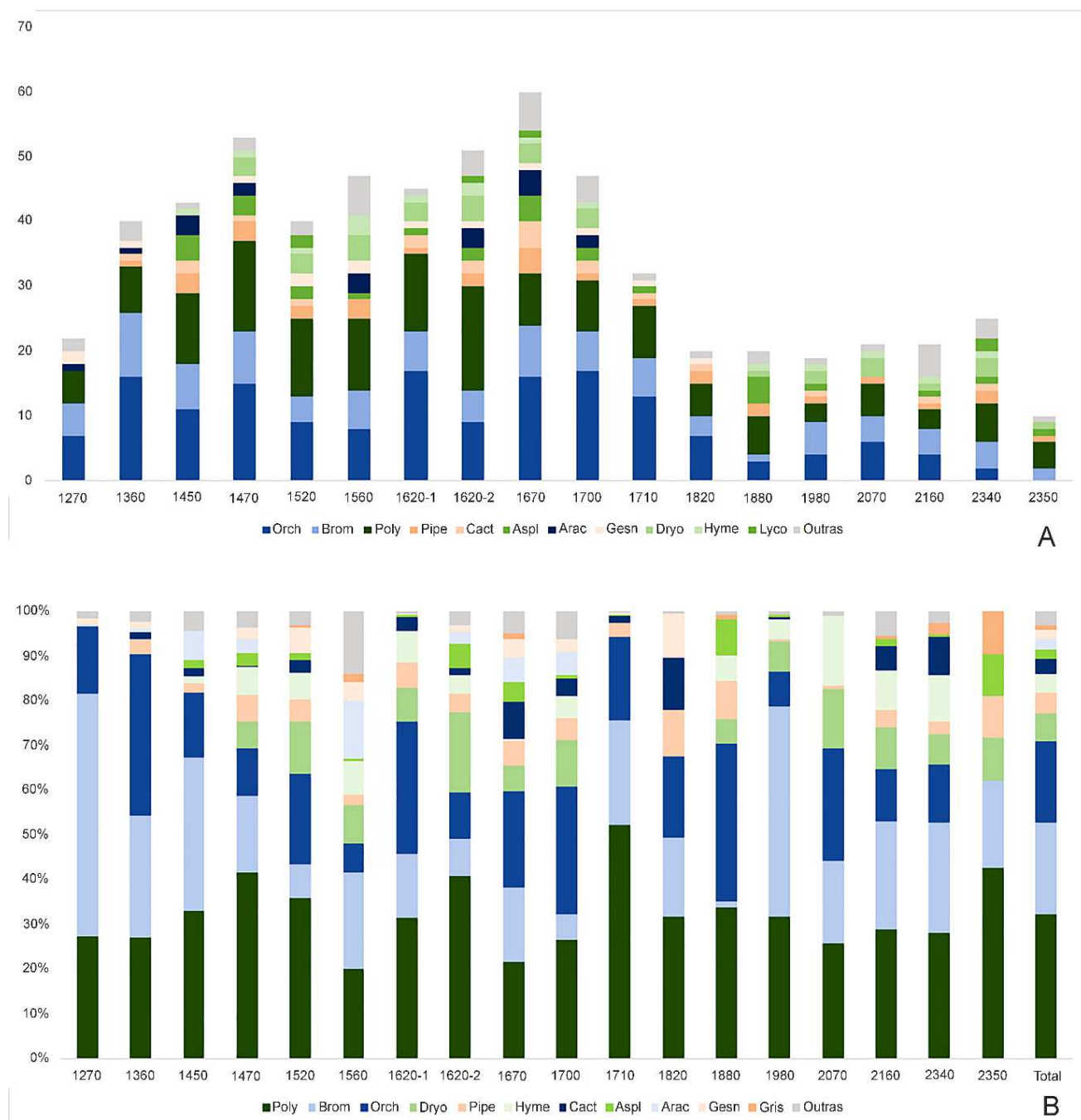


Figura 2 - A. Riqueza das principais famílias nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. B. Frequência das principais famílias nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Arac - Araceae, Aspl - Aspleniaceae, Brom - Bromeliaceae, Cact - Cactaceae, Dryo - Dryopteridaceae, Gesn - Gesneriaceae, Gris - Griselinaceae, Hyme - Hymenophyllaceae, Lyco - Lycopodiaceae, Orch - Orchidaceae, Pipe - Piperaceae, Poly - Polypodiaceae.

O gênero *Vriesea* Lindl. foi o mais rico com 13 espécies. A riqueza por parcela variou de 10 a 60 espécies e nenhuma espécie foi registrada em todas as parcelas, sendo *Pleopeltis macrocarpa* (Bory ex Willd.) Kaulf. e *Serpocaulon catharinae* (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm. encontradas em 17 das 18 parcelas. Apenas nove espécies estiveram presentes em 10 ou mais parcelas enquanto 170 espécies (78%) foram encontradas em até três parcelas, das quais 66 (30%) são Orchidaceae e dentre as 86 espécies registradas para essa família 54% ocorreram em apenas uma parcela (Anexo).

Quanto a rarefação nas localidades PESB/PNC (Figura 3A) a parcela de altitude 1880m (PNC) obteve riqueza significativamente menor comparada às outras três (1470m, 1620m e 1700m) que não se diferenciaram. Para o gradiente no PEIB (Figura 3B), a parcela de altitude 1670m, foi a mais rica, seguida de 1450m e 1360m, que não tiveram diferença significativa entre si, e a parcela de 1270 m com menor riqueza. No PESP não houve diferença entre as riquezas das parcelas (Figura 3C). No PNI (Figura 3D) a parcela de 1560m obteve maior riqueza, 2160m e 1980m tiveram riqueza intermediária e iguais, e 2350m a menor riqueza. Para PECJ/MNPB (Figura 3E) as parcelas de 1520m e 1620m não foram diferentes entre si, mas ambas tiveram riqueza maior que a parcela de 1820m.

Quando comparadas as riquezas de todas as áreas através da rarefação (Figura 3F), com exceção da parcela localizada à 1670m (PEIB), que obteve maior riqueza (cujo intervalo de confiança se sobrepõe apenas ao da parcela de 1560m (PNI)), e à parcela de 2350m (PNI), de menor riqueza, que se diferenciou significativamente de todas as parcelas, as demais se sobrepõem formando dois grupos estatisticamente distintos. Todas as parcelas com altitude superior à 1700m e a parcela de menor altitude, 1270m, tiveram a riqueza inferior às parcelas de altitude entre 1360m e 1700m. Nota-se uma tendência das parcelas com altitude entre 1500m e 1700m apresentarem riqueza maior que as parcelas mais baixas, enquanto o mesmo não acontece para as parcelas acima de 1700m.

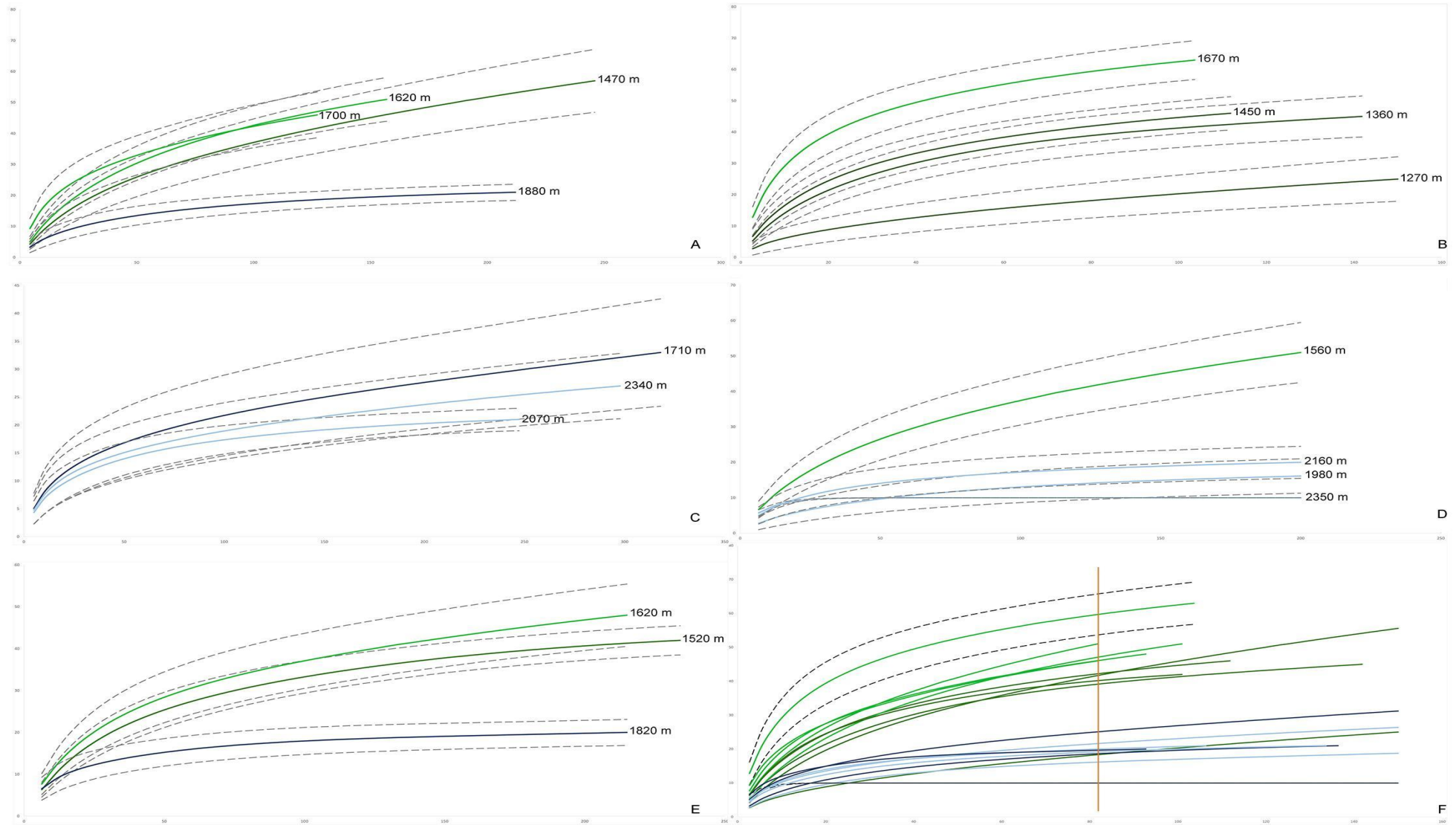


Figura 3 - Rarefação da riqueza pelo número de amostras em parcelas. A - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e Parque Nacional do Caparaó, B - Parque Estadual do Ibitipoca, C - Parque Estadual da Serra do Papagaio, D- Parque Nacional do Itatiaia, E - Parque Estadual Campos do Jordão e Monumento Natural Estadual Pedra do Baú, F - todas as parcelas. Parcelas com altitude entre 1200m e 1500m foram representadas em verde-escuro, entre 1500m e 1700m em verde-claro, entre 1700m e 1900m em azul-escuro e acima de 1900m em azul-claro.



A distribuição da riqueza pela elevação ( $R^2 = 0,69$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 4A) se aproximou mais de uma função polinomial de grau 3, e reforça um padrão de pico intermediário de riqueza de epífitas, apesar deste estar deslocado em relação ao centro do gradiente. No entanto, os valores de correlação da riqueza com as variáveis climáticas foram relativamente baixos, apesar de significativos (temperatura (bio01),  $R^2 = 0,3$ ,  $p < 0,05$ ; precipitação (bio12),  $R^2 = 0,28$ ,  $p < 0,05$ ; anual PET,  $R^2 = 0,24$ ,  $p < 0,05$ ). A relação entre a altitude e as médias anuais das variáveis climáticas de temperatura (bio01) ( $R^2 = 0,79$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 4B), precipitação (bio12) ( $R^2 = 0,62$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 4C) e potencial de evapotranspiração (anual PET) ( $R^2 = 0,61$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 4D), se ajustaram melhor a uma função linear (Figura 4).

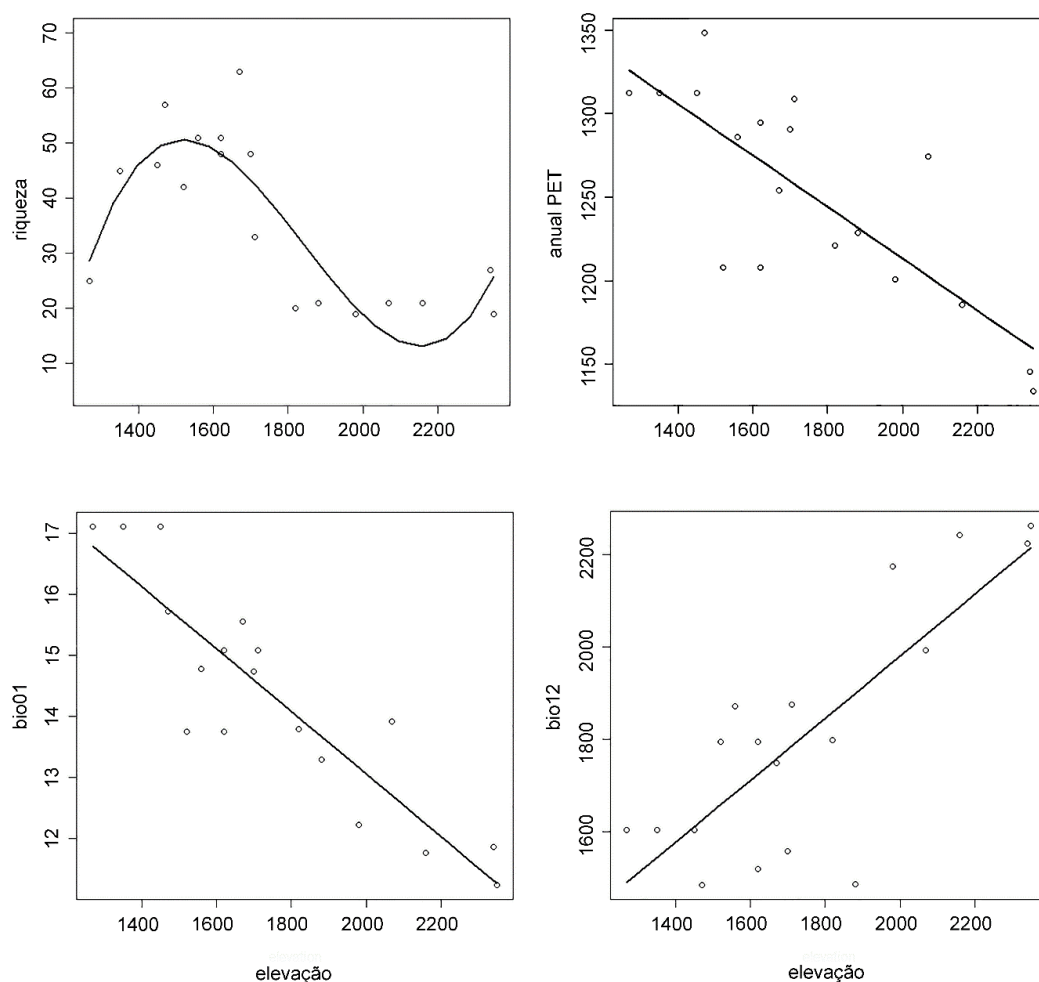


Figura 4 - Distribuição da riqueza de epífitas (A) e variáveis climáticas, médias anuais de potencial de evapotranspiração (annualPET) (B), temperatura (bio01) (C) e precipitação (bio12) (D), em relação à altitude e funções que se ajustaram melhor aos dados.

O dendrograma resultante da análise de similaridade por UPGMA mostra a separação inicial de dois grupos, sendo o primeiro (A) composto pelas parcelas distribuídas a partir de 1880m e o outro (B) formado pelas parcelas distribuídas nas cotas altimétricas mais baixas, onde nota-se maior relação entre as áreas de maior proximidade geográfica (Figura 5). O Teste de Mantel, no entanto, resultou em baixa correlação entre a similaridade e a distância geográfica ( $R = 0,294$ ,  $p < 0,001$ ), provavelmente causado pela maior similaridade da parcela mais baixa no PNI que se juntou às parcelas do PESB e pela parcela do PNC que se agrupou com aquelas mais altas do PNI e PESP. Em ambos os casos há o agrupamento de parcelas da SM Meridional e Setentrional. O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,82, demonstrando bom ajuste entre a matriz e o dendrograma obtido na análise.

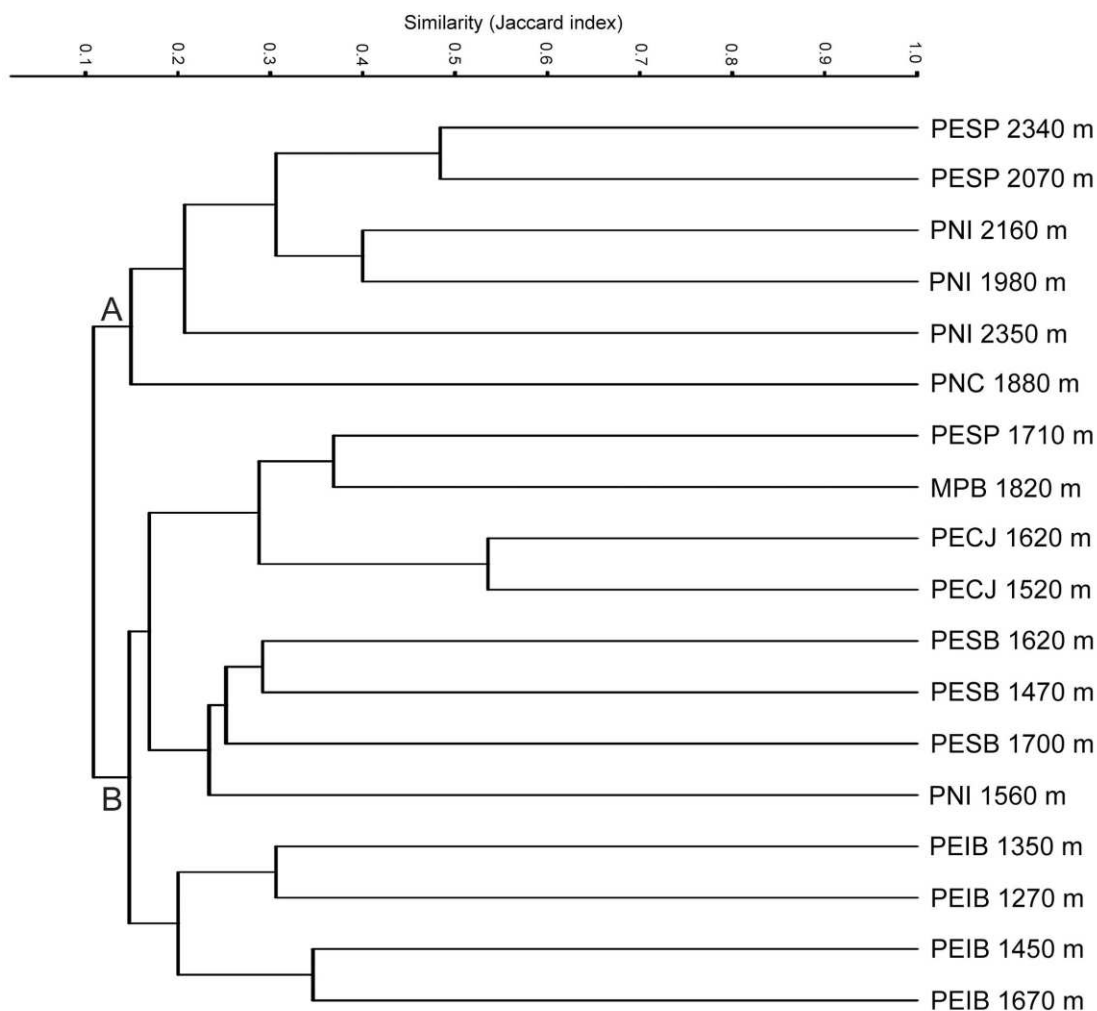


Figura 5 – Dendrograma resultante da análise de similaridade pelo método UPGMA (unweighted pair group method using arithmetic averages) e índice de similaridade de Jaccard entre as parcelas amostradas nas nanoflorestas da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Coeficiente de correlação cofenética = 0,82.

O diagrama *biplot* resultante da CCA teve os dois primeiros eixos com explicação relativamente baixa, de 26,2% e 20,01%, e o teste de Monte Carlo apresentou os autovalores de 0,57 ( $p < 0,01$ ) e 0,43 ( $p < 0,05$ ), respectivamente para estes eixos. O gráfico indica uma tendência de agrupamento relacionado às áreas de maior proximidade geográfica, uma vez que se agrupam na metade superior do gráfico as áreas da Mantiqueira Setentrional (PESB e PNC) e na metade inferior a maioria das parcelas da Mantiqueira Meridional (PEIB, PESP, PECJ e MNEPB), embora com o deslocamento no quadrante esquerdo da primeira área. Traçando um

paralelo com o dendrograma apresentado na Figura 6, é possível também notar maior tendência de posicionamento das áreas de maior altitude (acima de 1880m) à direita no gráfico. As variáveis mais importantes para as relações observadas foram altitude, média anual de cobertura de nuvens, isothermalidade, sazonalidade da temperatura, temperatura mínima do mês mais quente, temperatura máxima do mês mais quente e precipitação do quarto mais frio.

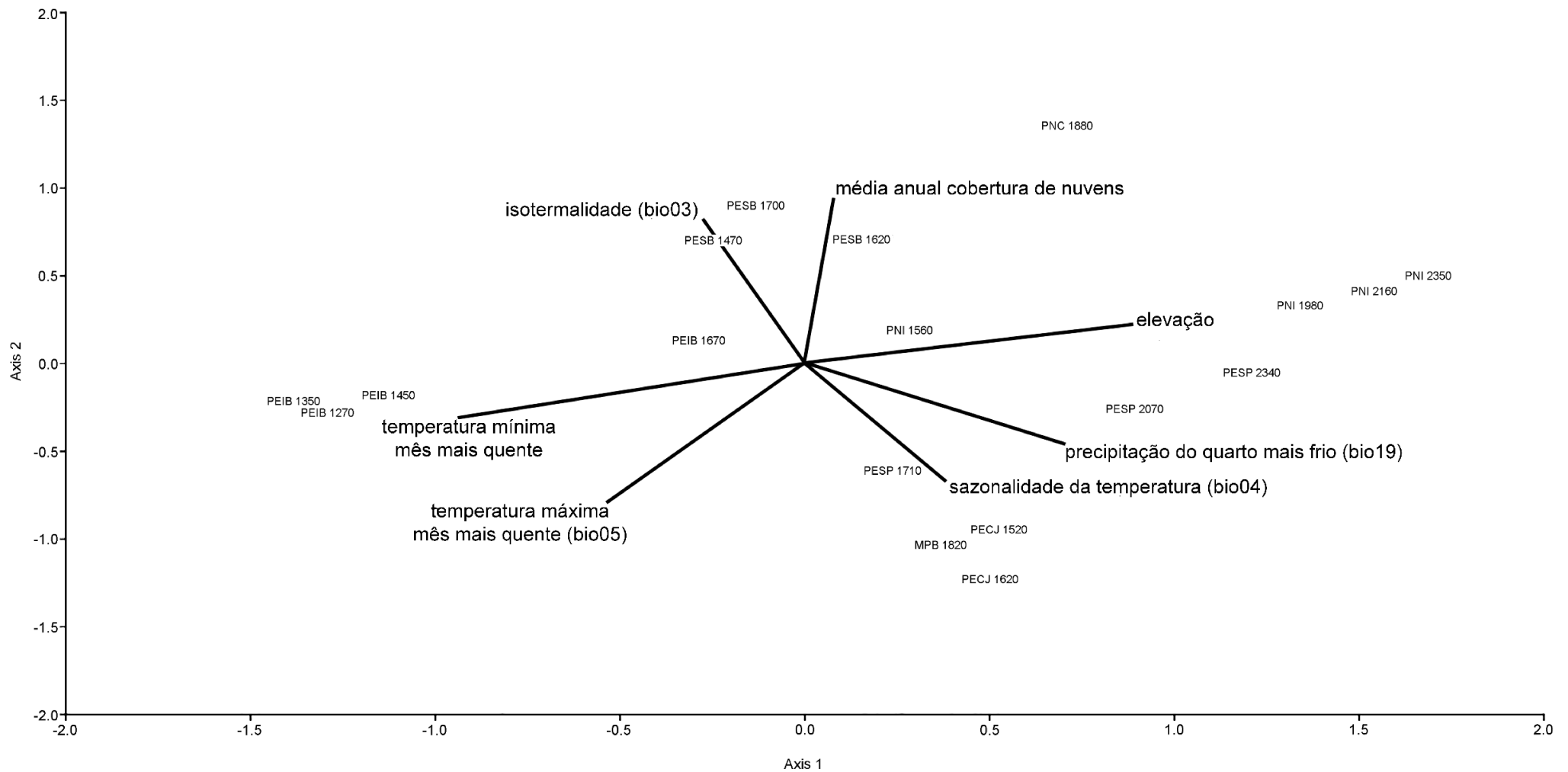


Figura 6 - Análise de correspondência canônica entre as parcelas amostradas nas nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil, e as variáveis ambientais mais importantes.

## Discussão

Quando observadas isoladamente nenhuma das localidades apresentou o pico de riqueza nas cotas altimétricas intermediárias, que é o padrão mais comumente encontrado para estudos dessa natureza com epífitas vasculares (Wolf 1994; Hietz e Hietz-Seifert 1995; Cardelús et al. 2006; Blum et al. 2011; Sanger e Kirkpatrick 2015; Ding et al. 2016). Esse padrão pode não ter sido encontrado devido à extensão dos gradientes amostrados, que conforme revisado por Rahbek (2005), quando menores do que 1000m apresentam com maior frequência o padrão de queda da riqueza com a altitude. Por outro lado, este padrão de queda monótona da riqueza não pôde ser observado claramente em nenhuma localidade, independentemente do tamanho do gradiente amostrado. No geral, cada localidade apresenta tendências distintas que dependem, não do tamanho do gradiente, mas do trecho de altitude em que ele corresponde. Por exemplo, no PEIB (com amplitude altitudinal entre 1270m e 1670m) ocorre um aumento da riqueza com a altitude, como descrito em um estudo prévio por Furtado & Menini Neto (2018), enquanto no PNI o gradiente de 1560m à 2350m mostra uma queda brusca da riqueza.

Quando consideradas todas as localidades é compreensível que as altitudes entre 1500m e 1700m sejam as mais ricas, com as altitudes menores moderadamente menos ricas e queda acentuada acima de 1700m, resultando em um padrão de pico intermediário regional. Estudos anteriores realizados em escala local também reportaram maior riqueza em altitudes similares àquelas obtidas no presente trabalho, 1430m (Hietz e Hietz-Seifert 1995) no México, 1500m (Krömer et al. 2005) na Bolívia, 1600m no Equador (Muñoz e Küper 2001), 1700m (Wolf 1994) na Colômbia. Em escala regional, o pico de riqueza de epífitas já foi reportado entre 1000-1500m no México (Wolf e Flamenco-S 2003), e Equador (Küper et al. 2004), e em 1500-2000m no Peru (van der Werff e Consiglio 2004). Enquanto outros estudos locais também

encontraram o pico intermediário, mas o reportaram em menores altitudes, 1000m (Cardelús et al. 2006) na Costa Rica, 700m (Blum et al. 2011) no sul do Brasil e 500-700m (Sanger e Kirkpatrick 2015) na Austrália.

A umidade, particularmente a neblina, já foi apontada como provável resposta para que altitudes intermediárias tenham maior riqueza de espécies, especialmente no tocante às epífitas (Rahbek 1995). Essa relação pode ser vista pela frequência com que as faixas altitudinais em que ocorre o pico de riqueza coincidem com as faixas onde ocorrem as florestas nebulares, na região tropical a partir de cerca de 1200-1500m (Scatena et al. 2010), e que sustentam destacada presença de epífitas, fator relacionado a constância de neblina (Gradstein et al. 2010). De fato, as plantas de hábito epifítico respondem à umidade mais fortemente que outras formas de vida, apresentando aumento de riqueza e abundância com sua constância (Gentry e Dodson 1987). Esta resposta pode ainda ser observada através da relação direta entre a riqueza de espécies e a precipitação anual (Kessler 2001; Kreft et al. 2004; Hsu et al. 2014; Zotz 2016). Apesar disso, mesmo com o aumento da precipitação média anual ao longo do gradiente altitudinal da área estudada, a diversidade não acompanha este aumento indefinidamente (com queda considerável da riqueza a partir de 1700m, apesar dos altos índices de precipitação nas cotas mais altas), o que também já foi retratado para samambaias no Himalaia (Bhattarai et al. 2004) e epífitas vasculares no México (Wolf e Alejandro 2003).

Possivelmente a queda da temperatura, que também está diretamente relacionada à elevação, representa um filtro para as epífitas. A temperatura por si só pode afetar o estabelecimento, sobrevivência, crescimento e floração das epífitas (Zotz 2016), e baixas temperaturas são apontadas como a causa do limite máximo na distribuição de epífitas em montanhas tropicais (Ibisch et al. 2000; Kromer et al. 2005; Blum et al. 2011). Assim como ocorre a diminuição de temperatura ao longo do gradiente estudado, também ocorre a diminuição do potencial de evapotranspiração, fatores que interagem na disponibilidade de

água no ambiente, através da dinâmica entre água e energia (O'Brien 2006). De forma que, tanto o excesso como a ausência de energia dificultam o acesso à água em estado líquido. O potencial de evapotranspiração, ou seja, a quantidade de água que irá evaporar com o aumento da energia cinética, é crucial para a dinâmica entre água e energia e pode ser relacionado à diversidade, inclusive sendo citado como uma das possíveis explicações para o pico intermediário de riqueza (Vetaas et al. 2019). De acordo com essa dinâmica, a diminuição da riqueza em altitudes baixas ocorre devido ao elevado potencial de evapotranspiração, somado a temperaturas mais altas, que podem causar estresse hídrico, e em altitudes elevadas devido ao congelamento que torna a água menos disponível (Bhattarai et al. 2004; Kromer et al. 2005; McCain 2007; McCain e Grytnes 2010).

Devido às características climáticas e topográficas os eventos de geada são comuns nas partes mais elevadas da Serra da Mantiqueira. Por exemplo, a cidade de Campos do Jordão, que está a cerca de 1640m (localizada na Mantiqueira Meridional), apresentou entre os anos de 2009 e 2014 média de 22 eventos de geada por ano (Sapucci et al. 2018). O número de geadas por ano também está correlacionado negativamente à riqueza de epífitas (Kessler 2000; Zotz 2005) e espécies mais sensíveis ao congelamento, como bromélias que formam tanques, reduzem sua ocorrência em tais ambientes (Benzing 2000), resultando também em redução da riqueza de epífitas vasculares.

Assim como a riqueza de espécies foi impactada pela elevação, a composição da comunidade também se alterou em função da altitude. Na análise de similaridade houve a formação de um agrupamento de áreas com altitudes maiores que 1880m, localizados na porção Setentrional (PNC) e Meridional da Serra da Mantiqueira (PESP e PNI), e, portanto, independente da distância geográfica. Este resultado sugere que há uma resposta relacionada a queda na riqueza, principalmente entre Orchidaceae e Bromeliaceae, famílias muito ricas e com uma troca de espécies maior entre as localidades, e também no limite da ocorrência de



Araceae, enquanto espécies de Polypodiaceae e outras famílias de samambaias têm distribuição mais ampla abrangendo localidades mais elevadas, conforme também registrado por Krömer et al. (2005) em florestas andinas. Esta queda na riqueza de espécies e a similaridade entre as localidades, independente da distância geográfica, evidencia a seleção de espécies através de filtro ambiental (Chase 2007). Como um exemplo, a parcela mais elevada (2350m) não tem ocorrência de Orchidaceae e apenas duas espécies de Bromeliaceae, *Fernseea itatiaiae* (Wawra) Baker e *Vriesea itatiaiae* Wawra, as quais também ocorrem como rupícolas nas áreas de campo de altitude adjacentes e acima do limite da floresta, uma troca de hábito que também foi observada por Ibisch (1996) em bromélias em cotas de altitude elevadas na Bolívia.

A atuação de filtros ambientais é reforçada ao avaliar as variáveis relevantes na CCA, onde a altitude representa uma variável importante para o grupo de parcelas localizadas nas maiores cotas. Portanto, a variação ambiental imposta pela elevação pode ser relacionada ao agrupamento entre estas comunidades, sendo a diminuição da temperatura uma provável causa (Bhattarai et al. 2004). Outros grupos da CCA estão predominantemente relacionados a disponibilidade de água e energia, chamando a atenção a importância da distribuição destes recursos ao longo do tempo para a composição das comunidades, por exemplo, pelas variáveis isothermalidade e sazonalidade. Apesar da temperatura e a precipitação média anual seguirem uma tendência ao longo do gradiente altitudinal, não existe homogeneidade de clima em toda a extensão da Mantiqueira, e por exemplo, a precipitação é influenciada pela topografia e a maior ou menor interferência orográfica, além de eventos cíclicos como o El Niño, resultando em diferentes regimes de precipitação em regiões muito próximas (Villanova 2015). Com essa variação climática regional, ocorre agrupamento de parcelas da mesma localidade, ou localidades próximas, que, apesar dessa configuração, parecem ser mais afetados por respostas da comunidade a essas variações do que da aleatoriedade e limites de dispersão (Chase 2007).

A grande representatividade do gênero *Vriesea* na Serra da Mantiqueira reside no fato de que é o gênero de Bromeliaceae mais rico da Floresta Atlântica (Martinelli et al. 2008), sendo também o mais rico e de maior frequência para a família dentre os estudos realizados com epífitas nesse domínio fitogeográfico (Ramos et al. 2019). Dentre as nove espécies mais comuns (ou seja, que estiveram presentes em 10 ou mais parcelas), cinco são Polypodiaceae, *Pleopeltis macrocarpa* (Bory ex Willd.) Kaulf., *Serpocaulon catharinae* (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm., *Pleopeltis hirsutissima* (Raddi) de la Sota, *Lellingeria apiculata* (Kunze ex Klotzsch) A.R.Sm. & R.C.Moran, *Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G.Price, e uma Hymenophyllaceae, *Hymenophyllum polyanthos* (Sw.) Sw., todas espécies de ampla distribuição na Floresta Atlântica (BFG 2018). Tanto Polypodiaceae como Hymenophyllaceae são famílias com espécies resistentes a seca (Porembski 2011; Cea et al. 2014), o que possibilita a colonização de diferentes microambientes e a ocorrência destas espécies com adaptações xéricas mesmo em ambientes úmidos como florestas nebulares (Hietz e Brione 1997). Além das samambaias, *Vriesea bituminosa* Wawra, (Bromeliaceae), *Gomesa ranifera* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams (Orchidaceae) e *Peperomia tetraphylla* (G.Forst.) Hook. & Arn. (Piperaceae) estiveram entre as mais comuns, todas com ampla distribuição pela Floresta Atlântica, sendo as duas primeiras endêmicas do Brasil (BFG 2018).

A troca de espécies ao longo de gradientes altitudinais é um fator importante para se considerar no que tange a diversidade e conservação de espécies diante do cenário de mudanças climáticas, uma vez que a elevação da temperatura tem alterado as comunidades em ambientes montanos, levando a uma ampliação da distribuição das espécies em direção às maiores altitudes (Lenoir 2008; Fadrique et al. 2018), mas, potencialmente, resultando na extinção de espécies restritas às altitudes mais elevadas. A floresta nebulosa é especialmente vulnerável às mudanças climáticas globais devido às previsões de diminuição de cobertura de nuvens e elevação na altura da formação de nuvens, somadas ao desequilíbrio hidrológico causado pelo

desmatamento (Nair et al. 2003; Bruijnzeel et al. 2010; Hu e Riveros-Iregui 2016). No caso das epífitas vasculares serem limitadas pela temperatura nas cotas altitudinais mais elevadas da Serra da Mantiqueira, como argumentado neste estudo, a elevação da temperatura global e a consequente migração das espécies pode resultar em um aumento da riqueza nessas faixas, enquanto nas cotas intermediárias, em que a precipitação e nebulosidade favorecem maior riqueza de espécies, pode haver extinção local (Harrison 2020). Esse fator é ainda mais preocupante nas localidades onde o pico de riqueza está no limite do gradiente, como acontece nos Parques Estaduais do Ibitipoca e da Serra do Brigadeiro, e onde as espécies não terão para onde migrar localmente, e particularmente para espécies que sejam endêmicas destes ambientes (Dirnböck et al. 2011), as quais podem já estar expostas a condições climáticas subótimas (Anderson e Wadgymar 2020).

Dessa forma, concluímos que a faixa intermediária de altitude, entre 1500m e 1700m, apresentou os maiores índices de riqueza e parece conter características ambientais ótimas para epífitas na Serra da Mantiqueira, mas não é possível apontar apenas um fator climático como causador deste padrão, devido a correlação que eles apresentam com a elevação. Com base na literatura e os resultados apresentados aqui a riqueza de epífitas é limitada nas faixas mais elevadas pela temperatura e nas faixas inferiores pela menor disponibilidade de água. A composição das espécies parece se relacionar aos fatores climáticos, que se alteram tanto ao longo da altitude quanto da extensão da Serra da Mantiqueira.

## **Referências**

- Almeida FF, Carneiro CD (1998) Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências* 28:135-50.
- Álvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, et al. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22:711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Amatulli G, Domisch S, Tuanmu MN et al. (2018) A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling. *Scientific Data* 5:180040. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.40>

Anderson JT, Wadgyamar SM (2020), Climate change disrupts local adaptation and favours upslope migration. *Ecology Letters* 23:181-192. <https://doi.org/10.1111/ele.13427>

Benzing DH (1990) *Vascular epiphytes*. New York: Cambridge University Press. p. 354.

Benzing DH (2000) *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge: University Press. p. 710.

BFG – The Brazil Flora Group (2018) Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia* 69:1513-1527. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>

Bhattarai KR, Vetaas OR, Grytnes JA (2004) Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *Journal of Biogeography* 31:389-400. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.01013.x>

Blum CT, Roderjan CV, Galvão F (2011) Floristic composition and altitudinal distribution of vascular epiphytes in the ombrophilous dense forest of the Prata Mountain Range, Morretes, Paraná state, Brazil. *Biota Neotropica* 11:141-59. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400015>

Brujinzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS, editors (2010) *Tropical montane cloud forests: science for conservation and management*. Cambridge: Cambridge University Press. p 768.

Brujinzeel LA, Kappelle M, Mulligan M et al. (2010) Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. In: Brujinzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.), *Tropical Montane Cloud Forests - Science for Conservation and Management*: Cambridge University Press, Cambridge. pp 691-740

- Cardelús CL, Colwell RK, Watkins Jr JE (2006) Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology* 1:144-56. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01052.x>
- Cea MG, Claverol S, Castillo CA et al. (2014) Desiccation tolerance of Hymenophyllaceae filmy ferns is mediated by constitutive and non-inducible cellular mechanisms. *Comptes Rendus Biologies* 337:235-243. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2014.02.002>
- Colwell RK, Lees DC (2000) The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution* 15:70-6. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01767-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01767-X)
- Colwell RK, Mao CX, Chang J (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727. <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- Colwell RK (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/> (Accessed on 13 Março 2019)
- Ding Y, Liu G, Zang R et al. (2016). Distribution of vascular epiphytes along a tropical elevational gradient: disentangling abiotic and biotic determinants. *Scientific Reports* 6:19706. <https://dx.doi.org/10.1038/s41598-016-19706-6>
- Dirnböck T, Essl F, Rabitsch W (2011) Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology* 17:990-996. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02266.x>
- Fadrique B, Báez S, Duque A et al. (2018) Widespread but heterogeneous responses of Andean forests to climate change. *Nature* 564:207-212. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0715-9>
- Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MM et al. (2011) Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. p 556.

Fick SE, Hijmans RJ (2017). Worldclim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37:4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Foster P (2001) The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55:73-106. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00056-3)

Furtado SG, Menini Neto L (2018) Elevational and phytophysognomic gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic domain. *Plant Ecology* 219:677-690. <https://doi.org/10.1007/s11258-018-0826-2>

Gentry AH, Dodson CH (1987) Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of Missouri Botanical Garden* 74: 205–233. <https://doi.org/10.2307/2399395>

Gradstein SR, Obregon A, Gherig C et al. (2010) Tropical lowland cloud forest: a neglected forest type. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.), *Tropical Montane Cloud Forests - Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 130-133

Grubb PJ (1977) Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: with special reference to mineral nutrition. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8:83-107. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.08.110177.000503>

Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4:1-9.

Harrison S (2020) Plant community diversity will decline more than increase under climatic warming. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 375:1-8. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0106>

Hawkins BA, Field R, Cornell HV et al. (2003) Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84:3105-3117. <https://doi.org/10.1890/03-8006>

Hietz P (1999) Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. *Pure and Applied Chemistry* 70:1-9.

Hietz P, Briones O (1998) Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecologia* 114:305–316. <https://doi.org/10.1007/s004420050452>

Hietz P, Hietz-Seifert U (1995) Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6:719-728. <https://doi.org/10.2307/3236443>

Hsu RC, Wolf JH, Tamis WL (2014) Regional and elevational patterns in vascular epiphyte richness on an east Asian island. *Biotropica* 46:549-555. <https://doi.org/10.1111/btp.12131>

Hu J, Riveros-Iregui DA (2016) Life in the clouds: are tropical montane cloud forests responding to changes in climate? *Oecologia* 180:1061–1073. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3533-x>

Ibisch P (1996) Neotropische Epiphytendiversität-das Beispiel Bolivien. Archiv naturwissenschaftlicher Dissertationen. Martina Galunder-Verlag, Wiehl. p 150

Ibisch PL, Kessler M, Nowicki C et al. (2000) Ecology, biogeography and diversity of the Bolivian epiphytic cacti — with the description of two new taxa. *Bradleya* 18:2-30. <https://doi.org/10.25223/brad.n18.2000.a2>

Kessler M (2000) Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149:181-193.

Kessler M (2001) Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity & Conservation* 10(11):1897-1921. <https://doi.org/10.1023/A:1013130902993>

Körner C (2007). The use of “altitude” in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution* 22: 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.006>

Kreft H, Köster N, Küper W et al. (2004) Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *Journal of Biogeography* 31:1463-1476. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01083.x>

Krömer T, Kessler M, Robbert Gradstein S et al. (2005) Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32:1799-1809. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01318.x>

Küper W, Kreft H, Nieder J et al. (2004) Köster N, Barthlott W. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31:1477-1487. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01093.x>

Lenoir J, Gegout JC, Marquet PA et al. (2008) A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century. *Science* 320:1768–1771. <https://doi.org/10.1126/science.1156831>

Martinelli G, Vieira CM, Gonzalez M et al. (2008) Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia* 59:209-258. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200859114>.

McCain CM (2007) Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and Biogeography* 16:1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00263.x>

McCain CM, Grytnes JA (2010) Elevational gradients in species richness. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. pp. 1-10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548>

Muñoz A, Küper W (2001) Diversity and distribution of vascular epiphytes along an altitudinal gradient in an Andean cloud forest (Reserva Otonga, Ecuador). In: Nieder J, Barthlott W (eds.), *Epiphytes and canopy fauna of the Otonga rain forest (Ecuador) (Results of the Bonn – Quito epiphyte project, funded by the Volkswagen Foundation)*, Vol. 2, pp. 189-216.



- Nair US, Lawton RO, Welch RM et al. (2003) Impact of land use on Costa Rican tropical montane cloud forests: sensitivity of cumulus cloud field characteristics to lowland deforestation. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*. 108:D7. <https://doi.org/10.1029/2001JD001135>
- Nair US, Ray DK, Lawton RO et al. (2010) The impact of deforestation on orographic cloud formation in a complex tropical environment. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.), *Tropical Montane Cloud Forests - Science for Conservation and Management*: Cambridge University Press, Cambridge. pp 238-348.
- O'Brien EM (2006) Biological relativity to water–energy dynamics. *Journal of Biogeography* 33:1868-1888. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01534.x>
- Oliveira-Filho AT (2009) Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema—prático e flexível—ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60:237-258. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960201>.
- Oliveira-Filho AT, Fontes MAL, Viana PL, et al. (2013) O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In: Forzza RC, Menini Neto L, Salimena FRG & Zappi D (orgs.), *Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno*. Editora UFJF, Juiz de Fora. pp. 53-93.
- Palmer MW (1993) Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology* 74:2215-30. <https://doi.org/10.2307/1939575>
- Pereira LC (2018) Biogeografia, conservação e sinopse taxonômica de Gesneriaceae na Serra da Mantiqueira, região sudeste do Brasil. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. p. 152
- Pompeu PV, Fontes MA, Mulligan M et al. (2018) Assessing Atlantic cloud forest extent and protection status in southeastern Brazil. *Journal for Nature Conservation* 43:146-155. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.04.003>

- Porembski S (2011) Evolution, diversity, and habitats of poikilohydrous vascular plants. In: Lüttge U, Beck E, Bartels D (eds.), Plant desiccation tolerance, Ecological Studies 215. Springer, New York. pp 139-156. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-19106-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-19106-0_8)
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/> (Accessed on 13 March 2020).
- Rahbek C (1995) The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18:200-205. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1995.tb00341.x>
- Rahbek C (2005) The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters* 8:224-239. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00701.x>
- Ramos FN, Mortara SR, Monalisa-Francisco N et al. (2019) ATLANTIC EPIPHYTES: a data set of vascular and non-vascular epiphyte plants and lichens from the Atlantic Forest. *Ecology* 100(2):e02541. <https://doi.org/10.1002/ecy.2541>
- Safford HF (1999) Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 26:693-712. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00313.x>
- Sanger JC, Kirkpatrick JB (2017) Fine partitioning of epiphyte habitat within Johansson zones in tropical Australian rain forest trees. *Biotropica* 49:27-34. <https://doi.org/10.1111/btp.12351>
- Sapucci CR, Reboita MS, Carvalho VS et al. (2018) Condições meteorológicas associadas com a ocorrência de geadas na Serra da Mantiqueira. *Revista Brasileira de Climatologia* 9:153-167. <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60948>
- Scatena FN, Bruijnzeel LA, Bubb P et al. (2010) Setting the stage. In: Bruijnzeel LA, Scatena FN, Hamilton LS (eds.), Tropical Montane Cloud Forests - Science for Conservation and Management: Cambridge University Press, Cambridge. pp 3-13.

- Stevens GC (1992) The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist* 140:893-911. <https://doi.org/10.1086/285447>
- Sun L, Luo J, Qian L et al. (2020) The relationship between elevation and seed-plant species richness in the Mt. Namjagbarwa region (Eastern Himalayas) and its underlying determinants. *Global Ecology and Conservation* 17:e01053. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01053>
- Title PO, Bemmels JB (2018) ENVIREM: an expanded set of bioclimatic and topographic variables increases flexibility and improves performance of ecological niche modeling. *Ecography* 41:291-307. <https://doi.org/10.1111/ecog.02880>
- van der Werff H, Consiglio T (2004) Distribution and conservation significance of endemic species of flowering plants in Peru. *Biodiversity & Conservation* 13:1699-1713. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000029334.69717.f0>
- Vetaas OR, Paudel KP, Christensen M (2019) Principal factors controlling biodiversity along an elevation gradient: Water, energy and their interaction. *Journal of Biogeography* 46:1652-1663. <https://doi.org/10.1111/jbi.13564>
- Vilanova MRN (2015) Long-term rainfall trends in Serra da Mantiqueira Environmental Protection Area, southeast Brazil. *Environmental Earth Sciences* 73:4779–4790. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3763-y>
- Wilson AM, Jetz W (2016) Remotely sensed high-resolution global cloud dynamics for predicting ecosystem and biodiversity distributions. *PLoS Biology* 14:e1002415. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002415>
- Wolf JH (1994) Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. *Vegetatio* 112:15-28. <https://doi.org/10.1007/BF00045096>

Wolf JH, Alejandro FS (2003) Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography* 30:1689-1707.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00902.x>

Wolf e Flamenco-S 2003

Zotz G (2005) Vascular epiphytes in the temperate zones—a review. *Plant Ecology* 176:173-83.  
<https://doi.org/10.1007/s11258-004-0066-5>

Zotz G (2016). *Plants on plants - the biology of vascular epiphytes*. New York: Springer. p 282.

## Anexo

Tabela – Frequência relativa das espécies de epífita vasculares amostradas em 18 parcelas ao longo das nanoflorestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil.

Fam.	Espécies	1270	1360	1450	1470	1520	1560	1620	1620	1670	1700	1710	1820	1880	1980	2070	2160	2340	2350	Total	Par
<b>Poly</b>	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	1.37	7.22	4.44	3.23	0.88	0.54	3.16	10.99	3.93	3.56	9.78	7.17	17.90	7.32	5.16		2.86	10.10	5.53	17
<b>Poly</b>	<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	1.37	0.76	4.81	0.81	0.88	3.24	1.58	4.19	4.97	2.49	0.95	9.87		3.05	13.15	3.13	5.00	9.77	4.05	17
<b>Brom</b>	<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	30.14	6.84	10.37		0.44		9.09		1.45		16.09	1.79							4.05	8
<b>Hyme</b>	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw.			1.48	6.05	6.14	4.32	7.11	3.66	0.41	4.98			5.56	4.27	15.49	8.59	10.36		3.94	13
<b>Poly</b>	<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	15.75	13.31	8.89	1.21	6.14	1.08	8.30		4.35		7.57	1.79							3.94	10
<b>Poly</b>	<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota					1.32		0.40				3.15	11.21		21.34	3.29	18.75	7.50	13.36	3.85	9
<b>Poly</b>	<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R.Sm. & R.C.Moran			2.22	13.31	2.63	4.32	4.35	5.24	2.28	9.25	0.32		8.02						2.88	10
<b>Poly</b>	<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	8.22	3.42	2.96	4.03	3.51		4.74		1.24		12.30	1.79							2.49	9
<b>Brom</b>	<i>Vriesea itatiaiae</i> Wawra														1.83	0.47	14.84	17.86	9.77	2.37	5
<b>Brom</b>	<i>Vriesea bituminosa</i> Wawra	3.42					1.62	1.19	2.62	1.86	0.71	0.32	0.45		26.22	0.47	5.47	2.14		1.98	12
<b>Brom</b>	<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	19.18	7.60	12.96																1.91	3
<b>Dryo</b>	<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett. ex Kuhn) Hieron.				0.40	6.58	0.54	5.14	2.62	1.66	7.12					8.45		0.36		1.89	9
<b>Brom</b>	<i>Vriesea sceptrum</i> Mez					1.32		0.40				1.26	15.25			16.43		1.07		1.84	6
<b>Orch</b>	<i>Cattleya mantiqueirae</i> (Fowlie) Van den Berg														2.44	13.62	6.25	12.50		1.75	4
<b>Poly</b>	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée			2.22	2.02	3.95		0.79	1.57			12.30		0.62						1.50	7
<b>Dryo</b>	<i>Elaphoglossum</i> sp.						5.41							5.56	3.05		9.38		9.45	1.50	5
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.			1.11	1.61	1.32	1.08	5.53	2.09	0.41	4.98	3.15	3.59							1.47	10
<b>Poly</b>	<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	0.68		2.96	0.40	6.14	0.54	4.35	1.05	0.41	1.42	5.99								1.45	10
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.			1.11		2.63		2.37		2.69	0.71	1.58	11.66							1.40	7

<b>Brom</b>	<i>Vriesea longicaulis</i> (Baker) Mez	1.52	6.05	12.43	4.19	3.20							1.36	5		
<b>Dryo</b>	<i>Elaphoglossum gayanum</i> (Fée) T.Moore		1.21	4.39	1.98	6.28	0.83	0.36		2.82	6.07		1.34	8		
<b>Gris</b>	<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.		0.44	1.62			1.24		1.23		0.78	2.50	9.45	1.13	7	
<b>Poly</b>	<i>Zygophlebia longipilosa</i> (C.Chr.) L.E.Bishop			5.95							7.03		9.45	1.13	3	
<b>Orch</b>	<i>Dichaea cogniauxiana</i> Schltr.		0.54			3.93	8.19							0.99	3	
<b>Poly</b>	<i>Stenogrammitis wittigiana</i> (Fée & Glaziou) Labiak									3.76	11.79			0.94	2	
<b>Dryo</b>	<i>Elaphoglossum edwallii</i> Rosenst.		4.44	0.54		7.33	2.85			1.88				0.88	5	
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia</i> sp. 2									5.56			9.45	0.88	2	
<b>Poly</b>	<i>Leucotrichum organense</i> (Gardner) Labiak		1.61	8.77	1.19	2.09	1.78				0.36			0.85	6	
<b>Brom</b>	<i>Vriesea penduliflora</i> L.B.Sm.	1.52					6.63							0.83	2	
<b>Orch</b>	<i>Phymatidium geiselii</i> Ruschi									22.22				0.83	1	
<b>Poly</b>	<i>Melpomene pilosissima</i> (M.Martens & Galeotti) A.R.Sm. & R.C.Moran	2.22		0.54	5.76	2.48			3.09					0.81	5	
<b>Cact</b>	<i>Schlumbergera opuntiooides</i> (Loefgr. & Dusén) D.R.Hunt	1.52									5.47	8.57		0.81	3	
<b>Gesn</b>	<i>Sinningia douglasii</i> (Lindl.) Chautems		4.82	0.40					9.87					0.78	3	
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis juengeri</i> Barthlott & N.P.Taylor					5.18	3.20							0.78	2	
<b>Poly</b>	<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L.E.Bishop	0.37	5.65	0.88	0.54	0.40	2.09	1.86		0.47				0.76	8	
<b>Brom</b>	<i>Nidularium ferdinandocoburgii</i> Wawra	2.22					5.59							0.76	2	
<b>Orch</b>	<i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	0.76	0.40	2.19	0.54	2.37	1.05	2.48	0.95					0.74	8	
<b>Dryo</b>	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching		0.88	2.16	0.40	1.57	3.11			3.66		0.36		0.74	7	
<b>Arac</b>	<i>Philodendron cordatum</i> Kunth ex Schott			9.73				4.98						0.74	2	
<b>Brom</b>	<i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker										0.78	9.77	0.71	2		
<b>Orch</b>	<i>Gomesa ranifera</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams		0.81	0.44	0.79	3.66		0.32	2.24	1.85	0.61	2.82	0.78	0.36	0.69	11

<b>Brom</b>	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.				0.54				5.05		4.88	3.13	0.67	4					
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.												9.45	0.67	1				
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium auritum</i> Sw.		0.37	0.81	0.88	0.54	0.40	2.62	1.86	0.32				3.70	0.64	9			
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia mandioccana</i> Miq.		0.74											4.35	3.09	0.64	3		
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum paranaense</i> Barb.Rodr.			0.40						1.66	6.76					0.64	3		
<b>Sola</b>	<i>Dyssochroma viridiflorum</i> (Sims) Miers	0.68	0.38	4.44		0.88	1.08	0.40	1.05	1.24						0.62	8		
<b>Orch</b>	<i>Stelis caespitosa</i> Lindl.					0.44		2.37		2.07	1.07				3.29		0.62	5	
<b>Arac</b>	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.			1.85	0.81		0.54		1.05	3.11	0.36						0.60	6	
<b>Orch</b>	<i>Prosthechea allemanoides</i> (Hoehne) W.E.Higgins	4.79	4.56	2.59													0.60	3	
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum chlorinum</i> Barb.Rodr.				0.40					0.62	6.94						0.60	3	
<b>Gesn</b>	<i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H.E.Moore	0.68	1.52							4.14							0.58	3	
<b>Orch</b>	<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.		0.37	0.40		1.08			2.07	1.07	1.58				0.94		0.55	7	
<b>Orch</b>	<i>Anathallis linearifolia</i> (Cogn.) Pridgeon & M.W.Chase					5.70		3.95			0.32						0.55	3	
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia trineura</i> Miq.					3.51						6.73					0.53	2	
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum mantiqueiranum</i> Porto & Brade									0.36	2.21	1.79			3.29	2.34		0.51	5
<b>Poly</b>	<i>Moranopteris achilleifolia</i> (Kaulf.) R.Y.Hirai & J.Prado				1.61				1.57		5.34						0.51	3	
<b>Brom</b>	<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B.Sm.		1.52		7.26												0.51	2	
<b>Rubi</b>	<i>Hillia parasitica</i> Jacq.									1.66	4.27						0.46	2	
<b>Orch</b>	<i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron & V.P.Castro	2.74	3.42	2.22													0.44	3	
<b>Brom</b>	<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.		2.28	4.44	0.40												0.44	3	
<b>Brom</b>	<i>Nidularium rutilans</i> E.Morren					4.86				0.36					4.88		0.41	3	
<b>Orch</b>	<i>Octomeria geraensis</i> Barb.Rodr.					3.95		3.56									0.41	2	

<b>Orch</b>	<i>Acianthera jordanensis</i> (Brade) F.Barros				0.40				7.62			0.41	2	
<b>Orch</b>	<i>Acianthera cryptophoranthoides</i> (Loefgr.) F.Barros	6.84										0.41	1	
<b>Orch</b>	<i>Acianthera luteola</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	6.84										0.41	1	
<b>Orch</b>	<i>Acianthera malachantha</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase								11.11			0.41	1	
<b>Brom</b>	<i>Wittrockia cyathiformis</i> (Vell.) Leme			4.39	2.77							0.39	2	
<b>Poly</b>	<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E.Bishop	1.48	3.63	0.44		0.52						0.35	4	
<b>Orch</b>	<i>Gomesa glaziovii</i> Cogn.	0.37						2.90				0.35	2	
<b>Marc</b>	<i>Marcgravia polyantha</i> Delpino		3.23		3.78							0.35	2	
<b>Brom</b>	<i>Vriesea</i> sp. 2								9.15			0.35	1	
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	0.37		0.88			1.24		0.62		1.56	0.71	0.32	6
<b>Brom</b>	<i>Nidularium marigoii</i> Leme				1.08					0.94		3.57	0.32	3
<b>Gesn</b>	<i>Nematanthus lanceolatus</i> (Poir.) Chautems		2.42					2.85					0.32	2
<b>Orch</b>	<i>Christensonella neowiedii</i> (Rchb.f.) S.Koehler			3.07	2.77								0.32	2
<b>Blec</b>	<i>Lomaridium plumieri</i> (Desv.) C.Presl				7.03	0.52							0.32	2
<b>Brom</b>	<i>Billbergia distachia</i> (Vell.) Mez		1.85	1.32		0.52	0.62		0.32				0.30	5
<b>Brom</b>	<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	0.68	1.52	1.85			0.21		0.32				0.28	5
<b>Arac</b>	<i>Anthurium minarum</i> Sakur. & Mayo	0.68	0.76	0.74				1.45					0.28	4
<b>Orch</b>	<i>Specklinia grobyi</i> (Bateman ex Lindl.) F.Barros			0.44	4.35								0.28	2
<b>Orch</b>	<i>Bifrenaria vitellina</i> (Lindl.) Lindl.							2.48					0.28	1
<b>Bego</b>	<i>Begonia fischeri</i> Schrank				1.62		1.04	0.36		0.62		0.78	0.25	5
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.			0.40			2.62	0.62		1.23			0.25	4
<b>Orch</b>	<i>Cattleya coccinea</i> Lindl.	2.74						0.71	2.24				0.25	3



<b>Arac</b>	<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	3.70			0.21				0.25	2
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia corcovadensis</i> Gardn.		4.03	0.54					0.25	2
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium</i> sp. 2		1.61			0.36		2.47	0.61	4
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst.	3.42	0.37						0.23	2
<b>Orch</b>	<i>Gomesa uniflora</i> (Booth ex Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	0.38	3.63						0.23	2
<b>Orch</b>	<i>Pleurothallis</i> sp. 2			2.63	1.58				0.23	2
<b>Orch</b>	<i>Gomesa gardneri</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams					2.21		1.41	0.23	2
<b>Orch</b>	<i>Bifrenaria stefanae</i> V.P.Castro					3.56			0.23	1
<b>Pter</b>	<i>Vittaria</i> sp.				0.52	1.07		0.61	3.13	4
<b>Arac</b>	<i>Anthurium leonii</i> E.G.Gonç.			2.70	0.52	0.62			0.21	3
<b>Orch</b>	<i>Lankesterella gnoma</i> (Kraenzl.) Hoehne				1.05	0.41		2.24	0.21	3
<b>Poly</b>	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl		1.61		1.98				0.21	2
<b>Orch</b>	<i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R.B.Singer et al.			1.32	2.37				0.21	2
<b>Poly</b>	<i>Melpomene flabelliformis</i> (Poir.) A.R.Sm. & R.C.Moran					2.09		3.09	0.21	2
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia trineuroides</i> Dahlst.							0.94	2.50	2
<b>Orch</b>	<i>Acianthera saundersiana</i> (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase		3.33						0.21	1
<b>Pter</b>	<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.					0.41	0.32	0.94	1.07	4
<b>Orch</b>	<i>Gomesa cogniauxiana</i> (Schltr.) M.W.Chase & N.H.Williams				0.40		0.95	1.79	0.18	3
<b>Orch</b>	<i>Christensonella subulata</i> (Lindl.) Szlach. et al.	2.28	0.74						0.18	2
<b>Arac</b>	<i>Philodendron</i> sp.		2.42			1.05			0.18	2
<b>Orch</b>	<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.						1.45		0.16	1
<b>Poly</b>	Polypodiaceae 2						2.49		0.16	1

<b>Brom</b>	<i>Vriesea guttata</i> Linden & André	1.52	0.40	0.21			0.14	3	
<b>Orch</b>	<i>Bulbophyllum regnellii</i> Rchb.f.		0.40		1.42	0.32	0.14	3	
<b>Orch</b>	<i>Gomesa gomezoides</i> (Barb.Rodr.) Pabst			0.40	0.41	1.07	0.14	3	
<b>Brom</b>	<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	1.52	0.74				0.14	2	
<b>Orch</b>	<i>Isabelia violacea</i> (Lindl.) van den Berg & M.W.Chase	0.76		1.58			0.14	2	
<b>Orch</b>	<i>Gomesa praetexta</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams	0.38	1.85				0.14	2	
<b>Poly</b>	<i>Alansmia reclinata</i> (Brack) Moguel & M. Kessler			2.16	1.05		0.14	2	
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth					0.61	3.91	0.14	2
<b>Gesn</b>	<i>Nematanthus crassifolius</i> (Schott) Wiehler			3.24			0.14	1	
<b>Orch</b>	<i>Octomeria</i> sp.					1.89	0.14	1	
<b>Orch</b>	<i>Gomesa concolor</i> (Hook.) M.W.Chase & N.H.Williams					3.66	0.14	1	
<b>Gesn</b>	<i>Sinningia cooperi</i> (Paxton) Wiehler	0.68		1.57		0.32	0.12	3	
<b>Poly</b>	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger		0.81	1.05		0.36	0.12	3	
<b>Lyc</b>	<i>Phlegmariurus biformis</i> (Hook.) B.Øllg.		1.32	0.52			0.36	0.12	3
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum difforme</i> Jacq.	1.37	1.11				0.12	2	
<b>Brom</b>	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	0.68	1.52				0.12	2	
<b>Pter</b>	<i>Radiovittaria gardneriana</i> (Fée) E.H.Crane	1.52			0.21		0.12	2	
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium feei</i> Kunze ex Fée		0.74		0.62		0.12	2	
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia tenella</i> (Sw.) A.Dietr.		0.40	2.09			0.12	2	
<b>Orch</b>	<i>Hapalorchis lineatus</i> (Lindl.) Schltr.					1.22	2.34	0.12	2
<b>Orch</b>	<i>Octomeria rubrifolia</i> Barb.Rodr.	1.90					0.12	1	
<b>Orch</b>	<i>Octomeria wawrae</i> Rchb.f.	1.90					0.12	1	

<b>Hyme</b>	<i>Vandenboschia radicans</i> (Sw.) Copel.				2.70				0.12	1	
<b>Clus</b>	<i>Clusia</i> sp	0.68	0.38	0.40		0.52			0.09	4	
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis pulchra</i> Loefgr.		0.74			0.21		0.61	0.09	3	
<b>Poly</b>	<i>Ceradenia albidula</i> (Baker) L.E. Bishop			0.44	0.54			0.71	0.09	3	
<b>Onag</b>	<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz					0.36		0.78	0.71	0.09	3
<b>Gesn</b>	<i>Nematanthus fornix</i> (Vell.) Chautems			0.88	1.08				0.09	2	
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia galioides</i> Kunth					0.62		0.36	0.09	2	
<b>Poly</b>	Polypodiaceae 1		1.52						0.09	1	
<b>Orch</b>	<i>Bulbophyllum micropetaliforme</i> J.E.Leite		1.52						0.09	1	
<b>Orch</b>	<i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.		1.52						0.09	1	
<b>Orch</b>	<i>Scuticaria hadwenii</i> (Lindl.) Planch.		1.52						0.09	1	
<b>Poly</b>	Polypodiaceae 3			1.61					0.09	1	
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum proligerum</i> Barb.Rodr.		0.74		0.54				0.07	2	
<b>Brom</b>	<i>Neoregelia ibitipocensis</i> (Leme) Leme				1.08	0.21			0.07	2	
<b>Orch</b>	<i>Specklinia marginalis</i> (Rchb.f.) F.Barros				0.79		0.32		0.07	2	
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum</i> sp.				0.79		0.45		0.07	2	
<b>Orch</b>	<i>Eurystyles actinosophila</i> (Barb.Rodr.) Schltr.					0.52	0.71		0.07	2	
<b>Orch</b>	<i>Grobya amherstiae</i> Lindl.					0.52	0.71		0.07	2	
<b>Orch</b>	<i>Bulbophyllum exaltatum</i> Lindl.	2.05							0.07	1	
<b>Orch</b>	<i>Trichosalpinx montana</i> (Barb.Rodr.) Luer		1.14						0.07	1	
<b>Orch</b>	<i>Centroglossa macroceras</i> Rchb.f.			1.21					0.07	1	
<b>Brom</b>	<i>Racinaea aerisincola</i> (Mez) M.A.Spencer & L.B.Sm.			1.21					0.07	1	

<b>Orch</b>	<i>Maxillaria lindleyana</i> Schltr.			1.62			0.07	1
<b>Orch</b>	<i>Pleurothallis</i> sp. 1				1.57		0.07	1
<b>Orch</b>	<i>Stelis</i> sp.					1.07	0.07	1
<b>Poly</b>	<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J.Sm.	0.38	0.37				0.05	2
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.		0.37			0.21	0.05	2
<b>Orch</b>	<i>Octomeria diaphana</i> Lindl.			0.40		0.21	0.05	2
<b>Orch</b>	<i>Gomesa cuneata</i> (Scheidw.) M.W.Chase & N.H.Williams			0.40		0.36	0.05	2
<b>Poly</b>	<i>Pecluma truncorum</i> (Lindm.) M.G.Price			0.40	0.52		0.05	2
<b>Brom</b>	<i>Aechmea coelestis</i> (K.Koch) E.Morren				0.52	0.36	0.05	2
<b>Brom</b>	<i>Wittrockia gigantea</i> (Baker) Leme				0.52	0.36	0.05	2
<b>Orch</b>	<i>Rhetinantha notylioglossa</i> (Rchb.f.) M.A.Blanco		0.74				0.05	1
<b>Brom</b>	<i>Quesnelia strobilispica</i> Wawra			0.81			0.05	1
<b>Brom</b>	<i>Vriesea</i> sp. 3			0.81			0.05	1
<b>Lyc</b>	<i>Phlegmariurus quadrifariatus</i> (Bory) B.Øllg.			0.88			0.05	1
<b>Orch</b>	<i>Prescottia lancifolia</i> Lindl.				1.08		0.05	1
<b>Orch</b>	<i>Dryadella lilliputiana</i> (Cogn.) Luer				0.79		0.05	1
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis pulchra</i> Loefgr.				0.79		0.05	1
<b>Orch</b>	<i>Gomesa imperatoris-maximiliani</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams					1.05	0.05	1
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis clavata</i> F.A.C.Weber					1.05	0.05	1
<b>Lyc</b>	<i>Phlegmariurus fontinaloides</i> (Spring) B.Øllg.					0.41	0.05	1
<b>Cact</b>	<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott					0.41	0.05	1
<b>Brom</b>	<i>Billbergia amoena</i> (Lodd.) Lindl.					0.71	0.05	1

<b>Poly</b>	<i>Polyphlebium angustatum</i> (Carmich.) Ebihara & Dubuisson		1.23	0.05	1
<b>Brom</b>	<i>Vriesea billbergioides</i> E.Morren ex Mez		1.23	0.05	1
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	0.68		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Polystachya paulensis</i> Rchb.f.	0.68		0.02	1
<b>Poly</b>	<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn.	0.38		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Encyclia patens</i> Hook.	0.38		0.02	1
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium geraense</i> (C.Chr.) Sylvestre	0.37		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Gomesa jucunda</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams	0.40		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Gomesa recurva</i> R.Br.	0.40		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Promenaea xanthina</i> (Lindl.) Lindl.	0.40		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Stelis aprica</i> Lindl.	0.40		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Stelis megantha</i> Barb.Rodr.	0.40		0.02	1
<b>Cact</b>	<i>Hattoria salicornioides</i> (Haw.) Britton & Rose	0.40		0.02	1
<b>Brom</b>	<i>Vriesea ruschii</i> L.B.Sm.	0.40		0.02	1
<b>Poly</b>	<i>Moranopteris gradata</i> (Baker) R.Y.Hirai & J.Prado		0.54	0.02	1
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia</i> sp. 1		0.54	0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Maxillaria ochroleuca</i> Lodd. ex Lindl.		0.54	0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Pleurothallis</i> sp. 4		0.54	0.02	1
<b>Mela</b>	<i>Pleiochiton blepharodes</i> (DC.) Reginato et al.		0.54	0.02	1
<b>Hyme</b>	<i>Hymenophyllum</i> sp2		0.54	0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Dryadella edwallii</i> (Cogn.) Luer		0.40	0.02	1
<b>Brom</b>	<i>Nidularium</i> sp.		0.40	0.02	1

<b>Brom</b>	<i>Vriesea</i> sp. 1	0.40		0.02	1
<b>Poly</b>	<i>Polybotrya pilosa</i> Brade	0.52		0.02	1
<b>Poly</b>	<i>Serpocaulon</i> sp.	0.52		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Grandiphyllum divaricatum</i> (Lindl.) Docha Neto	0.52		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Pleurothallis</i> sp. 3	0.52		0.02	1
<b>Hyme</b>	<i>Hymenophyllum</i> sp1	0.52		0.02	1
<b>Cact</b>	<i>Rhipsalis elliptica</i> G.Lindb. ex K.Schum.	0.52		0.02	1
<b>Pipe</b>	<i>Peperomia crinicaulis</i> C.DC.	0.21		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Bifrenaria aureofulva</i> (Hook.) Lindl.	0.21		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	0.21		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Eurystyles cogniauxii</i> (Kraenzl.) Pabst	0.21		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Bulbophyllum glutinosum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	0.36		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Elleanthus brasiliensis</i> (Lindl.) Rchb.f.	0.36		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Myoxanthus punctatus</i> (Barb.Rodr.) Luer	0.36		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Pleurothallis</i> sp. 5	0.36		0.02	1
<b>Aspl</b>	<i>Asplenium</i> sp1	0.36		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Octomeria ochroleuca</i> Barb.Rodr.	0.32		0.02	1
<b>Orch</b>	<i>Oncidium</i> sp.	0.32		0.02	1
<b>Mora</b>	<i>Ficus</i> sp.	0.45		0.02	1
<b>Pter</b>	<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	0.78		0.02	1
<b>Lyc</b>	<i>Phlegmariurus acerosus</i> (Sw.) B.Øllg.	0.36		0.02	1

Fam. – Famílias: Arac – Araceae, Aspl – Aspleniaceae, Bego – Begoniaceae, Blec – Blechnaceae, Brom – Bromeliaceae, Cact – Cactaceae, Clus – Clusiaceae, Dryo – Dryopteridaceae, Gesn – Gesneriaceae, Gris – Griselinaceae, Hyme – Hymenophyllaceae, Lyco – Lycopodiaceae, Mela – Melastomataceae, Mora – Moraceae, Onag – Onagraceae, Orch – Orchidaceae, Pipe – Piperaceae, Poly – Polypodiaceae, Pter – Pteridaceae, Rubi – Rubiaceae, Sola – Solanaceae. Total – frequência relativa considerando todas as 18 parcelas amostradas. Par – número de parcelas em que a espécie foi registrada.

## Anexo 1

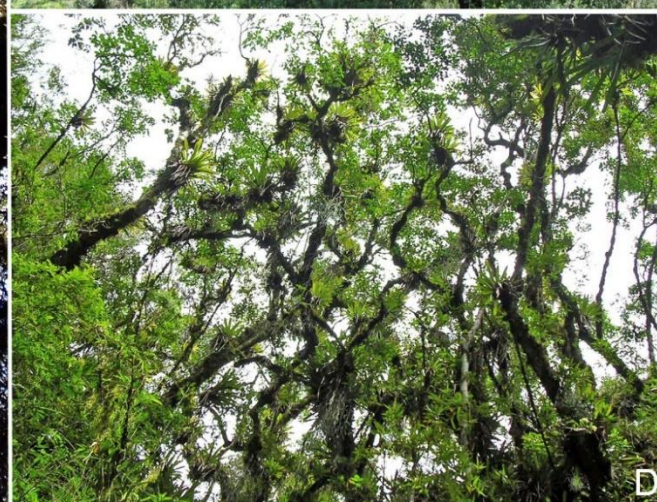
# Florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil

Fotos de Samyra G. Furtado & Luiz Menini Neto





A, D – Parque Estadual (P.E.) da Serra do Papagaio; B – P.E. do Ibitipoca; C – Serra Negra



A – Parque Estadual (P.E.) Serra do Brigadeiro; B – Parque Nacional do Itatiaia; C – P.E.da Serra do Papagaio; D – P.E. do Ibitipoca



A – Parque Nacional do Itatiaia, B, C – Parque Estadual (P.E.) do Ibitipoca; D – P.E. da Serra do Papagaio



A – Parque Estadual (P.E.) Campos do Jordão; B – Pico dos Marins; C – Parque Nacional do Caparaó; D – P.E. da Serra do Papagaio; E, F, G – P.E. do Ibitipoca; H – Serra do Cruz

## Anexo 2

# Guia fotográfico das espécies de epífitas vasculares das florestas nebulares da Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil

Fotos de Samyra G. Furtado & Luiz Menini Neto, exceto onde indicado



Amaryllidaceae  
*Hippeastrum calyptratum*



Araceae  
*Anthurium comtum*



*Anthurium comtum*



Araceae  
*Anthurium leonii*



Araceae  
*Anthurium minarum*



Araceae  
*Anthurium pentaphyllum*



*Anthurium scandens*



Araceae  
*Anthurium scandens*



Araceae  
*Heteropsis rigidifolia*



Araceae  
*Monstera adansonii*



Araceae  
*Philodendron appendiculatum*



Araceae  
*Philodendron appendiculatum*



Araceae  
*Philodendron cordatum*



Araceae  
*Philodendron cordatum*



Araceae  
*Philodendron minarum*



Araceae  
*Philodendron minarum*



Araceae  
*Philodendron propinquum*



Araceae  
*Philodendron propinquum*



Araceae  
*Thaumatococcus biglandulus*



Aspleniaceae  
*Asplenium auriculatum*



Aspleniaceae  
*Asplenium auriculatum*



Aspleniaceae  
*Asplenium auritum*



Aspleniaceae  
*Asplenium auritum*



Aspleniaceae  
*Asplenium harpeodes*



Aspleniaceae  
*Asplenium incurvatum*



Aspleniaceae  
*Asplenium praemorsum*



Aspleniaceae  
*Asplenium praemorsum*



Aspleniaceae  
*Asplenium serra*



Aspleniaceae  
*Asplenium serra*



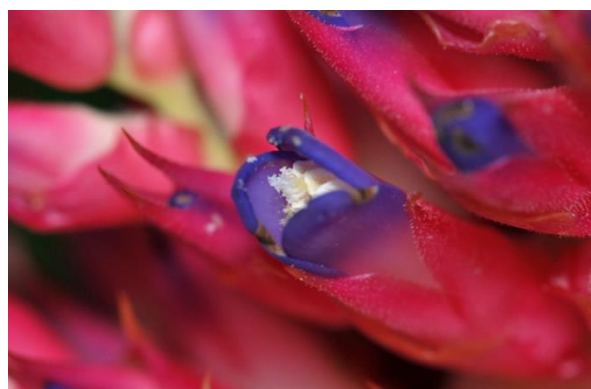
Blechnaceae  
*Lomaridium plumieri*



Bromeliaceae  
*Acanthostachys strobilacea*



Bromeliaceae  
*Aechmea aiuruocensis*



Bromeliaceae  
*Aechmea aiuruocensis*



Bromeliaceae  
*Aechmea bromeliifolia*



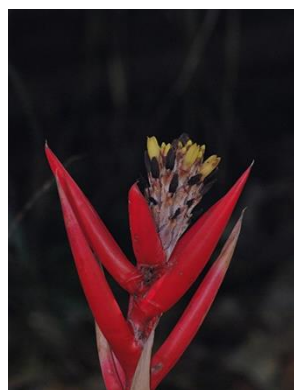
Bromeliaceae  
*Aechmea coelestis*



Bromeliaceae  
*Aechmea distichantha*



Bromeliaceae  
*Aechmea distichantha*



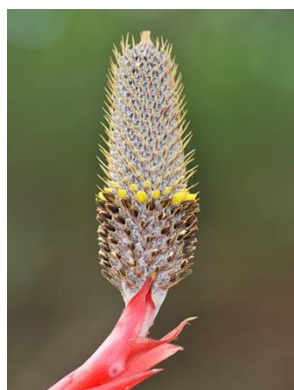
Bromeliaceae  
*Aechmea lamarchei*



Bromeliaceae  
*Aechmea nudicaulis*



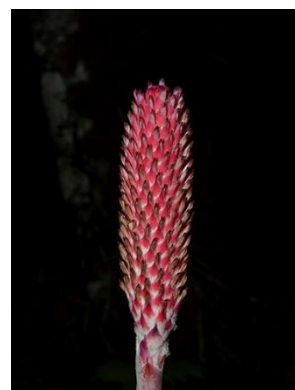
Bromeliaceae  
*Aechmea nudicaulis*



Bromeliaceae  
*Aechmea pineliana*



Bromeliaceae  
*Aechmea ramosa*



Bromeliaceae  
*Aechmea vanhoutteana*



Bromeliaceae  
*Aechmea vanhoutteana*



Bromeliaceae  
*Billbergia alfosjoannis*



Bromeliaceae  
*Billbergia alfosjoannis*



Bromeliaceae  
*Billbergia amoena*



Bromeliaceae  
*Billbergia amoena*





Bromeliaceae  
*Billbergia distachia*



Bromeliaceae  
*Billbergia distachia*



Bromeliaceae  
*Billbergia euphemiae*



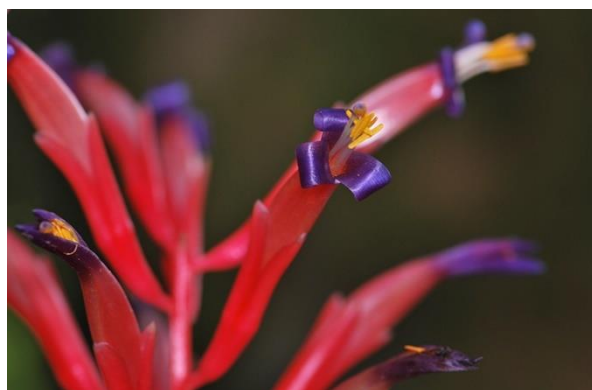
Bromeliaceae  
*Billbergia euphemiae*



Bromeliaceae  
*Billbergia horrida*



Bromeliaceae  
*Billbergia lymanii*



Bromeliaceae  
*Billbergia lymanii*



Bromeliaceae  
*Billbergia vittata*



Bromeliaceae  
*Billbergia vittata*



Bromeliaceae  
*Billbergia zebrina*



Bromeliaceae  
*Canistropsis marceloi*



Bromeliaceae  
*Fernseea itatiaiae*



Bromeliaceae  
*Fernseea itatiaiae*



Bromeliaceae  
*Neoregelia aff. simulans*



Bromeliaceae  
*Neoregelia farinosa*



Bromeliaceae  
*Neoregelia ibitipocensis*



Bromeliaceae  
*Neoregelia lymaniana*  
Foto: Ana Paula Gelli de Faria



Bromeliaceae  
*Nidularium marigoii*



Bromeliaceae  
*Quesnelia kautskyi*



Bromeliaceae  
*Quesnelia strobilispica*



Bromeliaceae  
*Racinaea aerisincola*



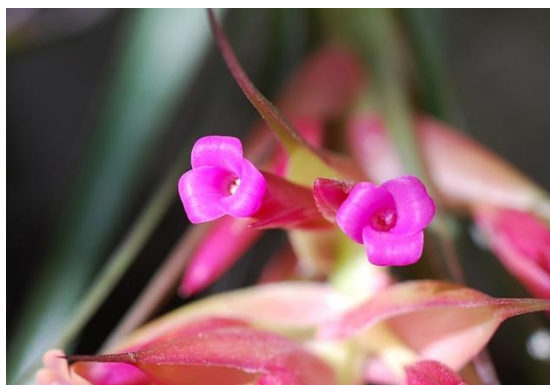
Bromeliaceae  
*Tillandsia gardneri*



Bromeliaceae  
*Tillandsia gardneri*



Bromeliaceae  
*Tillandsia geminiflora*



Bromeliaceae  
*Tillandsia geminiflora*



Bromeliaceae  
*Tillandsia polystachia*



Bromeliaceae  
*Tillandsia recurvata*



Bromeliaceae  
*Tillandsia streptocarpa*



Bromeliaceae  
*Tillandsia stricta*



Bromeliaceae  
*Tillandsia tenuifolia*



Bromeliaceae  
*Tillandsia tenuifolia*



Bromeliaceae  
*Tillandsia usneoides*



Bromeliaceae  
*Vriesea billbergioides*



Bromeliaceae  
*Vriesea billbergioides*



Bromeliaceae  
*Vriesea bituminosa*



Bromeliaceae  
*Vriesea bituminosa*



Bromeliaceae  
*Vriesea capixabae*



Bromeliaceae  
*Vriesea friburgensis*



Bromeliaceae  
*Vriesea friburgensis*



Bromeliaceae  
*Vriesea gradata*



Bromeliaceae  
*Vriesea gradata*



Bromeliaceae  
*Vriesea guttata*



Bromeliaceae  
*Vriesea guttata*



Bromeliaceae  
*Vriesea heterostachys*



Bromeliaceae  
*Vriesea heterostachys*



Bromeliaceae  
*Vriesea hoehniana*



Bromeliaceae  
*Vriesea longicaulis*



Bromeliaceae  
*Vriesea longicaulis*



Bromeliaceae  
*Vriesea lubbersii*



Bromeliaceae  
*Vriesea paraibica*

Foto: Daniel Elias Ferreira Barbosa



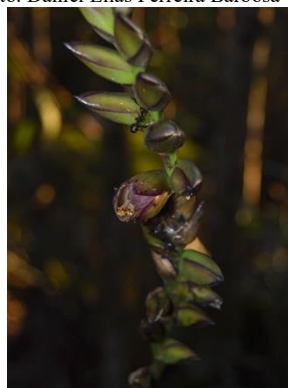
Bromeliaceae  
*Vriesea penduliflora*



Bromeliaceae  
*Vriesea penduliflora*



Bromeliaceae  
*Vriesea ruschii*



Bromeliaceae  
*Vriesea ruschii*



Bromeliaceae  
*Vriesea sceptrum*



Bromeliaceae  
*Vriesea sceptrum*



Bromeliaceae  
*Vriesea vagans*



Bromeliaceae  
*Wittrockia cyathiformis*



Bromeliaceae  
*Wittrockia cyathiformis*



Bromeliaceae  
*Wittrockia gigantea*



Cactaceae  
*Hatiora cylindrica*



Cactaceae  
*Hatiora cylindrica*



Cactaceae  
*Hatiora salicornioides*



Cactaceae  
*Hatiora salicornioides*



Cactaceae  
*Lepismium cruciforme*



Cactaceae  
*Lepismium cruciforme*



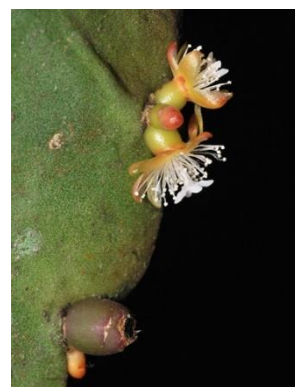
Cactaceae  
*Lepismium houlettianum*



Cactaceae  
*Lepismium houlettianum*



Cactaceae  
*Rhipsalis elliptica*



Cactaceae  
*Rhipsalis elliptica*



Cactaceae  
*Rhipsalis elliptica*



Cactaceae  
*Rhipsalis floccosa*



Cactaceae  
*Rhipsalis floccosa*



Cactaceae  
*Rhipsalis floccosa*



Cactaceae  
*Rhipsalis juengeri*



Cactaceae  
*Rhipsalis juengeri*



Cactaceae  
*Rhipsalis lindbergiana*



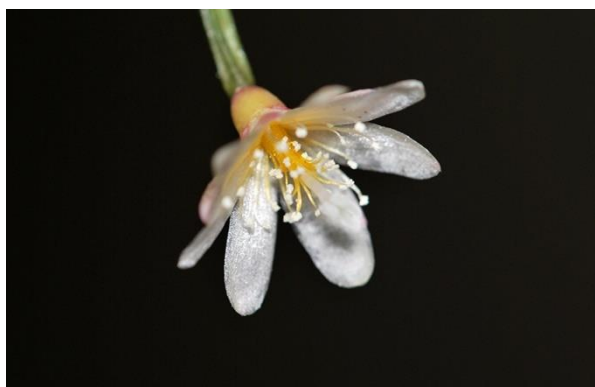
Cactaceae  
*Rhipsalis lindbergiana*



Cactaceae  
*Rhipsalis pilocarpa*



Cactaceae  
*Rhipsalis pilocarpa*



Cactaceae  
*Rhipsalis pulchra*



Cactaceae  
*Rhipsalis pulchra*



Cactaceae  
*Schlumbergera kautskyi*



Cactaceae  
*Schlumbergera microsphaerica*



Cactaceae  
*Schlumbergera opuntioides*



Cactaceae  
*Schlumbergera opuntioides*



Dryopteridaceae  
*Elaphoglossum edwallii*



Dryopteridaceae  
*Elaphoglossum edwallii*



Dryopteridaceae  
*Elaphoglossum gayanum*



Dryopteridaceae  
*Elaphoglossum vagans*



Dryopteridaceae  
*Elaphoglossum vagans*



Dryopteridaceae  
*Polybotrya pilosa*



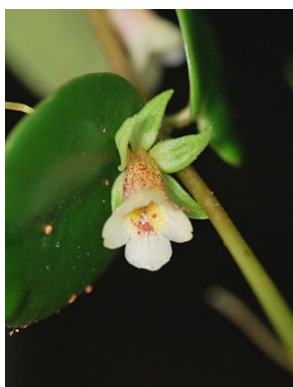
Dryopteridaceae  
*Polybotrya pilosa*



Dryopteridaceae  
*Rumohra adiantiformis*



Gesneriaceae  
*Codonanthe carnosae*



Gesneriaceae  
*Codonanthe cordifolia*



Gesneriaceae  
*Nemanthus crassifolius*



Gesneriaceae  
*Nemanthus fornix*



Gesneriaceae  
*Nemanthus fornix*



Gesneriaceae  
*Nemanthus lanceolatus*



Gesneriaceae  
*Nemanthus cf. sericeus*



Gesneriaceae  
*Nemanthus strigillosus*



Gesneriaceae  
*Nemanthus strigillosus*



Gesneriaceae  
*Sinningia cooperi*



Gesneriaceae  
*Sinningia cooperi*



Gesneriaceae  
*Sinningia cooperi*



Gesneriaceae  
*Sinningia douglasii*



Gesneriaceae  
*Sinningia douglasii*



Gesneriaceae  
*Sinningia magnifica*



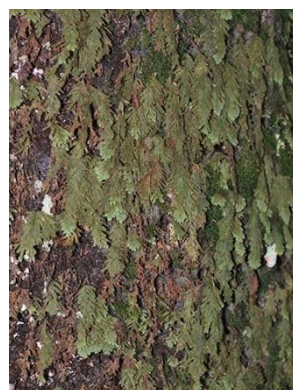
Griselinaceae  
*Griselinia ruscifolia*



Griselinaceae  
*Griselinia ruscifolia*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum asplenioides*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum fragile*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum fragile*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum polyanthos*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum polyanthos*



Hymenophyllaceae  
*Hymenophyllum polyanthos*



Hymenophyllaceae  
*Polyphlebium angustatum*



Hymenophyllaceae  
*Polyphlebium angustatum*



Hymenophyllaceae  
*Trichomanes anadromum*



Hymenophyllaceae  
*Trichomanes anadromum*





Hymenophyllaceae  
*Trichomanes anadromum*



Hymenophyllaceae  
*Trichomanes polypodioides*



Hymenophyllaceae  
*Trichomanes polypodioides*



Hymenophyllaceae  
*Vandenboschia radicans*



Lentibulariaceae  
*Utricularia reniformis*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus acerorus*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus acerorus*



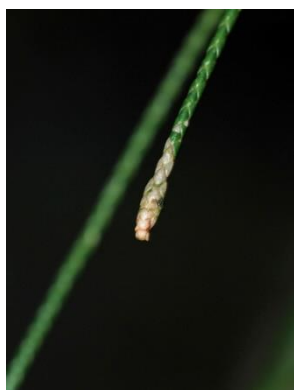
Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus biformis*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus biformis*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus fontinaloides*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus fontinaloides*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus heterocarpon*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus quadrifariatus*



Lycopodiaceae  
*Phlegmariurus quadrifariatus*



Melastomataceae  
*Pleiochiton blepharodes*



Melastomataceae  
*Pleiochiton blepharodes*



Onagraceae  
*Fuchsia regia*



*Fuchsia regia*  
Onagraceae



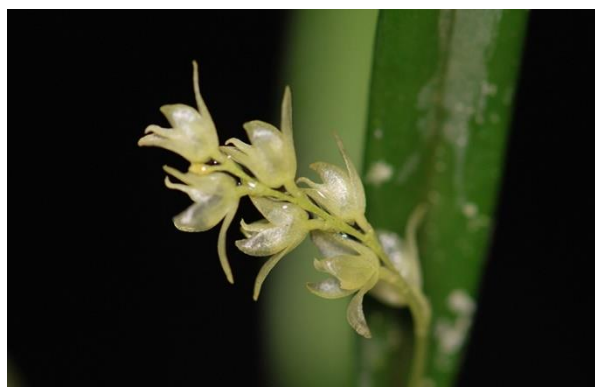
Ophioglossaceae  
*Ophioglossum palmatum*



Ophioglossaceae  
*Ophioglossum palmatum*



Orchidaceae  
*Acianthera cryptophoranthoides*



Orchidaceae  
*Acianthera hygrophila*



Orchidaceae  
*Acianthera jordanensis*



Orchidaceae  
*Acianthera jordanensis*



Orchidaceae  
*Acianthera luteola*



Orchidaceae  
*Acianthera luteola*



Orchidaceae  
*Acianthera malachantha*



Orchidaceae  
*Acianthera octophrys*



Orchidaceae  
*Acianthera octophrys*



Orchidaceae  
*Acianthera recurva*



Orchidaceae  
*Acianthera rostellata*



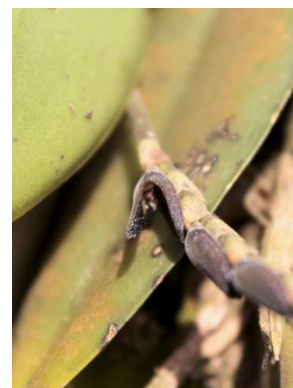
Orchidaceae  
*Acianthera rostellata*



Orchidaceae  
*Acianthera saundersiana*



Orchidaceae  
*Acianthera saundersiana*



Orchidaceae  
*Acianthera saurocephala*



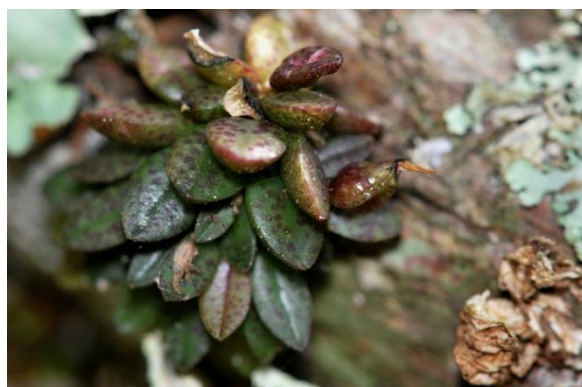
Orchidaceae  
*Acianthera tricarinata*



Orchidaceae  
*Anathallis adenochila*



Orchidaceae  
*Anathallis bocainensis*



Orchidaceae  
*Anathallis corticicola*



Orchidaceae  
*Anathallis gehrtii*



Orchidaceae  
*Anathallis linearifolia*



Orchidaceae  
*Anathallis linearifolia*



Orchidaceae  
*Anathallis liparanges*



Orchidaceae  
*Anathallis radialis*



Orchidaceae  
*Anathallis rubens*



Orchidaceae  
*Anathallis rubens*



Orchidaceae  
*Anathallis sclerophylla*



Orchidaceae  
*Bifrenaria aureofulva*



Orchidaceae  
*Bifrenaria clavigera*



Orchidaceae  
*Bifrenaria harrisoniae*



Orchidaceae  
*Bifrenaria harrisoniae*



Orchidaceae  
*Bifrenaria stefanae*



Orchidaceae  
*Bifrenaria vitellina*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis barbosa*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis consanguinea*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis consanguinea*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis gracilis*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis gracilis*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis picta*



Orchidaceae  
*Brasiliorchis picta*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum exaltatum*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum exaltatum*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum glutinosum*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum glutinosum*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum granulosum*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum micropetaliforme*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum micropetaliforme*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum regnellii*



Orchidaceae  
*Bulbophyllum regnellii*



Orchidaceae  
*Campylocentrum neglectum*



Orchidaceae  
*Campylocentrum neglectum*



Orchidaceae  
*Campylocentrum robustum*



Orchidaceae  
*Capanemia adelaidae*



Orchidaceae  
*Capanemia adelaidae*



Orchidaceae  
*Capanemia gehrtii*



Orchidaceae  
*Capanemia therezae*



Orchidaceae  
*Cattleya bicolor*



Orchidaceae  
*Cattleya cernua*



Orchidaceae  
*Cattleya coccinea*



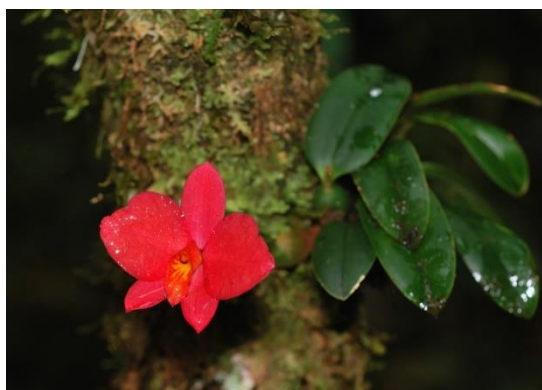
Orchidaceae  
*Cattleya coccinea*



Orchidaceae  
*Cattleya coccinea*



Orchidaceae  
*Cattleya loddigesii*



Orchidaceae  
*Cattleya mantiqueirae*



Orchidaceae  
*Cattleya mantiqueirae*



Orchidaceae  
*Cattleya mantiqueirae*



Orchidaceae  
*Cattleya pygmaea*



Orchidaceae  
*Cattleya pygmaea*



Orchidaceae  
*Cattleya schilleriana*



Orchidaceae  
*Christensonella newwiedii*



Orchidaceae  
*Christensonella newwiedii*



Orchidaceae  
*Christensonella paranaensis*



Orchidaceae  
*Christensonella paranaensis*



Orchidaceae  
*Christensonella subulata*



Orchidaceae  
*Christensonella subulata*



Orchidaceae  
*Christensonella subulata*



Orchidaceae  
*Christensonella subulata*



Orchidaceae  
*Dichaea cogniauxiana*



Orchidaceae  
*Dichaea cogniauxiana*



Orchidaceae  
*Dichaea pendula*



Orchidaceae  
*Dryadella edwallii*



Orchidaceae  
*Dryadella liliputiana*



Orchidaceae  
*Dryadella liliputiana*



Orchidaceae  
*Elleanthus brasiliensis*



Orchidaceae  
*Encyclia patens*



Orchidaceae  
*Epidendrum armeniacum*



Orchidaceae  
*Epidendrum avicula*



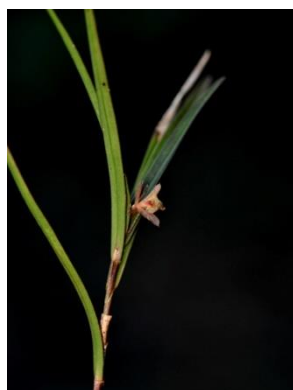
Orchidaceae  
*Epidendrum chlorinum*



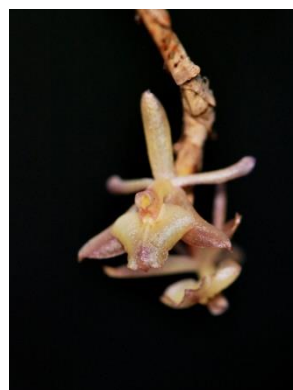
Orchidaceae  
*Epidendrum chlorinum*



Orchidaceae  
*Epidendrum latilabrum*



Orchidaceae  
*Epidendrum linearifolium*



Orchidaceae  
*Epidendrum linearifolium*



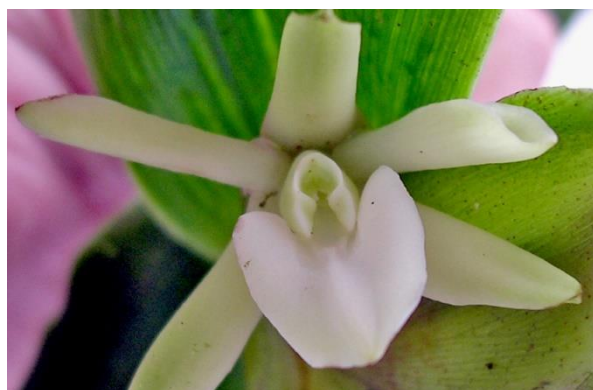
Orchidaceae  
*Epidendrum mantiqueiranum*



Orchidaceae  
*Epidendrum mantiqueiranum*



Orchidaceae  
*Epidendrum parahybunense*



Orchidaceae  
*Epidendrum paranaense*



Orchidaceae  
*Epidendrum proligerum*



Orchidaceae  
*Epidendrum proligerum*



Orchidaceae  
*Epidendrum pseudodiforme*



Orchidaceae  
*Epidendrum rigidum*





Orchidaceae  
*Epidendrum saxatile*



Orchidaceae  
*Eurystyles actinosophila*



Orchidaceae  
*Eurystyles actinosophila*



Orchidaceae  
*Eurystyles cogniauxii*



Orchidaceae  
*Eurystyles cogniauxii*



Orchidaceae  
*Eurystyles cotyledon*



Orchidaceae  
*Gomesa cogniauxiana*



Orchidaceae  
*Gomesa cogniauxiana*



Orchidaceae  
*Gomesa cogniauxiana*



Orchidaceae  
*Gomesa concolor*



Orchidaceae  
*Gomesa concolor*



Orchidaceae  
*Gomesa cuneata*



Orchidaceae  
*Gomesa forbesii*



Orchidaceae  
*Gomesa gardneri*



Orchidaceae  
*Gomesa gardneri*



Orchidaceae  
*Gomesa glaziovii*



Orchidaceae  
*Gomesa gomezoides*



Orchidaceae  
*Gomesa gomezoides*



Orchidaceae  
*Gomesa jucunda*



Orchidaceae  
*Gomesa longicornu*



Orchidaceae  
*Gomesa longicornu*



Orchidaceae  
*Gomesa pratexta*



Orchidaceae  
*Gomesa ranifera*



Orchidaceae  
*Gomesa ranifera*



Orchidaceae  
*Gomesa ranifera*



Orchidaceae  
*Gomesa recurva*



Orchidaceae  
*Gomesa recurva*



Orchidaceae  
*Gomesa uhlii*

Orchidaceae



Orchidaceae  
*Gomesa uniflora*



Orchidaceae  
*Gomesa uniflora*



Orchidaceae  
*Gomesa varicosa*



Orchidaceae  
*Grandiphyllum divaricatum*



Orchidaceae  
*Grobya amherstiae*



Orchidaceae  
*Hapalorchis lineatus*



Orchidaceae  
*Hapalorchis micranthus*



Orchidaceae  
*Hapalorchis micranthus*



Orchidaceae  
*Hapalorchis micranthus*



Orchidaceae  
*Heterotaxis brasiliensis*



Orchidaceae  
*Heterotaxis brasiliensis*



Orchidaceae  
*Isabelia violacea*



Orchidaceae  
*Isabelia violacea*



Orchidaceae  
*Isabelia virginalis*



Orchidaceae  
*Isabelia virginalis*



Orchidaceae  
*Isochilus linearis*



Orchidaceae  
*Isochilus linearis*



Orchidaceae  
*Lankesterella gnoma*



Orchidaceae  
*Lankesterella gnoma*



Orchidaceae  
*Loefgrenianthus blanche-amesii*



Orchidaceae  
*Loefgrenianthus blanche-amesii*



Orchidaceae  
*Masdevallia infracta*



Orchidaceae  
*Masdevallia infracta*



Orchidaceae  
*Maxillaria bradei*



Orchidaceae  
*Maxillaria ochroleuca*



Orchidaceae  
*Maxillaria ochroleuca*



Orchidaceae  
*Maxillariella robusta*



Orchidaceae  
*Mormolyca rufescens*



Orchidaceae  
*Myoxanthus punctatus*



Orchidaceae  
*Myoxanthus punctatus*



Orchidaceae  
*Octomeria concolor*



Orchidaceae  
*Octomeria concolor*



Orchidaceae  
*Octomeria crassifolia*



Orchidaceae  
*Octomeria cucullata*



Orchidaceae  
*Octomeria cucullata*



Orchidaceae  
*Octomeria diaphana*



Orchidaceae  
*Octomeria diaphana*



Orchidaceae  
*Octomeria geraensis*



Orchidaceae  
*Octomeria grandiflora*



Orchidaceae  
*Octomeria juncifolia*



Orchidaceae  
*Octomeria juncifolia*



Orchidaceae  
*Octomeria lichenicola*



Orchidaceae  
*Octomeria lichenicola*



Orchidaceae  
*Octomeria ochroleuca*



Orchidaceae  
*Octomeria ochroleuca*



Orchidaceae  
*Octomeria rubrifolia*



Orchidaceae  
*Octomeria rubrifolia*



Orchidaceae  
*Octomeria tricolor*



Orchidaceae  
*Octomeria wawrae*



Orchidaceae  
*Octomeria wawrae*



Orchidaceae  
*Pabstia jugosa*



Orchidaceae  
*Pabstiella calcarata*



Orchidaceae  
*Pabstiella calcarata*



Orchidaceae  
*Pabstiella fusca*



Orchidaceae  
*Pabstiella fusca*



Orchidaceae  
*Pabstiella hians*



Orchidaceae  
*Pabstiella hians*



Orchidaceae  
*Pabstiella mentigera*



Orchidaceae  
*Pabstiella pleurothalloides*



Orchidaceae  
*Pabstiella pleurothalloides*



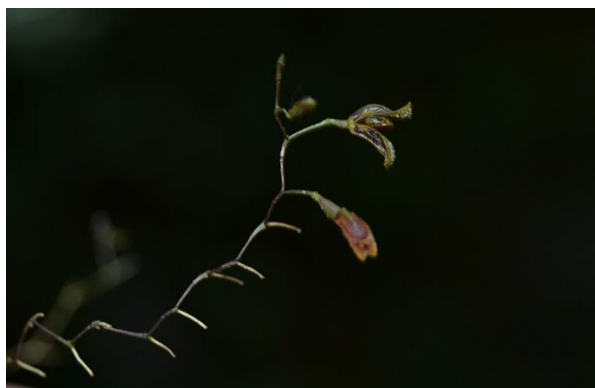
Orchidaceae  
*Pabstiella pterophora*



Orchidaceae  
*Pabstiella punctatifolia*



Orchidaceae  
*Pabstiella sordida*



Orchidaceae  
*Pabstiella sordida*



Orchidaceae  
*Pabstiella cf. trifida*



Orchidaceae  
*Pabstiella uniflora*



Orchidaceae  
*Pabstiella uniflora*



Orchidaceae  
*Phymatidium hysteranthum*



Orchidaceae  
*Phymatidium mellobarretoii*



Orchidaceae  
*Phymatidium mellobarretoii*



Orchidaceae  
*Polystachya paulensis*



Orchidaceae  
*Polystachya paulensis*



Orchidaceae  
*Promenaea xanthina*



Orchidaceae  
*Prosthechea allemanoides*



Orchidaceae  
*Prosthechea allemanoides*



Orchidaceae  
*Prosthechea allemanoides*



Orchidaceae  
*Prosthechea allemanoides*



Orchidaceae  
*Prosthechea calamaria*



Orchidaceae

*Prosthechea fragrans*

Orchidaceae

*Prosthechea pachysepala*

Orchidaceae

*Prosthechea pachysepala*

Orchidaceae

*Prosthechea pygmaea*

Orchidaceae

*Rhetinantha notylioglossa*

Orchidaceae

*Scaphyglottis modesta*

Orchidaceae

*Scaphyglottis modesta*

Orchidaceae

*Specklinia grobyi*

Orchidaceae

*Specklinia marginalis*

Orchidaceae

*Stelis aprica*

Orchidaceae

*Stelis aprica*

Orchidaceae

*Stelis argentata*

Orchidaceae

*Stelis argentata*

Orchidaceae

*Stelis caespitosa*





*Stelis caespitosa*  
Orchidaceae



*Stelis intermedia*  
Orchidaceae



*Stelis intermedia*  
Orchidaceae



*Stelis megantha*  
Orchidaceae



*Stelis megantha*  
Orchidaceae



*Stelis papaquerensis*  
Orchidaceae



*Stelis papaquerensis*  
Orchidaceae



*Thysanoglossa organensis*  
Orchidaceae



*Thysanoglossa organensis*  
Orchidaceae



*Trichocentrum pumilum*  
Orchidaceae



*Trichosalpinx montana*  
Orchidaceae



*Trichosalpinx montana*  
Orchidaceae



*Xylobium undulatum*  
Orchidaceae



*Zygopetalum maxillare*  
Orchidaceae



*Zygostates lunata*  
Orchidaceae



*Peperomia alata*  
Piperaceae



Piperaceae  
*Peperomia catharinensis*



Piperaceae  
*Peperomia corcovadensis*



Piperaceae  
*Peperomia corcovadensis*



Piperaceae  
*Peperomia crinicaulis*



Piperaceae  
*Peperomia crinicaulis*



Piperaceae  
*Peperomia diaphanoides*



Piperaceae  
*Peperomia galioides*



Piperaceae  
*Peperomia galioides*



Piperaceae  
*Peperomia glabella*



Piperaceae  
*Peperomia glabella*



Piperaceae  
*Peperomia hilariana*



Piperaceae  
*Peperomia hilariana*



Piperaceae  
*Peperomia hispidula*



Piperaceae  
*Peperomia hispidula*



Piperaceae  
*Peperomia mandioccana*



Piperaceae  
*Peperomia mandioccana*



Piperaceae  
*Peperomia martiana*



Piperaceae  
*Peperomia pseudoestrellensis*



Piperaceae  
*Peperomia pseudoestrellensis*



Piperaceae  
*Peperomia quadrifolia*



Piperaceae  
*Peperomia rotundifolia*



Piperaceae  
*Peperomia subternifolia*



Piperaceae  
*Peperomia subternifolia*



Piperaceae  
*Peperomia tetraphylla*



Piperaceae  
*Peperomia tetraphylla*



Piperaceae  
*Peperomia trineura*



Polypodiaceae  
*Alansmia reclinata*



Polypodiaceae  
*Alansmia reclinata*



Polypodiaceae  
*Campyloneurum aglaolepis*



Polypodiaceae  
*Campyloneurum angustifolium*



Polypodiaceae  
*Campyloneurum rigidum*



Polypodiaceae  
*Ceradenia albidula*



Polypodiaceae  
*Ceradenia albidula*



Polypodiaceae  
*Cochlidium punctatum*



Polypodiaceae  
*Cochlidium punctatum*



Polypodiaceae  
*Cochlidium serrulatum*



Polypodiaceae  
*Lellingeria apiculata*



Polypodiaceae  
*Lellingeria apiculata*



Polypodiaceae  
*Lellingeria apiculata*



Polypodiaceae  
*Leucotrichum organense*



Polypodiaceae  
*Leucotrichum schenkii*



Polypodiaceae  
*Melpomene flabelliformis*



Polypodiaceae  
*Microgramma squamulosa*



Polypodiaceae  
*Microgramma squamulosa*



Polypodiaceae  
*Microgramma tecta*



Polypodiaceae  
*Microgramma tecta*



Polypodiaceae  
*Moranopteris achilleifolia*



Polypodiaceae  
*Moranopteris achilleifolia*



Polypodiaceae  
*Moranopteris gradata*



Polypodiaceae  
*Niphidium crassifolium*



Polypodiaceae  
*Pechuma pectinatiformis*



Polypodiaceae  
*Phlebodium pseudoaureum*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis astrolepis*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis hirsutissima*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis hirsutissima*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis macrocarpa*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis pleopeltidis*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis pleopeltidis*



Polypodiaceae  
*Pleopeltis pleopeltifolia*



Polypodiaceae  
*Serpocaulon catharinae*



Polypodiaceae  
*Serpocaulon catharinae*



Polypodiaceae  
*Serpocaulon fraxinifolium*



Pteridaceae  
*Polytaenium lineatum*



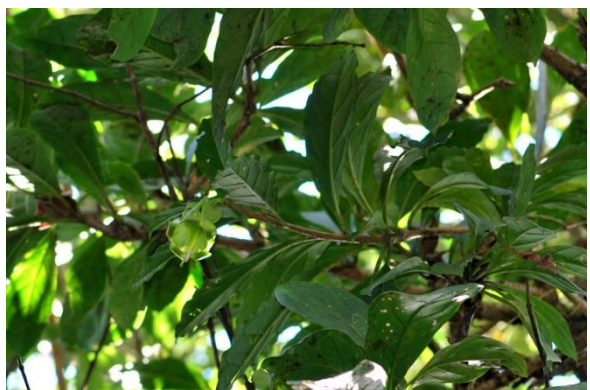
Polypodiaceae  
*Vittaria graminifolia*



Rubiaceae  
*Hillia parasitica*



Solanaceae  
*Dysochroa longipes*



Solanaceae  
*Dysochroa viridiflorum*



Solanaceae  
*Dysochroa viridiflorum*