



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**PÓS - GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA APLICADA AO MANEJO E**  
**CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS**

**Breno Moreira**

**AS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO**  
**IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL: ANÁLISE FLORÍSTICA,**  
**FITOGEOGRÁFICA E FITOSSOCIOLÓGICA**

**Juiz de Fora, 2017**

**BRENO MOREIRA**

**AS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO  
IBITIPOCA. MINAS GERAIS, BRASIL: ANÁLISE FLORÍSTICA,  
FITOGEOGRÁFICA E FITOSSOCIOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Doutor em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

**Orientadora: Dr<sup>a</sup> Fátima Regina Gonçalves Salimena**

**Co-Orientador: Dr. Fabrício Alvim Carvalho**

**Juiz de Fora - Minas Gerais**

**Dezembro de 2017**

Moreira, B.

As Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil: análise florística, fitogeográfica e fitossociológica

(Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora). D.Sc., Programa de Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais, 2017. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

**BRENO MOREIRA**

**AS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO  
IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL: ANÁLISE FLORÍSTICA,  
FITOGEOGRÁFICA E FITOSSOCIOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Doutor em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fátima Regina Gonçalves Salimena**

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (Orientadora)

---

**Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho**

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (Co-Orientador)

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Juliane Floriano Lopes Santos**

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

---

**Prof. Dr. Luiz Menini Neto**

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

---

**Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano**

Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

---

**Dr. Arthur Sérgio Mouço Valente**

Instituto Estadual de Florestas - IEF

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus, nosso pai, pelo amparo constante, pela paciência e o amor que dedica a todos nós.

Agradeço à Mãe Natureza, pelas paisagens inspiradoras e pelas suas dádivas. É buscando entendê-la que é válido o nosso esforço.

À minha querida mãe, D. Rita, meu pai, Guto, aos meus avós e a toda minha família pelo amor e apoio que sempre recebi.

À minha esposa, Letícia, que esteve sempre ao meu lado, incentivando e me motivando a buscar meus objetivos.

Agradeço à minha orientadora, Fátima Regina Gonçalves Salimena e ao meu co-orientador, Fabrício Alvim Carvalho, pela amizade, pelos ensinamentos e confiança depositada.

Agradeço a todos os meus professores, pelos ensinamentos, pela paciência, bom humor, confiança, prestatividade, cuidado, valiosas dicas e amizade.

Agradeço aos funcionários do Parque Estadual do Ibitipoca pelo apoio constante ao longo do projeto e ao grande auxílio prestado pelos discentes da Pós-Graduação em Ecologia (PGECOL) e do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), durante as atividades de campo e rotinas de herbário.

À Fundação de Amparo à pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (APQ 2165/14) e (454008/2014-7).

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para este trabalho, seja através de coletas, opiniões, correções, críticas, bibliografia, ou perguntas que possibilitaram importantes discussões, meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	11
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO GERAL .....	16
CAPÍTULO I - FLORA FANEROGÂMICA E FITOGEOGRAFIA DAS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.....	21
RESUMO .....	21
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	26
Área de estudo.....	26
Composição florística.....	28
Distribuição fitogeográfica.....	29
RESULTADOS.....	29
Composição florística.....	29
Distribuição fitogeográfica.....	41
DISCUSSÃO.....	43
Composição florística.....	43
Distribuição fitogeográfica.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL.....	56
RESUMO .....	56
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO .....	59
MATERIAL E MÉTODOS .....	62
Amostragem da vegetação .....	63
Análise dos dados.....	63
RESULTADOS.....	67
Florística e estrutura geral da comunidade.....	67
Heterogeneidade florística.....	76
DISCUSSÃO.....	79
Florística e estrutura geral da comunidade.....	79
Heterogeneidade florística.....	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXO I .....	95
ANEXO II .....	101
ANEXO III.....	106

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

**Figura 1.** Localização geográfica do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil, com destaque para suas fitofisionomias.

**Figura 2.** A-B. Visão panorâmica das fitofisionomias; C-D. Detalhes da borda das Nanoflorestas Nebulares com destaque para os ambientes de transição; E-F. Detalhes do interior das Nanoflorestas Nebulares, Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 3.** Famílias botânicas mais representativas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 4.** Gêneros botânicos mais representativos nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

### Capítulo II

**Figura1.** Localização geográfica das cinco áreas de Nanoflorestas Nebulares amostradas em diferentes gradientes altitudinais no Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 2.** Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil, com destaque para o mosaico de fitofisionomias.

**Figura 3.** A-C-E-G-I (AI-AII-AIII-AIV-AV). Detalhes das bordas das Nanoflorestas Nebulares com destaque para os ambientes de transição; B-D-F-H-J (AI-AII-AIII-AIV-AV). Detalhes do interior das Nanoflorestas Nebulares, Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 4.** (A) Densidade e (B) riqueza das famílias mais representativas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 5.** Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. (A) Área total; (B) Área I - 1300 m; (C) Área II - 1350 m; (D) Área III - 1400 m. (E) Área IV - 1500 m; (F) Área V -1600 m.

**Figura 6.** Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. (A) Área total; (B) Área I - 1300 m; (C) Área II - 1350 m; (D) Área III - 1400 m. (E) Área IV - 1500 m; (F) Área V -1600 m.

**Figura 7.** Dendrogramas (UPGMA) gerados através dos coeficientes de (A) Jaccard e (B) Bray-Curtis para análises de classificação das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Figura 8.** Ordenação de espécies entre as parcelas dos cinco gradientes altitudinais amostrados pela técnica quantitativa de Análise de Correspondência Distendida (DCA).

**Figura 9.** Distribuição da riqueza de espécies ao longo das cinco cotas altimétricas amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

**Tabela 1.** Composição da flora fanerogâmica das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Tabela 2.** Grupos fitogeográficos dos gêneros representados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

### Capítulo II

**Tabela 1.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. Espécies ordenadas de forma decrescente segundo o Valor de Importância (VI). Siglas: DA: densidade absoluta; AB: área basal; FA: frequência absoluta; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; FR: frequência relativa; VI(%): valor de importância em %.

**Tabela 2.** Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

**Tabela 3.** Coeficientes de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis obtidos através da comparação entre as cinco cotas altimétricas amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil.

## **RESUMO GERAL**

As Florestas Tropicais são ecossistemas altamente diversos, que apresentam grande vulnerabilidade devido a um complexo conjunto de fatores, que variam de acordo com a região. Mais da metade da cobertura global das florestas tropicais úmidas já foi convertida através de ações antrópicas e a área remanescente encontra-se amplamente fragmentada. As Florestas Nebulares da região Neotropical estão entre as mais desconhecidas e ameaçadas de todas as vegetações florestais dos trópicos. No Brasil, as Florestas Nebulares possuem uma importante representatividade na Serra da Mantiqueira, uma cordilheira de montanhas que faz parte da Floresta Atlântica, estendendo-se desde o Planalto de Caldas e o Planalto de Campos do Jordão, até o Planalto do Caparaó, na divisa entre Minas Gerais e o Espírito Santo, com uma área aproximada de 13.176 km<sup>2</sup>. Trabalhos com descrições florísticas e estruturais na Serra da Mantiqueira, são relativamente poucos em comparação com sua ampla extensão, e apesar de sua importância florística e ecológica, ela ainda é pouco conhecida. Dentre as formações florestais menos conhecidas, estão as Nanoflorestas Nebulares, bem como suas relações com as variações ambientais locais e a forma como essas variáveis proporcionam modificações florísticas nessa fitofisionomia. Os aspectos que envolvem as Nanoflorestas Nebulares relacionam-se com o fato de sua imersão na camada de nuvens e com o ciclo hidrológico local. Ocorrem em cinturões de altitude estreitos, em sulcos do relevo montanhoso ou em picos de montanha, com a distribuição de espécies semelhante a arquipélagos. Buscando ampliar o conhecimento sobre as formações florestais de altitude da Serra da Mantiqueira, este estudo foi desenvolvido com os objetivos de (1) avaliar a composição florística das Nanoflorestas Nebulares e a contribuição dos elementos de distribuição tropical e temperados nessa fitofisionomia e (2) analisar e descrever a composição, riqueza e diversidade de espécies, assim como a estrutura fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de trechos de Nanoflorestas Nebulares localizados em diferentes cotas altitudinais no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), localizado no estado de Minas Gerais, no domínio da Mata Atlântica, Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. A hipótese ecológica que norteou este trabalho é que há a ocorrência de de significativas variações florísticas e estruturais da vegetação arbórea ao longo do gradiente altitudinal. No Capítulo I, foi avaliada a composição florística das Nanoflorestas Nebulares do PEIB e realizou-se análises de fitogeografia.

Para o levantamento, foram realizadas 12 campanhas de campo mensais, durante um ano, para coleta de material botânico, com duração de três dias cada, em diferentes áreas de Nanoflorestas Nebulares do PEIB. Para as análises de fitogeografia, os gêneros foram classificados em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros atuais de diversidade. A distribuição geográfica das espécies foi baseada na consulta à literatura e em *sites* especializados. Foram encontradas 371 espécies, 209 gêneros e 73 famílias de fanerógamas. As famílias de maior riqueza foram Orchidaceae (84 spp.), Asteraceae (39 spp.) e Melastomataceae (21 spp). Os gêneros com maior riqueza foram *Leandra* (09 spp.), *Epidendrum* (09 spp.), *Pleurothallis* (09 spp.), *Mikania* (07 spp.) e *Miconia* (07 spp). O hábito arbóreo foi predominante, com 103 espécies (27,7%), seguido por 83 arbustivas (22,3%), 82 ervas epífitas (22%), 80 ervas terrestres (21,5%) e 23 lianas (6,5%). Os gêneros com distribuição tropical representaram 86,5%, enquanto os elementos temperados representaram 13,5% do total. No Capítulo II foi descrita a estrutura florestal das Nanoflorestas Nebulares do PEIB. Foram definidas cinco cotas altitudinais variando de 1300 m a 1600 m s.n.m. Em cada cota foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 m x 20 m, totalizando 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) por cota e amostra total de 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). No interior das parcelas foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,30 m acima do solo) maior ou igual a 5,0 cm. A descrição da estrutura de cada comunidade foi realizada com base em parâmetros fitossociológicos. A diversidade de espécies foi analisada pelo índice de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J'). As cotas altitudinais foram comparadas através dos parâmetros fitossociológicos, diversidade, índices de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis associados a dendrogramas e análise de ordenação através da Análise de Correspondência Distendida (DCA). A análise de similaridade *One-way* ANOSIM foi realizada para testar estatisticamente a diferença espacial na composição de espécies. Para a área total, foram amostrados 2303 indivíduos vivos, distribuídos em 147 espécies, pertencentes a 37 famílias botânicas. Dentre as famílias de maior riqueza estão Myrtaceae (29 spp.), Lauraceae (12 spp.), Melastomataceae (10 spp.), Rubiaceae e Sapindaceae (08 spp. cada). O valor do índice de Shannon (H') para a área total (1 ha) foi 4,06 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,81. Maiores similaridades foram encontradas entre cotas mais próximas. A DCA e os dendrogramas demonstraram a presença de um gradiente com forte substituição de espécies entre as cotas altitudinais. A premissa inicial de que as comunidades arbóreas das Nanoflorestas Nebulares do

PEIB apresentam variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais foi confirmada pelos resultados apresentados.

**Palavras-chave:** Conservação, Floresta Atlântica, Floresta Nebular, Floresta Ombrófila Densa, Serra da Mantiqueira.

## **ABSTRACT**

Tropical Forests are highly diverse ecosystems, which are highly vulnerable due to a complex set of factors, which vary by region. More than half of the global coverage of the tropical rainforests has been converted through anthropic actions and the remaining area is largely fragmented. Cloud Forests of the Neotropical region are among the most unknown and endangered of all tropical forest vegetation. In Brazil, the Cloud Forests have an important representation in the Serra da Mantiqueira, a mountain complex that forms part of the Atlantic Forest, extending from the Planalto de Caldas and the Campos do Jordão Planalto, to the Planalto of Caparaó, on the border between Minas Gerais and Espírito Santo, with an approximate area of 13.176 km<sup>2</sup>. Work with floristic and structural descriptions in the Serra da Mantiqueira, are relatively few compared to its wide extent, and despite its floristic and ecological importance, it is still little known. Among the least known forest formations are the Dwarf Cloud Forests, as well as their relationship with local environmental variations and the way these variables provide floristic modifications in this phytophysiognomy. The aspects that involve the Dwarf Cloud Forests are related to the fact of their immersion in the cloud layer and with the local hydrological cycle. They occur in narrow altitude belts, in ridges of mountainous relief or in mountain peaks, with the distribution of species similar to archipelagos. Aiming to increase knowledge about the altitude formations of the Serra da Mantiqueira, this study was developed with the objectives of (1) to know the floristic composition of the Dwarf Cloud Forests and the contribution of the elements of tropical and temperate distribution in this phytophysiognomy, and (2) to analyze and to describe the composition, richness and diversity of species, as well as the phytosociological structure of the Dwarf Cloud Forests shrub-tree component of sections located in different altitudinal gradients in the of Ibitipoca State Park (ISP), located in Minas Gerais State, Forest Atlantic domain, Serra da Mantiqueira, Southeast Region of Brazil.

The ecological hypothesis that guided this work is that there are significant floristic and structural variations of the tree vegetation along the altitudinal gradient. In Chapter I, the floristic composition of the Dwarf Cloud Forests of the ISP was evaluated and phytogeography analyzes were performed. In order to carry out the survey, 12 field campaigns monthly, for one year, were carried out to collect botanical material, lasting three days each, in different areas of the ISP Dwarf Cloud Forests. For the phytogeography analyzes, the genera were classified into seven phytogeographic groups delimited based on their current diversity centers. The geographic distribution of the species was based on the consultation of the literature and specialized sites. We found 371 species, 209 genera and 73 families of phanerogams. The richest families were Orchidaceae (84 spp.), Asteraceae (39 spp.) and Melastomataceae (21 spp.). The genera with the greatest wealth were *Leandra* (09 spp.), *Epidendrum* (09 spp.), *Pleurothallis* (09 spp.), *Mikania* (07 spp.) and *Miconia* (07 spp.). The arboreal habit was predominant with 103 species (27,7%), followed by 83 shrubs (22,3%), 82 epiphytic herbs (22%), 80 terrestrial herbs (21,5%) and 23 lianas (6,5%). The genera with tropical distribution represent 86,5%, while the temperate elements represent 13,5% of the total. In Chapter II the forest structure of the Dwarf Cloud Forests of the ISP was described. Five altitudinal levels were defined ranging from 1300 m to 1600 m s.n.m. In each level 10 plots of 10 m x 20 m were randomly allocated, totaling 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) per level and a total sample of 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). In the interior of the plots were sampled all trees with diameter at breast height (DBH, measured at 1,30 m above the ground) greater or equal to 5,0 cm. The description of the structure of each community was carried out based on phytosociological parameters. The diversity of species was analyzed by the Shannon diversity index (H') and the Pielou equability (J'). The altitudinal levels were compared through the phytosociological parameters, diversity, Jaccard and Bray-Curtis similarity indices associated with dendrograms and ordering analysis through Distended Correspondence Analysis (DCA). ANOSIM One-way similarity analysis was performed to statistically test the spatial difference in species composition. For the total area, 2303 living individuals were sampled, distributed in 147 species, belonging to 37 botanical families. Among the richest families are Myrtaceae (29 spp.), Lauraceae (12 spp.), Melastomataceae (10 spp.), Rubiaceae and Sapindaceae (08 spp each). The value of the Shannon index (H') for the total area (1 ha) was 4,06 nats.ind<sup>-1</sup>, and the Pielou equability (J') was 0,81. Larger similarities were found between closer levels. DCA and dendrograms demonstrated the presence of a gradient with strong species substitution

between altitudinal levels. The initial premise that ISP Dwarf Cloud Forests arboreal communities present floristic and / or structural variations in response to differences in altitude gradients was confirmed by the results presented.

**Keywords:** Atlantic Forest, cloud Forest, conservation, dense ombrophylous forest, Serra da Mantiqueira.

## INTRODUÇÃO GERAL

As florestas do Domínio Atlântico são reconhecidas mundialmente como um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo (Myers, 2003; Mittermeier *et al.*, 2004). A despeito disso, ainda há lacunas quanto ao conhecimento das relações da vegetação com as variáveis ambientais e como elas podem proporcionar variações florísticas e estruturais em diferentes fitofisionomias (Martinelli, 2007). Dentre as fitofisionomias mais desconhecidas, estão as Nanoflorestas Nebulares (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

Os aspectos florísticos e estruturais que envolvem as Nanoflorestas Nebulares relacionam-se com o fato de sua imersão na camada de nuvens e com o ciclo hidrológico local (Fontes, 1997; Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Oliveira-Filho, 2009). Desempenham um papel importante nas bacias hidrográficas, proporcionando um regular fornecimento de água para as comunidades que vivem a jusante, através da entrada adicional de água no ecossistema pelos nevoeiros e pela interceptação de água pelas copas das árvores, com posterior drenagem para o piso florestal, exercendo assim, um papel vital no abastecimento de nascentes (Arcova, 2013; Fahey *et al.* 2016; Gotsch *et al.*, 2016). Dada a sua sensibilidade fundamental ao clima, as Nanoflorestas Nebulares também servem de alerta precoce aos impactos oriundos das mudanças climáticas, que podem ocasionar perda de biodiversidade, mudanças na faixa altitudinal de ocorrência das espécies, ampliação da área de ocorrência das espécies que atualmente estão limitadas a altitudes menores e possível desaparecimento (Foster, 2001; Bruijnzeel *et al.* 2011; Crausbay & Martin, 2016; Fahey *et al.*, 2016).

Na Serra da Mantiqueira, uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas da Região Sudeste do Brasil, as Nanoflorestas Nebulares ocorrem normalmente nos limites de distribuição das fitofisionomias florestais, antes de cederem espaço a fitofisionomias arbustivas, savânicas ou campestres (Oliveira-Filho, 2009; Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Tais limites são geralmente determinados pela transição de *habitats* marginais à distribuição das florestas, onde interferem fatores de estresse ambiental, que incluem extremos de baixa temperatura, substratos rochosos ou arenosos, ventos fortes e elevada nebulosidade (Hamilton *et al.*, 1995; Scarano, 2002; Oliveira-Filho *et al.*, 2013; Fahey *et al.*, 2016). São caracterizadas pela alta densidade de arbustos e árvores de pequeno porte, com dossel atingindo até 10 m e árvores emergentes esparsas que podem alcançar até 16 m (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

Este estudo foi desenvolvido no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), um

maciço montanhoso que se destaca na Serra da Mantiqueira, localizado no estado de Minas Gerais, entre os municípios de Lima Duarte, Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, abrangendo uma área de 1.488 ha (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). A paisagem predominante no PEIB é representada por savanas e campinas, descritas na literatura como "campos rupestres", e a maior parte da cobertura florestal é de Nanoflorestas Nebulares que cobrem cerca de 226 ha ou 15,6% da superfície do Parque (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Fontes (1997) denominou as Nanoflorestas Nebulares do PEIB como "Mata Baixa", baseado na similaridade de seus traços fisionômicos com a descrição das *elfin forests* (florestas de duendes) e *montane dwarf forests* (florestas anãs de montanha), que ocorrem no limiar de distribuição das florestas no cume de montanhas tropicais ao longo do mundo.

A distribuição da maioria das Nanoflorestas Nebulares no PEIB aparece relacionando-se intimamente com a rede de drenagem local, alojadas em depressões no terreno e nos fundos de vales, onde ocorre elevada deposição de sedimentos e água (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). O perfil florístico apresenta similaridade com as Florestas Nebulares, com destaque para a elevada riqueza de epífitas, especialmente das famílias Orchidaceae e Bromeliaceae, mas também acrescenta elementos característicos de campos e savanas. As plantas não-vasculares apresentam elevada riqueza e muitas árvores apresentam ramificação tortuosa e abundante cobertura de líquens (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

Considerando que observações preliminares sugerem a existência de variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais (Rahbek, 1995), esta tese foi organizada em dois capítulos, escritos para serem publicados como artigos independentes. O primeiro capítulo, intitulado "Flora fanerogâmica e fitogeografia das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil", teve como objetivo avaliar a composição florística das Nanoflorestas Nebulares do PEIB e realizar análises de fitogeografia. Para realizar o levantamento, foram realizadas 12 campanhas de campo mensais, durante um ano, para coleta de material botânico, com duração de três dias cada, em diferentes áreas de Nanoflorestas Nebulares do PEIB. A coleta foi realizada percorrendo-se trilhas no interior das Nanoflorestas, buscando cobrir a maior extensão possível da área, seguindo o método do caminhamento (Filgueiras *et al.*, 1994). A classificação do hábito das espécies seguiu Gonçalves & Lorenzi (2007). Para as análises de fitogeografia, os gêneros foram classificados em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros

atuais de diversidade (Safford, 2007). A distribuição geográfica das espécies foi baseada na consulta à literatura e em sites especializados, como *speciesLink* (CRIA, 2001), *w3Tropicos* (MBG, 2014) e *BFG* (2015).

O segundo capítulo, intitulado “Composição e estrutura das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca ao longo de um gradiente altitudinal”, teve como objetivo descrever a composição e a estrutura florestal do estrato arbustivo-arbóreo das Nanoflorestas Nebulares do PEIB associadas a um gradiente altitudinal. Foram definidas cinco cotas altitudinais variando de 1300 m a 1600 m s.n.m. Em cada cota foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 m x 20 m, totalizando 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) por cota e amostra total de 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). No interior das parcelas foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,30 m acima do solo) maior ou igual a 5,0 cm. A descrição da estrutura de cada comunidade foi realizada com base em parâmetros fitossociológicos (Kent & Coker, 1992). A diversidade de espécies foi analisada pelo índice de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J') (Magurran, 2011). As cotas altitudinais foram comparadas através dos parâmetros fitossociológicos, diversidade, índices de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis associados a dendrogramas e análise de ordenação através da Análise de Correspondência Distendida (DCA).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F.C.S. 2013. **Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP.** 2013. 175 f. Tese de Doutorado em Geografia Física – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BFG. 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, V.66, p. 1085-1113.
- BRUIJNZEEL, L.A., KAPPELLE, M., MULLIGAN, M. & SCATENA, F.N. 2011. Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. Pp. 691– 740 in Bruijnzeel, L. A., Scatena, F. N. & Hamilton, L. S. (eds.). **Tropical montane cloud forests: science for conservation and management.** Cambridge University Press, Cambridge.
- CRAUSBAY, S.D. & MARTIN, P.H. 2016. Natural disturbance, vegetation patterns

- and ecological dynamics in tropical montane forests. **Journal of Tropical Ecology**, V.32 (5), p. 384-403.
- CRIA. 2001. Centro de Referência em Informação Ambiental. **SpeciesLink**. Disponível em <<http://splink.cria.org.br/tools?criaLANG=pt>>.
- FAHEY, T.J., SHERMAN, R.E. & TANNER, E.V.J. 2016. Tropical montane cloud forest: environmental drivers of vegetation structure and ecosystem function. **Journal of Tropical Ecology**. V. 32 (5), p. 355-367.
- FELFILI, J.M., ROITMAN, I., MEDEIROS, M.M. & SANCHEZ, M. 2011. Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V., MELO, M.M.R.F., ANDRADE, L.A. & MEIRA-NETO, J. A.A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudo de casos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 86-121.
- FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E., BROCHADO, A.L. & GUALA, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, V.12, p. 39-43.
- FONTES, M.A. 1997. **Análise da composição florística das Florestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 50 p.
- FOSTER, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. **Earth-Science Reviews**. Amsterdam, v.55, n.1-2, p.73-106.
- GONÇALVES, E.G. & LORENZI, H. 2007. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. São Paulo: Plantarum. 416p.
- GOTSCH, S.G, ASBJORNSEN, H. & GOLDSMITH, G.R. 2016. Plant carbon and water fluxes in tropical montane cloud forests. **Journal of Tropical Ecology**, V.32(5), p. 404-420.
- HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. eds. 1995. **Tropical Montane Cloud Forests**. Ecological Studies 110, Springer Verlag, New York, 407 p.
- HAMMER, Ø. & D.A.T. HARPER. 2011. PAST. **Palaeontological Statistics**. Version 2.11.
- KENT, M. & COKER, P. 1992. **Vegetation description and analysis**. New York: John Wiley & Sons, 365 p.
- MAGURRAN, A. E. 2011. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba, Editora UFPR.

261p.

- MARTINELLI, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, V.30(4), p. 587-597.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES, G.P., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2004. **Hotspots revisited**. CEMEX and Agrupación Sierra Madre.
- MYERS, N. 2003. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, V.53, p. 916-917
- MBG. Missouri Botanical Garden. 2014. **Tropicos.org**. Disponível em <<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/mobot/pick.html>>.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, V.32(4), p. 793-810.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos. **Rodriguésia**, V.60, p. 237-258
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., FONTES, M.A.L., VIANA, P.L., VALENTE, A.S.M., SALIMENA, F.R.G. & FERREIRA, F.M. 2013. O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. 1 ed. Juiz de Fora, 384p.
- RAHBEK, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? **Ecography**, V.18, p. 200-205
- SAFFORD, H.D. 2007. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography** V.34, p. 1701-1722.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, V.90, p. 517-524.

# CAPÍTULO I - FLORA FANEROGÂMICA E FITOGEOGRAFIA DAS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS, BRASIL

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), um maciço montanhoso que se destaca na Serra da Mantiqueira, na Região Sudeste do Brasil. A vegetação é representada por um mosaico fitofisionômico onde predominam áreas de campos rupestres entremeadas às Nanoflorestas Nebulares, em altitudes de 1100 a 1700 m s.n.m. As Nanoflorestas Nebulares ocorrem em cinturões de altitude estreitos, nos picos de montanhas, imersas na camada de nuvens. Formam uma paisagem peculiar no alto das montanhas, pela baixa estatura dos elementos arbóreos e riqueza de líquens e briófitas, que se desenvolvem sob constante condensação de umidade, baixas temperaturas e ventos frequentes. O presente trabalho teve como objetivo conhecer a composição florística e fitogeografia das Nanoflorestas Nebulares do PEIB. Foram realizadas 12 campanhas mensais para coleta de material botânico, durante os anos de 2014 e 2015. Para as análises de fitogeografia, os gêneros foram classificados em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros atuais de diversidade. A distribuição geográfica das espécies foi baseada na consulta à literatura e em *sites* especializados. O material coletado foi depositado na coleção do Herbário CESJ. Foram encontradas 371 espécies, 209 gêneros e 73 famílias de fanerógamas. As famílias de maior riqueza foram Orchidaceae (84 spp.), Asteraceae (39 spp.) e Melastomataceae (21 spp.). Os gêneros com maior riqueza foram *Leandra* (09 spp.), *Epidendrum* (09 spp.), *Pleurothallis* (09 spp.), *Mikania* (07 spp.) e *Miconia* (07 spp.). O hábito arbóreo foi predominante, com 103 espécies (27,7%), seguido por 83 arbustivas (22,3%), 82 ervas epífitas (22%), 80 ervas terrestres (21,5%) e 23 lianas (6,5%). A composição florística apresenta elementos típicos de vegetação de altitude, incluindo espécies de campos rupestres. Destaca-se a alta riqueza de epífitas, especialmente das famílias Orchidaceae e Bromeliaceae. Os gêneros com distribuição tropical representam 86,5%, enquanto os elementos temperados representam 13,5% do total. As Nanoflorestas Nebulares apresentaram similaridade, em nível de família e gênero, com as florestas de altitude dos Andes, além de características fitogeográficas que permitem associá-las a um ambiente de transição entre os campos rupestres e as florestas de altitude da Região

Sudeste do Brasil.

**Palavras-chave:** Conservação, Floresta Atlântica, Floresta Nebular, Floresta Ombrófila Densa, Serra da Mantiqueira.

## ABSTRACT

**(Phanerogamic flora and phytogeography of the Cloud Dwarf Forests of Ibitipoca State Park, Minas Gerais, Brazil).** This study was developed in Ibitipoca State Park (ISP), a mountainous massif that stands out in the Serra da Mantiqueira, in the Southeastern Region of Brazil. The vegetation is represented by a phytophysiognomic mosaic where areas of *campos rupestres* interspersed with cloud dwarf forests predominate, at altitudes of 1100 to 1700 m s.n.m. The cloud dwarf forests exist in narrow altitude belts on the mountain peaks, immersed in a layer of clouds. They form a peculiar landscape high in the mountains by the short stature of the arboreal elements and richness of lichens and bryophytes, which develop under constant condensation of humidity, low temperatures, and frequent winds. The objective of the present work was to determine the floristic composition and phytogeography of the cloud dwarf forests of ISP. Twelve monthly campaigns were conducted to collect botanical material during the years 2014 and 2015. For the phytogeography analyzes, the genera were classified into seven phytogeographic groups delimited based on their current diversity centers. The collected material was deposited in the collection of the CESJ Herbarium. A total of 371 species, 209 genera, and 73 families of phanerogams were found. The richest families were Orchidaceae (84 spp.), Asteraceae (39 spp.), and Melastomataceae (21 spp). The genera with the greatest wealth were *Leandra* (09 spp.), *Epidendrum* (09 spp.), *Pleurothallis* (09 spp.), *Mikania* (07 spp.), and *Miconia* (07 spp). The arboreal habit was predominant with 103 species (27.7%), followed by 83 shrubs (22.3%), 82 epiphytic herbs (22%), 80 terrestrial herbs (21.5%), and 23 lianas (6, 5). The floristic composition presents elements typical of altitude vegetation, including species of *campos rupestres* and high epiphytes richness, especially of the families Orchidaceae and Bromeliaceae. The genera with tropical distribution represent 86.5%, whereas the temperate elements represent 13.5% of the total. The cloud dwarf forests presented similarity, at the family and gender levels, with the forests of altitude of the Andes, besides phytogeographic characteristics that allow to associate them to a transition environment between the

*campos rupestres* and the forests of altitude of the Southeast Region of Brazil.

**Keywords:** Atlantic Forest, cloud forest, conservation, dense ombrophylous forest, Serra da Mantiqueira.

## INTRODUÇÃO

As regiões de montanhas tropicais são consideradas de grande importância para a conservação dos recursos naturais, apresentando alta diversidade biológica e alto índice de endemismo, propiciado pela variedade de ambientes associada a fatores bióticos e abióticos, que proporcionam locais favoráveis à especiação (Martinelli, 2007). Essas regiões representam refúgios e corredores para migrações regionais e continentais, e frequentemente apresentam diversidade vegetal mais rica que as terras baixas adjacentes (Martinelli, 2007). Apesar disso, pouco se sabe sobre a ecologia, biogeografia e história natural dessas formações, que apresentam características fisionômicas singulares.

A vegetação altomontana na Região Sudeste do Brasil é constituída por um mosaico vegetacional composto por formações florestais e campestres, que variam conforme a região geográfica e os gradientes altitudinais (Oliveira-Filho, 2009). Mudanças na composição florística relacionadas a gradientes altitudinais são fortemente influenciadas pelas variáveis ambientais locais, visto que diferentes cotas altimétricas possuem diferentes condições de temperatura, umidade do ar, disponibilidade hídrica, exposição a ventos e diferentes classes de profundidade e drenagem do solo (Rahbek, 2005; Grytnes & McCain, 2007; Slik *et al.*, 2010). O incremento em altitude e a irregularidade topográfica nos ambientes montanos podem influenciar de maneira decisiva a heterogeneidade de paisagens, interferindo na circulação de massas de ar e exposição aos raios solares (Webster, 1995). A influência da altitude na diversificação de espécies é complexa. Acredita-se que o decréscimo da pressão atmosférica e da temperatura, assim como o acréscimo da velocidade do vento e da radiação solar, podem estar relacionados com a elevada diversidade vegetal (Körner, 1999; Rahbek, 2005).

A Serra da Mantiqueira é uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas da Região Sudeste do Brasil (Almeida & Carneiro, 1998). Abriga mais da metade das espécies ameaçadas da fauna de Minas Gerais, com um endemismo expressivo de espécies de plantas (Costa & Herrmann, 2006). Estende-se desde o Planalto de Caldas e o Planalto de Campos do Jordão, no sul de Minas Gerais, divisa com São Paulo, até o Planalto do Caparaó, na divisa entre Minas Gerais e o Espírito Santo, com uma área aproximada de 13.176 km<sup>2</sup> (Moreira & Camelier, 1977; Almeida & Carneiro, 1998). Essas cadeias de montanhas possuem rochas datadas do período Pré-

Cambriano, sendo posteriormente modeladas por grandes arqueamentos no Pós-Cretáceo (Teixeira & Cordani, 2007). A Serra da Mantiqueira fazia parte de um grande planalto cristalino e no período Triássico, esse planalto sofreu um processo de flexão e fraturamento. Após longo trabalho erosivo e processos geológicos ocorridos durante o período quaternário, esse planalto transformou-se em maciços, pontos isolados e vales profundos (Maireles *et al.*, 2014).

Na Serra da Mantiqueira, principalmente em suas regiões mais elevadas, existem áreas com condições climáticas e topográficas propícias à formação de nevoeiros regularmente. Essas áreas apresentam florestas naturais bem desenvolvidas, que pelo fato de permanecerem frequentemente envoltas em nevoeiros e nuvens, recebem a denominação genérica de Florestas Nebulares (Bruijnzeel *et al.*, 2011). Essas florestas correspondem a apenas 2,5% da área total dos bosques tropicais do mundo, com superfície global de aproximadamente 380.000 km<sup>2</sup> (Bubb *et al.*, 2004). No Brasil são representadas pela Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Altomontana, ao longo da Serra do Mar, nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, em pequenos trechos da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais, e ainda no alto dos planaltos e das serras da Amazônia, como o Pico da Neblina e o Monte Roraima, entre outros. Essas florestas são responsáveis pela precipitação oculta, ou seja, a entrada adicional de água no ecossistema através dos nevoeiros, pela interceptação de água pelas copas das árvores e posterior drenagem para o piso florestal (Arcova, 2013). Assim, para essas localidades, a captação de água da atmosfera constitui-se em importante processo do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas (Bruijnzeel *et al.*, 2011; Arcova, 2013)

As florestas da Serra da Mantiqueira são ainda pouco conhecidas e a composição florística e riqueza foram descritas em alguns locais por Oliveira-Filho & Fontes (2000), França & Stehmann (2004), Maireles *et al.* (2008), Valente *et al.* (2011); Salimena *et al.* (2013), Maireles *et al.*, (2014), Oliveira-Filho *et al.* (2013), Pompeu *et al.* (2014), Santiago *et al.* (2018) entre outros. Ainda assim, a grande heterogeneidade ambiental apresentada por essa cadeia de montanhas não foi suficientemente detalhada (Martinelli, 2007). Dentre as formações florestais menos conhecidas, estão as Nanoflorestas Nebulares (*sensu* Oliveira-Filho *et al.*, 2013), bem como suas relações com as variações ambientais locais e a forma como essas variáveis proporcionam modificações florísticas nessa fitofisionomia.

Os aspectos que envolvem as Nanoflorestas Nebulares relacionam-se com o fato

de sua imersão na camada de nuvens e com o ciclo hidrológico local (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Ocorrem em cinturões de altitude estreitos, em sulcos do relevo montanhoso ou em picos de montanha, com a distribuição de espécies semelhante a arquipélagos (Vazquez-Garcia, 1995). A abundância, diversidade e distribuição de espécies das Nanoflorestas Nebulares são determinadas por processos climáticos globais e regionais que operaram nas linhagens filogenéticas observadas ao longo do tempo numa escala geográfica (Brown *et al.*, 1996). A distribuição geográfica dos táxons é singular, sendo determinada através de suas características autoecológicas, por barreiras geoclimáticas, mudanças climáticas e por processos ecológicos históricos (Brown *et al.*, 1996). A distribuição descontínua dos maciços de altitude da Serra da Mantiqueira promove o isolamento das Nanoflorestas Nebulares e das espécies que as compõem, podendo gerar restrição de fluxo gênico e impedir a conectividade entre as diferentes populações. Este processo favorece a ocorrência de especiações e de endemismo local (Safford, 1999). As espécies que ocorrem nas Nanoflorestas Nebulares toleram condições adversas como temperaturas noturnas congelantes, temperaturas altas durante o dia, geadas, estacionalidade climática e mudanças físicas como alta intensidade luminosa e baixa pressão atmosférica (Oliveira-Filho & Fontes, 2000), sendo a presença de neblina de forma persistente, frequente ou sazonal, uma característica climática fundamental para a manutenção das Nanoflorestas em áreas de altitude elevada (Hamilton *et al.*, 1995; Bruijnzeel *et al.*, 2011).

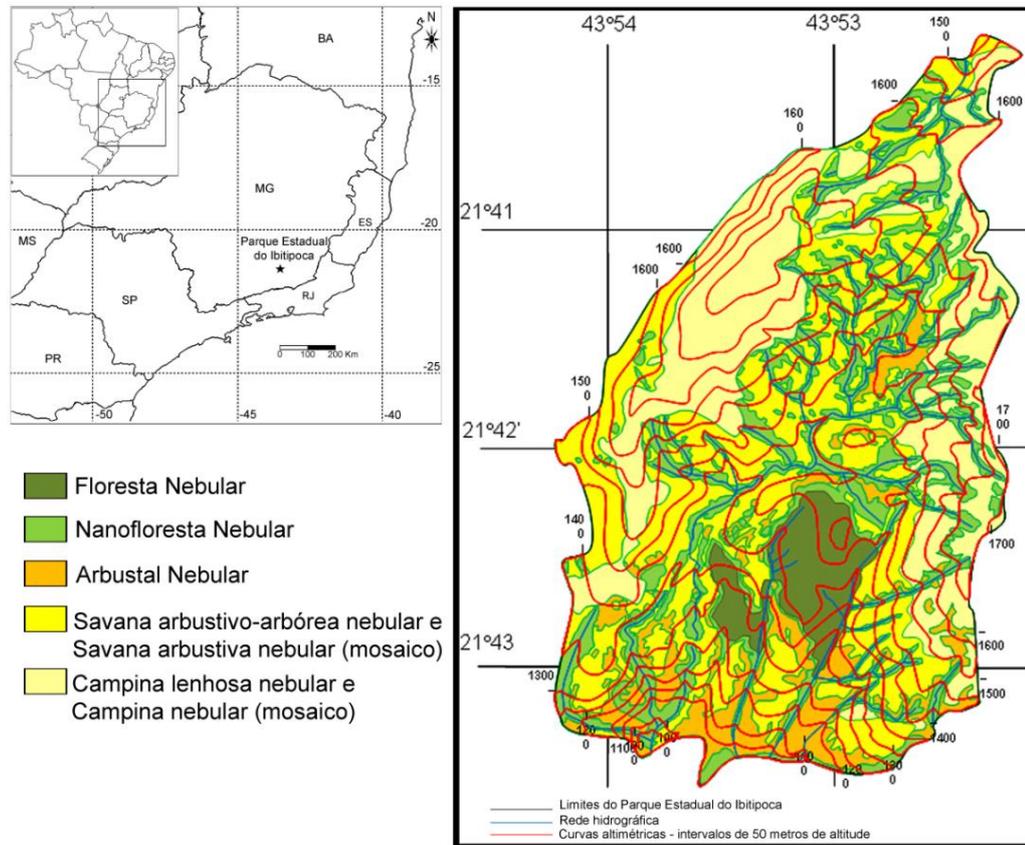
Buscando ampliar o conhecimento sobre as formações florestais de altitude da Serra da Mantiqueira, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de conhecer a composição florística das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) e a contribuição dos gêneros de distribuição tropical e temperados nessa fitofisionomia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O Parque Estadual do Ibitipoca está localizado em Minas Gerais, entre os municípios de Lima Duarte, Bias Fortes e Santa Rita do Ibitipoca, nas coordenadas 21°40'-21°44' S e 43°52'-43°55' W e abrange uma área de 1.488 hectares. O clima da região é classificado como Cwb (Köppen, 1948), com invernos secos e verões chuvosos

e amenos. A Serra do Ibitipoca possui relevo formado por escarpas altas ou colinas, com altitudes variáveis entre 1100 m e 1784 m (Rodela & Tarifa, 2002) (Fig. 1).

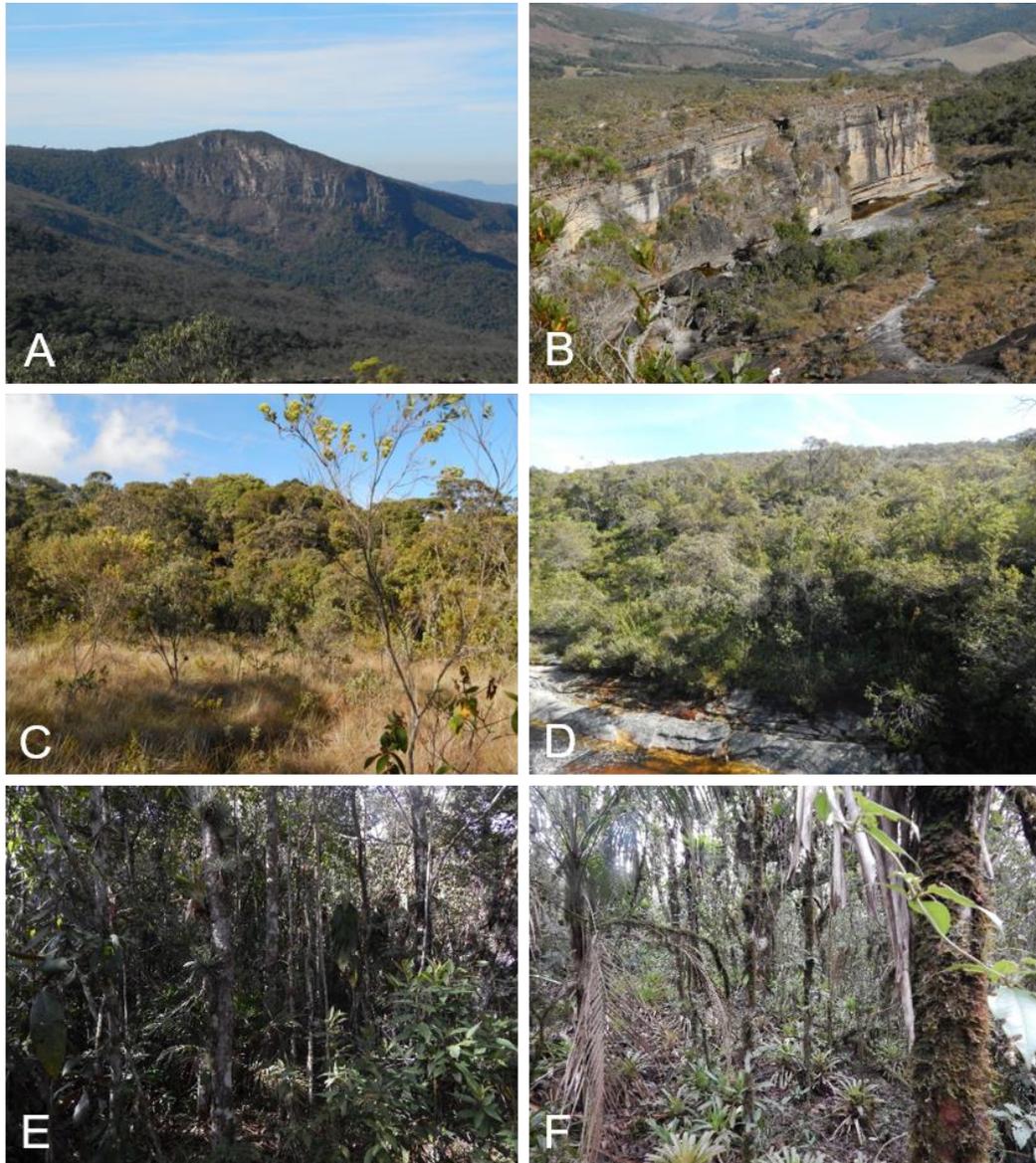


**Figura 1.** Localização geográfica do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil, com destaque para suas fitofisionomias (adaptado de Oliveira-Filho et al. 2013)

O PEIB é uma das muitas áreas de afloramento rochoso do Sudeste brasileiro, onde se encontram rochas metassedimentares proterozóicas do Grupo Andrelândia, principalmente quartzitos e xistos, que estão sobre um embasamento formado de ortognaisses e migmatitos pertencentes ao Grupo Mantiqueira (Nummer, 1991; Corrêa Neto & Baptista Filho, 1997). Os solos são ácidos, álicos, distróficos, caulíníticos e rasos, com pouca capacidade de retenção de água e sustentam um mosaico de vegetação complexo (Dias *et al.*, 2002).

A paisagem predominante no PEIB é representada por savanas e campinas, descritas na literatura como "campos rupestres", e a maior parte da cobertura florestal é de Nanoflorestas Nebulares que cobrem cerca de 226 ha ou 15,6% da superfície do Parque (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). A distribuição da maioria das Nanoflorestas Nebulares no PEIB aparece relacionando-se intimamente com a rede de drenagem local,

alojadas em depressões no terreno e nos fundos de vales, onde ocorre elevada deposição de sedimentos e água (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). A identificação e reconhecimento dos tipos vegetacionais do PEIB, segue neste trabalho a proposta de Oliveira-Filho *et al.* (2013) (Fig. 2).



**Figura 2.** A-B. Visão panorâmica das fitofisionomias; C-D. Detalhes da borda das Nanoflorestas Nebulares com destaque para os ambientes de transição; E-F. Detalhes do interior das Nanoflorestas Nebulares, Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. Fotos: Breno Moreira

### Composição florística

Para avaliar a composição florística das Nanoflorestas Nebulares do PEIB, foram realizadas 12 campanhas de campo para coleta de material botânico, entre os

meses de setembro de 2014 e setembro de 2015, com duração de três dias cada, em diferentes áreas de Nanoflorestas Nebulares, distribuídas em cotas altimétricas variadas, entre 1100 e 1700 m. s.n.m. A coleta foi realizada percorrendo-se trilhas no interior das Nanoflorestas, buscando cobrir a maior extensão possível da área, seguindo o método do caminhamento (Filgueiras *et al.*, 1994). A classificação do hábito das espécies seguiu Gonçalves & Lorenzi (2007).

O material coletado foi herborizado segundo as técnicas de Mori *et al.* (1989) e depositado na coleção do Herbário CESJ da Universidade Federal de Juiz de Fora (Thiers, 2016), onde foi identificado com o auxílio de literatura especializada, comparação com a coleção do PEIB já depositada no acervo, além de consulta a especialistas. Os nomes das famílias de angiospermas seguiram o sistema proposto pela APG IV (2016). Foram incluídos na listagem florística, materiais depositados nas coleções dos herbários CESJ, BHCN, ESAL e RB (Thiers, 2016) provenientes de trabalhos botânicos no PEIB ao longo de mais de 40 anos. Os dados das espécies ameaçadas de extinção foram obtidos no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Morais, 2013). As sinonímias, a grafia e a autoria dos nomes das espécies foram conferidas através da Flora do Brasil 2020 (em construção).

### **Distribuição fitogeográfica**

Para as análises de fitogeografia, os gêneros foram classificados em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros atuais de diversidade citados em Safford (2007). A distribuição geográfica das espécies foi baseada na consulta à literatura e em sites especializados, como *speciesLink* (CRIA, 2001), *w3Tropicos* (MBG, 2014) e *BFG* (2015).

## **RESULTADOS**

### **Composição florística**

Foram registradas 371 espécies, distribuídas em 209 gêneros e 73 famílias de fanerógamas, sendo apenas uma espécie, *Podocarpus sellowii* Klotzsch (Podocarpaceae) representante do grupo das gimnospermas. Do total de espécimes, 336 foram identificados em nível específico, permanecendo 28 em nível de gênero e sete em nível de família (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição da flora fanerogâmica das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. As espécies estão listadas por família, em ordem alfabética, acompanhadas do hábito (Ar - árvore; Ab - arbusto; Li – liana; Et – erva terrestre; Ee – erva epífita) e do material testemunho que se encontra depositado nos herbários CESJ, BHCb, ESAL e RB.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Hábito</b>	<b>Material testemunho</b>
<b>Acanthaceae</b>		
<i>Justicia</i> sp1	Li	B.Moreira 116
<i>Mendoncia mollis</i> Lindau	Li	B.Moreira 233
<b>Alstroemeriaceae</b>		
<i>Alstroemeria cunha</i> Vell.	Et	B.Moreira 319
<b>Amaranthaceae</b>		
<i>Alternanthera martii</i> (Moq.) R.E.Fries	Ab	B.Moreira 283
<b>Annonaceae</b>		
<i>Guatteria australis</i> A. St-Hil.	Ar	Fontes 108
<b>Apiaceae</b>		
Apiaceae sp1	Et	B.Moreira 332
<b>Apocynaceae</b>		
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Ar	Fontes 071
<i>Ditassa mucronata</i> Mart.	Li	B.Moreira 164
<i>Forsteronia australis</i> Müll.Arg.	Li	B.Moreira 036
<i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A.H.Gentry	Ab	B.Moreira 056
<i>Oxypetalum</i> sp1	Li	B.Moreira 123
<b>Aquifoliaceae</b>		
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Ab	B.Moreira 060
<b>Araceae</b>		
<i>Anthurium minarum</i> Sakuragui & Mayo	Ee	B.Moreira 010
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Ee	B.Moreira 062
<i>Anthurium</i> sp1	Et	B.Moreira 161
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadrusz & Mayo	Et	R.C.Forzza 3638
<b>Araliaceae</b>		
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	Ar	B.Moreira 247
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	Ar	Fontes 068
<b>Arecaceae</b>		
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	Ar	B.Moreira 003
<b>Asteraceae</b>		
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King & H.Rob.	Ab	B.Moreira 240
<i>Achyrocline satyroides</i> (Lam.) DC.	Et	B.Moreira 342
<i>Aspilia Duarteana</i> J.U.Santos	Ab	B.Moreira 188
<i>Austrocritonia velutina</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob	Ar	Fontes 142
<i>Baccharis lychnophora</i> Gardner	Ab	B.Moreira 190
<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Ab	B.Moreira 212
<i>Baccharis rufidula</i> (Spreng.) Joch. Mull.	Ab	B.Moreira 249
<i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers.	Ab	B.Moreira 344
<i>Bidens pilosa</i> L.	Et	B.Moreira 330

---

<i>Bidens rubifolia</i> Kunth	Ab	B.Moreira 177
<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla	Ab	B.Moreira 300
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	Et	B.Moreira 331
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	Ab	B.Moreira 270
<i>Crepis japonica</i> (L.) Benth.	Et	B.Moreira 277
<i>Dendrophorbium pluricephalum</i> (Cabrera) C.Jeffrey	Ab	Fontes 143
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	Ar	B.Moreira 007
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less	Ar	B.Moreira 374
<i>Eupatorium balansae</i> Hieron.	Ab	B.Moreira 346
<i>Gochnatia paniculata</i> (Less) Cabrera	Ab	Fontes 175
<i>Leptostelma maxima</i> D. Don	Et	B.Moreira 198
<i>Lessingianthus ibitipocensis</i> Borges & Dematt.	Ab	B.Moreira 197
<i>Lessingianthus</i> sp1	Ab	B.Moreira 375
<i>Mikania acuminata</i> DC.	Li	B.Moreira 230
<i>Mikania buddleiifolia</i> DC.	Li	B.Moreira 015
<i>Mikania burchellii</i> Baker	Li	B.Moreira 290
<i>Mikania decumbens</i> Malme	Ab	B.Moreira 242
<i>Mikania lindbergii</i> Baker	Li	B.Moreira 338
<i>Mikania</i> sp1	Li	B.Moreira 002
<i>Mikania</i> sp2	Li	B.Moreira 354
<i>Praxelis clematidea</i> (Griseb.) R.M.King & H.Rob.	Ab	B.Moreira 173
<i>Praxelis kleinoides</i> (Kunth) Sch. Bip.	Et	B.Moreira 238
<i>Pseudobrickellia brasiliensis</i> (Spreng) R.M.King & H.Rob	Ab	Fontes 001
<i>Senecio emiliopsis</i> C. Jeffrey	Et	B.Moreira 308
<i>Taraxacum</i> sp1	Et	B.Moreira 265
<i>Trichogonia villosa</i> (Spreng.) Sch.Bip. ex Baker	Ab	B.Moreira 121
<i>Tridax procumbens</i> L.	Et	B.Moreira 276
<i>Trixis antimenorrhoea</i> (Schrank) Kuntze	Ab	B.Moreira 325
<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.	Ab	B.Moreira 137
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.	Ab	B.Moreira 360
<b>Balanophoraceae</b>		
<i>Langsdorffia hypogaea</i> Mart.	Et	B.Moreira 262
<b>Begoniaceae</b>		
<i>Begonia angulata</i> Vell.	Ab	S.G.Furtado 321
<i>Begonia rufa</i> Thunb.	Ab	B.Moreira 081
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	Ab	B.Moreira 049
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos.	Ar	Fontes 133
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ar	Fontes 179
<b>Boraginaceae</b>		
<i>Cordia superba</i> Cham.	Ar	Fontes 065
<i>Cordia</i> sp1	Ar	B.Moreira 120
<b>Bromeliaceae</b>		
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	Et	Leme 1474
<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb.	Et	R.Monteiro 13
<i>Aechmea aiuruocensis</i> Leme	Et	B.Moreira 205

---

---

<i>Billbergia alfonsijoannis</i> Reitz	Ee	B.Moreira 282
<i>Billbergia distachia</i> (Vell.) Mez	Et	B.Moreira 005
<i>Neoregelia ibitipocensis</i> (Leme) Leme	Et	R.C.Forzza 3338
<i>Nidularium ferdinandocoburgii</i> Wawra	Et	B.Moreira 031
<i>Tillandsia gardneri</i> Lindl.	Ee	B.Moreira 152
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn.	Ee	B.Moreira 026
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	Ee	B.Moreira 038
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	Ee	B.Moreira 077
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Ee	B.Moreira 288
<i>Tillandsia</i> sp1	Ee	B.Moreira 092
<i>Vriesea bituminosa</i> Wawra	Et	R.F.Monteiro 28
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	Ee	B.Moreira 030
<i>Vriesea guttata</i> Linden & André	Et	R.F.Monteiro 25
<i>Vriesea heterostachys</i> (Baker) L.B.Sm.	Ee	B.Moreira 185
<i>Vriesea longicaulis</i> (Baker) Mez	Et	G.Martinelli 15314
<i>Vriesea penduliflora</i> L.B.Sm.	Ee	B.Moreira 058
<i>Wittrockia gigantea</i> (Baker) Leme	Ee	B.Moreira 232
<b>Cactaceae</b>		
<i>Hatiora salicornioides</i> (Haw.) Britton & Rose	Et	M.C.Brügger 21541
<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	Ee	S.G.Furtado 313
<i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiff.	Et	L.Krieger 8589
<i>Rhipsalis juengeri</i> Barthlott & N.P.Taylor	Ee	B.Moreira 203
<i>Rhipsalis pulchra</i> Loefgr.	Et	L.Krieger 9296
<i>Schlumbergera opuntoides</i> (Loefgr. & Dusén) D.R. Hunt	Ee	D.C.Zappi 258
<b>Caryophyllaceae</b>		
<i>Cerastium dicrotrichum</i> Fenzl ex Rohrb.	Ee	B.Moreira 227
<b>Chloranthaceae</b>		
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	Ar	B.Moreira 103
<b>Clethraceae</b>		
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Ar	B.Moreira 147
<b>Clusiaceae</b>		
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	Ar	B.Moreira 111
<i>Clusia organensis</i> Planch. & Triana	Ar	Fontes 094
<i>Tovomitopsis paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana	Ar	B.Moreira 113
<b>Commelinaceae</b>		
<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Et	B.Moreira 168
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) C.B.Clarke	Et	B.Moreira 148
<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos	Et	B.Moreira 166
<b>Convolvulaceae</b>		
<i>Ipomoea</i> sp1	Et	B.Moreira 176
<b>Cucurbitaceae</b>		
<i>Wilbrandia hibiscoides</i> Silva Manso	Li	B.Moreira 102
<b>Cunoniaceae</b>		
<i>Lamanonia grandistipularis</i> (Taub.) Taub.	Ar	Fontes 157
<i>Weinmannia discolor</i> Gardner	Ab	B.Moreira 112
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Ar	Fontes 004

---

---

<b>Cyperaceae</b>		
<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	Et	B.Moreira 050
<i>Scleria latifolia</i> Sw.	Et	B.Moreira 078
<b>Ericaceae</b>		
<i>Agarista ericoides</i> Taub.	Ab	B.Moreira 040
<i>Agarista eucalyptoides</i> (Cham. & Schldl.) G.Don	Ab	Fontes 040
<i>Agarista glaberrima</i> (Sleumer) Judd	Ar	Fontes 005
<i>Agarista pulchella</i> Cham. Ex G.Don	Ab	B.Moreira 257
<b>Eriocaulaceae</b>		
<i>Paepalanthus harmsii</i> Ruhland	Et	B.Moreira 039
<b>Erythroxylaceae</b>		
<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	Ab	Fontes 158
<i>Erythroxylum gonocladum</i> (Mart.) O.E. Schulz.	Ab	B.Moreira 125
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	Ar	B.Moreira 089
<b>Fabaceae</b>		
<i>Ancistrotropis peduncularis</i> (Kunth) A. Delgado	Li	B.Moreira 226
<i>Centrosema coriaceum</i> Benth.	Li	B.Moreira 209
<i>Chamaecrista brachyrachis</i> (Harms) H.S.Irwin & Barneby	Ab	B.Moreira 211
<i>Chamaecrista catharticoidea</i> H.S.Irwin & Barneby	Ab	Fontes 006
<i>Chamaecrista itambana</i> (Benth.)Irwin & Barneby	Ab	B.Moreira 104
<i>Chamaecrista</i> sp1	Ar	B.Moreira 165
<i>Galactia martii</i> DC.	Li	B.Moreira 228
<i>Machaerium lanceolatum</i> (Vell.) J.F.Macbr.	Ar	Fontes 148
<i>Mimosa dolens</i> Vell.	Ab	B.Moreira 193
<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	Ab	B.Moreira 097
<i>Senna macranthera</i> (Vell.) Irwin & Barneby	Ar	B.Moreira 210
<i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Ar	B.Moreira 210
Fabaceae sp1	Ab	B.Moreira 104
Fabaceae sp2	Ar	B.Moreira 109
Fabaceae sp3	Ar	B.Moreira 284
<b>Gentianaceae</b>		
<i>Calolisianthus pendulus</i> (Mart.) Gilg	Et	B.Moreira 143
<b>Gesneriaceae</b>		
<i>Anethanthus gracilis</i> Hiern	Et	Gonzaga 232
<i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H.E.Moore	Ab	B.Moreira 027
<i>Vanhouttea brueggeri</i> Chautems	Ab	B.Moreira 068
<i>Vanhouttea hilariana</i> Chautems	Ab	B.Moreira 088
<i>Sinningia magnifica</i> (Otto & A.Dietr.) Wiehler	Et	R.C.Forzza 27323
<i>Sinningia tuberosa</i> (Mart.) H.E.Moore	Et	B.Moreira 159
<b>Griselinaceae</b>		
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	Ab	S.G.Furtado 322
<b>Hypericaceae</b>		
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	Ar	Fontes 134
<b>Lamiaceae</b>		
<i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth.	Ab	B.Moreira 001

---

---

<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Sprengel) Harley	Ar	Fontes 181
<i>Hyptis monticola</i> Mart. ex Benth	Ab	B.Moreira 304
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	Et	B.Moreira 218
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	Ar	B.Moreira 091
<b>Lauraceae</b>		
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Ar	B.Moreira 260
<i>Ocotea pulchella</i> (Nez & Mart.) Mez	Ar	B.Moreira 236
<i>Ocotea</i> sp1	Ar	B.Moreira 127
<i>Ocotea</i> sp2	Ar	B.Moreira 132
<i>Ocotea</i> sp3	Ar	B.Moreira 126
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Ar	B.Moreira 252
<b>Loasaceae</b>		
<i>Aosa</i> sp1	Et	B.Moreira 271
<b>Loranthaceae</b>		
<i>Struthanthus concinnus</i> (Mart.) Mart.	Et	B.Moreira 333
<i>Struthanthus marginatus</i> (Desr.) Blume	Et	B.Moreira 033
<b>Lythraceae</b>		
<i>Cuphea thymoides</i> Cham & Schldl.	Ab	B.Moreira 237
<b>Malpighiaceae</b>		
<i>Byrsonima cuneifolia</i> Griseb.	Ab	B.Moreira 292
<i>Byrsonima variabilis</i> A.Juss.	Ab	B.Moreira 028
<i>Heteropterys pteropetala</i> A. Juss.	Ab	B.Moreira 094
<i>Mascagnia sepium</i> (A.Juss.) Griseb.	Li	B.Moreira 048
<b>Malvaceae</b>		
<i>Callianthe montana</i> (A. St.-Hil.) Donell & C. Takeuch	Ab	B.Moreira 253
<i>Abutilon fluviatile</i> (Vell.) K.Schum.	Ab	B.Moreira 004
<i>Pavonia communis</i> A.St.-Hil.	Ab	B.Moreira 179
<i>Pavonia viscosa</i> A.St.-Hil.	Ab	B.Moreira 222
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Ab	B.Moreira 157
<i>Triumfetta</i> sp1	Ab	B.Moreira 153
<i>Triumfetta</i> sp2	Ab	B.Moreira 269
<b>Melastomataceae</b>		
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	Ar	B.Moreira 141
<i>Leandra carassana</i> (DC.) Cogn.	Ar	B.Moreira 082
<i>Leandra foveolata</i> (DC.) Cogn.	Ab	B.Moreira 054
<i>Leandra fragilis</i> Cogn	Ar	B.Moreira 315
<i>Leandra gardneriana</i> Cogn.	Ab	B.Moreira 131
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	Ar	B.Moreira 118
<i>Leandra pennipilis</i> (Triana) Cogn.	Ar	B. Moreira 75
<i>Leandra riedeliana</i> (O.Berg ex Triana) Cogn.	Ab	B.Moreira 258
<i>Leandra vesiculosa</i> Cogn.	Ar	B.Moreira 201
<i>Miconia chartacea</i> Triana	Ar	B.Moreira 084
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Ar	Fontes 150
<i>Miconia corallina</i> Spring	Ar	B.Moreira 074
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	Ar	B.Moreira 013
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	Ar	B.Moreira 225

---

---

<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Ar	B.Moreira 053
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	Ar	B.Moreira 142
<i>Pleroma collina</i> (Naudin) Triana	Ab	B.Moreira 079
<i>Pleroma heteromalla</i> D. Don (D.Don)	Ab	B.Moreira 347
<i>Pleroma semidecandra</i> (Schrank et Mart. ex DC.) Triana	Ab	B.Moreira 235
<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.	Ab	B.Moreira 172
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	Ar	B. Moreira 239
<b>Meliaceae</b>		
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Ar	B.Moreira 019
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C. DC.	Ar	Fontes 100
<b>Monimiaceae</b>		
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	Ar	B.Moreira 099
<b>Moraceae</b>		
<i>Ficus mexiae</i> Standl.	Ar	B.Moreira 182
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Calyptanthus</i> sp1	Ar	B.Moreira 149
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Ar	B. Moreira 369
<i>Eugenia blastantha</i> (O.Berg) D.Legrand	Ar	B.Moreira 044
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Ar	B.Moreira 047
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	Ar	B.Moreira 245
<i>Eugenia</i> sp1	Ar	B.Moreira 301
<i>Marlierea angustifolia</i> (O.Berg) Mattos	Ar	B.Moreira 261
<i>Myrceugenia</i> sp1	Ar	B.Moreira 357
<i>Myrcia eriopus</i> DC.	Ab	B.Moreira 326
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	Ar	B.Moreira 115
<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	Ar	Fontes 162
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Ar	B.Moreira 017
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	Ar	Fontes 152
<i>Myrcia</i> sp1	Ar	B.Moreira 351
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Ar	B.Moreira 130
<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral	Ar	B.Moreira 055
<b>Nyctaginaceae</b>		
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Ar	B.Moreira 057
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Ar	B.Moreira 378
<b>Ochnaceae</b>		
<i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. & Nees) Engl.	Ab	B.Moreira 020
<i>Sauvagesia vellozii</i> (Vell. ex A.St.-Hil.) Sastre	Ab	B.Moreira 024
<b>Onagraceae</b>		
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz	Li	B.Moreira 021
<b>Orchidaceae</b>		
<i>Acianthera heliconiscapa</i> (Hoehne) F.Barros	Ee	Souza s.n. (BHCB 9833)
<i>Anathalis liparanges</i> (Rchb.f.) Luer	Ee	B.Moreira208
<i>Anathalis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	Ee	B.Moreira 134
<i>Bifrenaria aureofulva</i> (Hook.) Lindl.	Ee	B.Moreira 171
<i>Bifrenaria stefanae</i> V.P. Castro	Ee	B.Moreira 194
<i>Bifrenaria vitellina</i> (Lindl.) Lindl.	Ee	B.Moreira 069

---

---

<i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R.B. Singer et.al.	Ee	B.Moreira 302
<i>Bulbophyllum exaltatum</i> Lindl.	Et	D.Sucre 6839
<i>Bulbophyllum glutinosum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	Ee	L.Menini Neto 125
<i>Bulbophyllum granulosum</i> Barb.Rodr.	Ee	L.Menini Neto 107
<i>Bulbophyllum micropetaliforme</i> J.E.Leite	Ee	Souza s.n. (BHCB 9834)
<i>Bulbophyllum regnellii</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 124
<i>Campylocentrum neglectum</i> (Rchb.f. & Warm.) Cogn.	Ee	L.Menini Neto 28
<i>Campylocentrum robustum</i> Cogn.	Ee	L.Menini Neto 93
<i>Cattleya bicolor</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 178
<i>Centroglossa macroceras</i> Rchb.f.	Ee	R.C.Forzza 59
<i>Cranichis candida</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	Et	Souza s.n. (BHCB 1620)
<i>Dichaea cogniauxiana</i> Schltr.	Et	L.Menini Neto 142
<i>Encyclia patens</i> Hook.	Ee	B.Moreira 296
<i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 175
<i>Epidendrum chlorinum</i> Barb.Rodr.	Ee	L.Menini Neto 171
<i>Epidendrum difforme</i> Jacq.	Ee	L.Menini Neto 97
<i>Epidendrum martinianum</i> Lindl.	Et	B.Moreira 349
<i>Epidendrum ochrochlorum</i> Barb.Rodr.	Ee	B.Moreira 061
<i>Epidendrum paranaense</i> Barb. Rodr.	Et	B.Moreira 380
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	Et	R.C.Forzza 16
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.	Et	L.Menini Neto 71
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	Et	B.Moreira 066
<i>Eurystyles actinosophila</i> (Barb.Rodr.) Schltr.	Ee	S.G.Furtado 326
<i>Eurystyles cogniauxii</i> (Kraenzl.) Pabst	Ee	L.Menini Neto 77
<i>Gomesa glaziovii</i> Cogn.	Ee	L.Menini Neto 76
<i>Gomesa gomezoides</i> (Barb.Rodr.) Pabst.	Ee	B.Moreira 146
<i>Gomesa recurva</i> Lodd.	Ee	B.Moreira 264
<i>Grobya amherstiae</i> Lindl.	Ee	R.C.Forzza 26
<i>Habenaria rolfeana</i> Schltr.	Ee	B.Moreira 200
<i>Hadrolaelia coccinea</i> (Lindl.) Chiron & V.P.Castro	Ee	B.Moreira 214
<i>Isabelia violacea</i> (Lindl.) van den Berg & M.W.Chase	Ee	B.Moreira 318
<i>Isabelia virginalis</i> Barb.Rodr.	Ee	L.Menini Neto 47
<i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br	Ee	L.Menini Neto 44
<i>Lankesterella gnoma</i> (Kraenzl.) Hoehne	Ee	L.Menini Neto 139
<i>Malaxis excavata</i> (Lindl.) Kuntze	Et	L.Menini Neto 72
<i>Masdevallia infracta</i> Lindl.	Ee	R.C.Forzza 4315
<i>Maxillaria acicularis</i> Herb. ex Lindl.	Ee	L.Menini Neto 86
<i>Maxillaria brasiliensis</i> Brieger & Illg	Et	L.Menini Neto 88
<i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 119
<i>Maxillaria ochroleuca</i> Lodd. ex Lindl.	Ee	L.Menini Neto 87
<i>Maxillaria picta</i> Hook.	Et	R.C.Forzza 92
<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay	Et	L.Menini Neto 179
<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.	Et	L.Menini Neto 138
<i>Octomeria diaphana</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 111
<i>Octomeria grandiflora</i> Lindl.	Ee	S.G.Furtado 300
<i>Octomeria rubrifolia</i> Barb.Rodr.	Et	L.Menini Neto 40

---

<i>Octomeria wawrae</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 168
<i>Oncidium gravesianum</i> Rolfe	Et	L.Menini Neto 112
<i>Oncidium hookeri</i> Rolfe	Ee	B.Moreira 135
<i>Oncidium longipes</i> Lindl.	Et	L.Menini Neto 163
<i>Oncidium truncatum</i> Pabst	Ee	L.Menini Neto 95
<i>Oncidium warmingii</i> Rchb.f.	Et	B.Moreira 076
<i>Pleurothallis cryptophoranthoides</i> Loefgr.	Ee	L.Menini Neto 176
<i>Pleurothallis hypnicola</i> Lindl.	Ee	Assis 1054
<i>Pleurothallis luteola</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 158
<i>Pleurothallis malachantha</i> Rchb.f	Ee	L.Menini Neto 90
<i>Pleurothallis modestissima</i> Rchb.f. & Warm.	Ee	L.Menini Neto 51
<i>Pleurothallis recurva</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 237
<i>Pleurothallis rubens</i> Lindl.	Et	L.Menini Neto 31
<i>Pleurothallis saundersiana</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 37
<i>Pleurothallis tricarinata</i> Poepp. & Endl.	Ee	L.Menini Neto 118
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 1348
<i>Polystachya hoehneana</i> Kraenzl.	Ee	L.Menini Neto 91
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	Et	B.Moreira 306
<i>Promenaea xanthina</i> (Lindl.) Lindl.	Ee	Eiterer s.n. (CESJ 25549)
<i>Prosthechea allemanoides</i> (Hoehne) W.E.Higgins	Ee	B.Moreira 014
<i>Prosthechea calamaria</i> (Lindl.) W.E.Higgins	Ee	L.Menini Neto 180
<i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron & V.P.Castro	Et	B.Moreira 032
<i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay	Et	B.Moreira 366
<i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr.	Et	L.Menini Neto 52
<i>Stelis aprica</i> Lindl.	Ee	L.Menini Neto 127
<i>Stelis cf. caespitosa</i> Lindl.	Ee	B.Moreira 138
<i>Stelis megantha</i> Barb.Rodr.	Ee	R.C.Forzza 60
<i>Stelis papaquerensis</i> Rchb.f.	Ee	L.Menini Neto 157
<i>Stigmatosema polyaden</i> (Vell.) Garay	Ee	R.C.Forzza 58
<i>Thysanoglossa organensis</i> Brade	Ee	L.Menini Neto 89
<i>Trichosalpinx montana</i> (Barb.Rodr.) Luer	Ee	S.G.Furtado 283
<i>Zygopetalum mackayi</i> Hook.	Et	B.Moreira 199
<b>Peraceae</b>		
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill	Ar	Fontes 146
<b>Piperaceae</b>		
<i>Peperomia crinicaulis</i> C.DC.	Ee	S.G.Furtado 291
<i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst.	Ee	B.Moreira 213
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	Et	B.Moreira 272
<i>Peperomia mandioccana</i> Miq.	Ee	S.G.Furtado 302
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.	Ee	L.Krieger 16238
<b>Poaceae</b>		
<i>Chusquea</i> sp1	Li	B.Moreira 108
<i>Ichnanthus adpressus</i> C. Silva & R.P. Oliveira	Et	B.Moreira 324
<i>Loudetiopsis chrysothrix</i> (Ness.) Conert	Et	B.Moreira 343
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	Et	B.Moreira 221
<i>Setaria</i> sp1	Et	B.Moreira 154

---

<b>Podocarpaceae</b>		
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch	Ar	Fontes 064
<b>Polygalaceae</b>		
<i>Caamembeca oxyphylla</i> (DC.) J.F.B.Pastore	Ab	B.Moreira 006
<i>Polygala paniculata</i> L.	Et	B.Moreira 341
<b>Primulaceae</b>		
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Ar	B.Moreira 035
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	Ar	Fontes 151
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Ar	Fontes 127
<b>Proteaceae</b>		
<i>Roupala longepetiolata</i> Pohl	Ar	Fontes 138
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Ar	B.Moreira 305
<i>Roupala rhombifolia</i> Mart.	Ar	Fontes 164
<b>Rhamnaceae</b>		
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Ar	B.Moreira 096
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Ab	B.Moreira 191
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Et	B.Moreira 224
<i>Borreria</i> sp1	Et	B.Moreira 313
<i>Coccocypselum condalia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Et	B.Moreira 022
<i>Coccocypselum erythrocephalum</i> Cham. & Schltdl.	Et	B.Moreira 043
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Et	B.Moreira 151
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	Ab	B.Moreira 086
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Ab	Fontes 110
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	Ar	B.Moreira 114
<i>Hindsia ibitipocensis</i> Di Maio	Ab	B.Moreira 064
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Ab	B.Moreira 119
<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.	Ar	B.Moreira 178
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	Ab	B.Moreira 273
<i>Psychotria ruellifolia</i> (Cham. & Schltdl.) Müll.Arg.	Ab	B.Moreira 316
<i>Psychotria stachyoides</i> Benth.	Ab	B.Moreira 029
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Ar	B.Moreira 025
<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.	Ar	Fontes 055
<b>Rutaceae</b>		
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A. Juss.	Ar	Fontes 024
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Ab	B.Moreira 297
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Ar	Fontes 154
<b>Sabiaceae</b>		
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	Ar	Fontes 166
<b>Santalaceae</b>		
<i>Phoradendron</i> sp1	Et	B.Moreira 128
<i>Phoradendron</i> sp2	Et	B.Moreira 353
<b>Sapindaceae</b>		
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Ar	B.Moreira 018
<i>Cupania zanthoxyloides</i> Cambess.	Ar	B.Moreira 268
<i>Matayba cristae</i> Reitz	Ar	Fontes 167

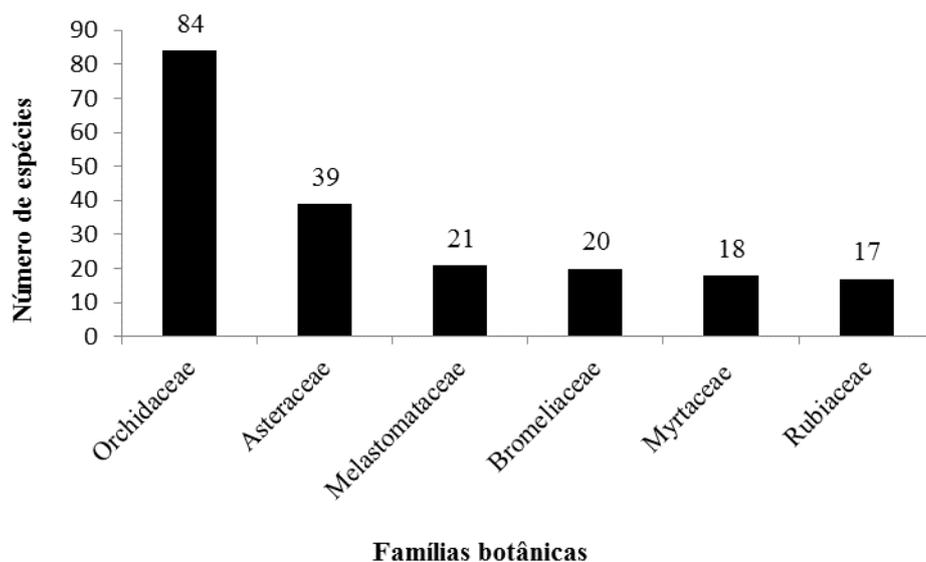
---

---

<i>Matayba guianensis</i> (Aubl.) Radlk.	Ar	B.Moreira 008
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	Ar	B.Moreira 009
Sapindaceae sp1	Ar	B.Moreira 105
<b>Smilacaceae</b>		
<i>Smilax elastica</i> Griseb.	Li	B.Moreira 217
<i>Smilax staminea</i> Griseb.	Li	B.Moreira 379
<i>Smilax stenophylla</i> A.DC.	Li	B.Moreira 359
<i>Smilax</i> sp1	Li	B.Moreira 259
<b>Solanaceae</b>		
<i>Aureliana velutina</i> Sendtn.	Ar	B.Moreira 085
<i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. & Downs	Ab	B.Moreira 110
<i>Dysochroma viridiflorum</i> (Sims) Miers	Ab	B.Moreira 274
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Et	B.Moreira 250
<i>Solanum didymum</i> Dunal	Ab	B.Moreira 254
<i>Solanum kriegei</i> Giacomini & Stehmann	Et	B.Moreira 063
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Ar	B.Moreira 278
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Ar	B.Moreira 180
<i>Solanum</i> sp1	Ab	B.Moreira 090
Solanaceae sp1	Ab	B.Moreira 085
Solanaceae sp2	Ar	B.Moreira 098
<b>Symplocaceae</b>		
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	Ar	B.Moreira 248
<b>Theaceae</b>		
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	Ab	B.Moreira 023
<b>Urticaceae</b>		
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Ar	B.Moreira 311
<b>Verbenaceae</b>		
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	Ab	B.Moreira 169
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Et	B.Moreira 080
<b>Violaceae</b>		
<i>Anchietea pyriformis</i> (Mart.) G.Don	Li	B.Moreira 073
<b>Vochysiaceae</b>		
<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.	Ar	B.Moreira 095
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Ar	B.Moreira 133
<b>Winteraceae</b>		
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Ar	B.Moreira 329

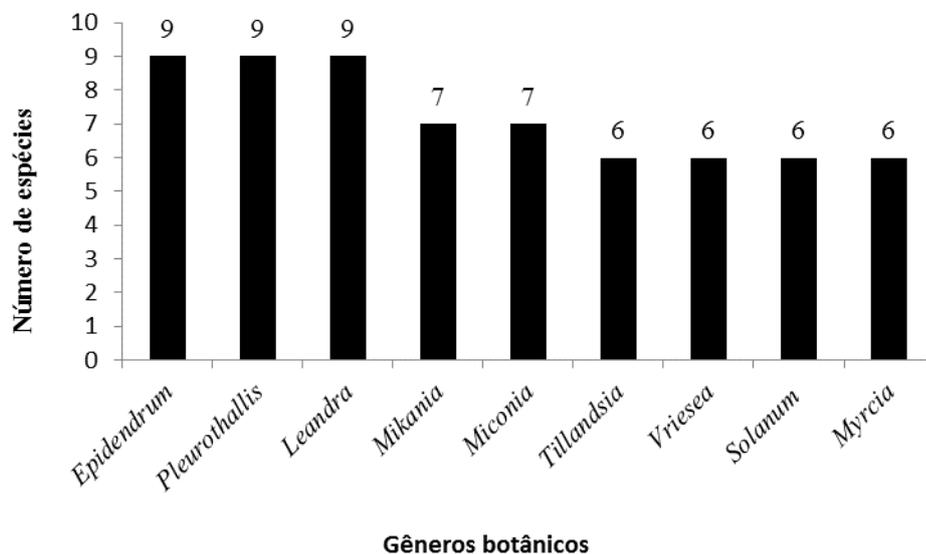
---

As famílias de maior riqueza são Orchidaceae (84 spp.), Asteraceae (39 spp.), Melastomataceae (21 spp.), Bromeliaceae (20 spp.), Myrtaceae (18 spp.) e Rubiaceae (17 spp.) (Fig. 3).



**Figura 3.** Famílias botânicas mais representativas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

Os gêneros com maior riqueza foram *Epidendrum* (nove spp.), *Leandra* (nove spp.), *Pleurothallis* (nove spp.), *Mikania* (sete spp.), *Miconia* (sete spp.), *Tillandsia* (seis spp.), *Vriesea* (seis spp.), *Solanum* (seis spp.) e *Myrcia* (seis spp.) (Fig. 4).



**Figura 4.** Gêneros botânicos mais representativos nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

Entre as 371 espécies encontradas, 103 são arbóreas (27,7%), 83 arbustivas (22,3%), 82 ervas epífitas (22%), 80 ervas terrestres (21,5%) e 23 lianas (6,5%). Entre as espécies arbóreas, destacam-se as famílias Myrtaceae com 17 espécies e

Melastomataceae (14 spp.), com maior riqueza. Entre as arbustivas a maior riqueza é da família Asteraceae com 21 espécies., seguida por Rubiaceae (oito spp.) e Melastomataceae (sete spp.). O hábito herbáceo terrestre obteve destaque entre as famílias Orchidaceae com 23 espécies, Asteraceae (nove spp.), e Bromeliaceae (oito spp.). As espécies epífitas predominaram na família Orchidaceae, com 61 espécies. Já entre as lianas, a família mais representativa foi Asteraceae com seis espécies, seguida por Apocynaceae e Smilacaceae (quatro spp. cada).

Dentre as espécies encontradas nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB, sete apresentam algum grau de ameaça de extinção: *Octomeria wawrae*, *Ocotea odorifera* e *Vriesea penduliflora* classificadas como "em perigo" (EN); *Hindsia ibitipocensis* como "criticamente em perigo" (CR) e *Baccharis lychnophora*, *Schlumbergera opuntioides* e *Sinningia tuberosa* como "vulneráveis" (VU) (Martinelli & Morais, 2013).

### Distribuição fitogeográfica

Os gêneros com centro de diversidade tropical representam 86,5% do total, distribuídos entre 126 neotropicais (60%), 45 tropicais amplos (21,5%) e dez gêneros endêmicos do Brasil (5%). Os gêneros com centro de diversidade em regiões temperadas correspondem a 13,5% do total, distribuídos entre sete gêneros (3,5%) austral-antárticos, um de origem holártica (0,5%), dois de origem temperada ampla (1%) e 17 (8,5%) cosmopolitas. (Tabela 2).

**Tabela 2.** Grupos fitogeográficos dos gêneros representados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

Grupos Fitogeográficos	Número de gêneros
<b>Temperados</b>	
<b>Austral-antártico:</b> <i>Drimys</i> , <i>Fuchsia</i> , <i>Griselinia</i> , <i>Myrceugenia</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Polygala</i> , <i>Weinmannia</i>	7
<b>Holártico:</b> <i>Rhamnus</i>	1
<b>Temperado amplo:</b> <i>Senecio</i> , <i>Dendrophorbium</i>	2
<b>Cosmopolitas:</b> <i>Bidens</i> , <i>Borreria</i> , <i>Brickellia</i> , <i>Caamembeca</i> , <i>Cerastium</i> , <i>Commelina</i> , <i>Crepis</i> , <i>Ficus</i> , <i>Galactia</i> , <i>Ilex</i> , <i>Ipomoea</i> ,	18

---

*Malaxis, Oplismenus, Rhynchospora, Solanum, Setaria, Taraxacum, Verbesina*

### **Tropicais**

**Endêmicas do Brasil:** *Eremanthus, Grobya, Nematanthus, Trembleya, Aosa, Dyssochroma, Gomesa, Periandra, Vanhouttea, Wittrockia.* 10

**Neotropical:** *Acianthera, Aechmea, Alchornea, Alstroemeria, Amaioua, Anathallis, Ancistrotropis, Anchietea, Anetanthus, Anthurium, Aspidosperma, Aureliana, Austrocritonia, Baccharis, Bifrenaria, Billbergia, Brasiliorchis, Brunfelsia, Byrsonima, Cabralea, Calolisianthus, Calyptranthes, Campylocentrum, Cattleya, Cecropia, Centroglossa, Centrosema, Chaptalia, Chromolaena, Chusquea, Coccocypselum, Clusia, Cordiera, Cranichis, Cupania, Cuphea, Dichaea, Dichorisandra, Dictyoloma, Ditassa, Emmeorrhiza, Encyclia, Epidendrum, Eriope, Eupatorium, Eurystyles, Forsteronia, Fridericia, Geonoma, Gomidesia, Guapira, Guatteria, Hadrolaelia, Handroanthus, Hatiora, Hedyosmum, Heteropterys, Hillia, Hindsia, Hyptidendron, Ichnanthus, Isabelia, Isochilus, Lamanonia, Langsdorffia, Lankesterella, Laplacea, Leandra, Leptostelma, Lessingianthus, Loudetiopsis, Machaerium, Mandevilla, Marlierea, Mascagnia, Matayba, Masdevallia, Maxillaria, Mesadenella, Mesosphaerum, Miconia, Mollinedia, Myrcia, Myrciaria, Nectandra, Neoregelia, Nidularium, Octomeria, Oncidium, Oxypetalum, Palicourea, Pera, Phoradendron, Piper, Philodendron, Pleroma, Pleurothallis, Posoqueria, Praxelis, Prescottia, Promenaea, Prosthechea, Qualea, Roupala, Scaphyglottis, Schlumbergera, Siphoneugena, Sinningia, Stelis, Stigmatosema, Struthanthus, Thysanoglossa, Tibouchina, Tillandsia, Tovomitopsis, Trichogonia, Trichosalpinx, Tridax, Trixis, Verbena, Vernonanthura, Vismia, Vochysia, Vriesea, Wilbrandia, Zygopetalum.* 126

**Tropical amplo:** *Abutilon, Achyrocline, Agarista, Ageratum, Alternanthera, Andropogon, Aspilia, Begonia, Bulbophyllum,* 45

---

---

*Chamaecrista, Clethra, Cordia, Erythroxylum, Eugenia, Gochnatia, Habenaria, Hyptis, Justicia, Lantana, Meliosma, Mendoncia, Mikania, Mimosa, Myrsine, Ocotea, Ouratea, Paepalanthus, Pavonia, Peperomia, Polystachya, Psychotria, Rhipsalis, Rudgea Sacoila, Sauvagesia, Schefflera, Scleria, Senna, Smilax, Symplocos, Trichilia, Tripogandra, Triumphetta, Vitex, Zanthoxylum.*

---

## DISCUSSÃO

### Composição florística

Nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB há a presença de um sub-bosque denso, onde os indivíduos arbóreos ramificam-se a uma baixa altura. O perfil florístico apresenta características típicas de formações florestais de altitude. No entanto, apresenta também espécies características de campos e savanas (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). As Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresentam um dossel de cerca de 10 m, com poucas árvores emergentes, como as espécies *Eugenia brasiliensis*, *Cupania zanthoxyloides* e *Solanum mauritanium*. Logo abaixo no sub-bosque, com cerca de cinco metros, podemos encontrar espécies como *Agarista pulchella*, *Leandra melastomoides*, *Leandra aurea*, *Myrcia splendens* e a palmeira *Geonoma schottiana*, que possui uma ampla produção de frutos que servem de alimento para a fauna local (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Os solos, derivados do quartzito, geralmente são rasos e pobres em minerais, mas a retroalimentação exercida pela decomposição da serapilheira pode sustentar uma vegetação de médio porte (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

As espécies arbóreas estão representadas principalmente pelas famílias Melastomataceae e Myrtaceae. Esse padrão florístico vai ao encontro dos padrões obtidos por Oliveira-Filho & Fontes (2000), Eisenlohr & Oliveira-Filho (2015) e Santiago *et al.* (2018), que encontraram Myrtaceae e Melastomataceae como as famílias mais ricas em espécies arbóreas para a Floresta Atlântica em outras regiões de altitude elevada. Tais famílias também ocorrem com elevada riqueza de espécies no levantamento realizado por Pereira *et al.* (2006), em remanescentes de vegetação na Serra do Itatiaia. As famílias Myrtaceae e Melastomataceae também são consideradas características de Florestas Nebulares do Neotrópico por Webster (1995) e Scheer & Moco-chinski (2009).

Ocorrem nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB, gêneros indicadores de florestas de altitude na Região Neotropical e no Brasil, como *Clethra*, *Drimys*, *Roupala*, *Weinmannia*, *Podocarpus* e *Myrceugenia* (França & Stehmann 2004; Meireles *et al.*, 2008). As Nanoflorestas Nebulares apresentam uma composição florística distinta das florestas estacionais localizadas em altitudes inferiores, sendo comum observar espécies endêmicas e várias delas pertencentes a gêneros frequentemente observados em Florestas Nebulares por todo o globo, destacando-se gêneros de elevada riqueza em formações montanas andinas (Hamilton *et al.*, 1995; Meireles *et al.*, 2008), como *Clethra* e *Rhamnus*, gêneros compartilhados entre as Nanoflorestas do PEIB e as florestas montanas tropicais andinas.

No estrato arbustivo das Nanoflorestas Nebulares destacaram-se pela riqueza, as famílias Asteraceae, Rubiaceae e Melastomataceae. A elevada riqueza de Asteraceae provavelmente está associada à sua diversidade de hábitos, com espécies ocupando diferentes estratos da vegetação. Em Florestas Nebulares localizadas em regiões de altitude na Região Sul do Brasil, Asteraceae também apresenta elevada representatividade, embora no Brasil, apresente maior riqueza em regiões de campos rupestres (Falkenberg, 2003). Melastomataceae e Rubiaceae também obtiveram destaque em estudos na Serra da Mantiqueira meridional e na Serra Negra (MG), pela elevada riqueza entre os táxons arbustivos (Meireles *et al.*, 2014; Salimena *et al.*, 2013). Os gêneros *Baccharis*, *Psychotria*, *Leandra* e *Pleroma* (três espécies cada) foram os mais representativos entre os arbustos. Esses dados estão de acordo com Mocoichinski & Scheer (2008) e Meireles *et al.* (2014), que encontraram *Leandra* e *Pleroma* como gêneros arbustivos com elevada riqueza e um número representativo de espécies endêmicas em formações altomontanas.

As ervas terrestres são as principais componentes do sub-bosque das Nanoflorestas Nebulares do PEIB, especialmente em locais úmidos e sombreados e estão representadas principalmente por espécies da família Asteraceae e Orchidaceae, plantas rasteiras dos gêneros *Coccocypselum* e *Anthurium*, além de espécies da família Commelinaceae, como *Dichorisandra hexandra* e *Commelina obliqua*. As espécies herbáceas terrícolas contribuem para o incremento florístico de áreas florestais e para a composição do solo, por possuírem ciclo de vida mais curto que espécies de hábito arbóreo (Martins-Ramos *et al.*, 2011). No presente estudo, as ervas terrestres correspondem a cerca de 21,5% do total de espécies, valor próximo ao obtido para as espécies arbustivas (22,3%). Pereira-Silva *et al.* (2007), Meireles *et al.* (2014) e

Santiago *et al.* (2018), em estudos realizados em diferentes regiões da Serra da Mantiqueira, registraram Asteraceae como a família com maior riqueza de espécies. A elevada riqueza dessa família no estrato herbáceo terrícola pode estar relacionada ao contato direto das Nanoflorestas Nebulares com os campos de altitude adjacentes, o que facilita o estabelecimento das espécies de Asteraceae nessas áreas (Pillar *et al.*, 2009). A família é uma das mais diversas em termos globais e pode ser encontrada em todos os tipos de *habitats* ao redor do mundo (Judd *et al.*, 2009).

Entre as lianas, destaque para os gêneros *Chusquea* e *Mikania*, que encontram-se bem distribuídos em toda a área de estudo. Bambus do gênero *Chusquea* são frequentes nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB e geralmente formam moitas próximas às áreas de maior umidade, margeando os rios e córregos. *Chusquea* e *Mikania* ocorrem preferencialmente em formações altomontanas atlânticas da América do Sul (Safford, 2007; Meireles *et al.*, 2014).

As Nanoflorestas Nebulares apresentam uma alta taxa de epifitismo, com destaque para as famílias Orchidaceae e Bromeliaceae, que ocupam variados estratos florestais e colaboram para o elevado índice de espécies epífitas em uma formação florestal, além da presença abundante de líquens que ocupam os troncos das árvores, arbustos e o solo (Furtado, 2016). No presente estudo, foi observada uma elevada taxa de espécies epífitas (22% das espécies amostradas). Essas espécies muitas vezes podem ser consideradas típicas de Florestas Nebulares, podendo chegar a corresponder a cerca de 25% das espécies amostradas (Benzing, 1998). Furtado (2016) elaborou uma listagem das epífitas vasculares ocorrentes nas Florestas Nebulares do PEIB, composta por 222 espécies distribuídas em 81 gêneros e 22 famílias, das quais Orchidaceae é a mais rica (85 spp.), correspondendo a 28% da flora vascular dessa formação. Tanto o número absoluto de espécies, quanto o quociente epifítico observado por Furtado (2016) correspondem a uma das maiores diversidades já amostradas em estudos desta natureza na Floresta Atlântica brasileira.

Diante do exposto é possível assumir que as epífitas desempenham um importante papel nos ciclos das Nanoflorestas Nebulares. Atuam também no ciclo da água local, uma vez que interferem na captação, armazenamento e liberação lenta da água (Richardson *et al.*, 2000). Estima-se que em certas áreas as epífitas podem armazenar cerca de 3000 litros/ha, além de fornecer água, materiais de nidificação e alimentação para uma vasta gama de espécies de animais, desde invertebrados até primatas (Richardson *et al.*, 2000). Esses fatores por si só justificam a importância da

presença das epífitas para o ecossistema como um todo.

O perfil florístico das Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresenta similaridades florísticas, em nível de família e gênero, com as florestas de altitude dos Andes, apresentando ainda, características que permitem associá-las a um ambiente de transição entre os campos rupestres e florestas de altitude da Região Sudeste do Brasil. Com base na predominância das famílias Orchidaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Myrtaceae, Melastomataceae e Rubiaceae, pode-se afirmar que as Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresentam uma flora muito semelhante às Nanoflorestas Latifoliadas Nebulares da Serra Fina, da Serra Negra (MG) e das Agulhas Negras (RJ) (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Pereira *et al.*, 2006; Valente *et al.*, 2011; Meireles *et al.*, 2014).

De forma geral, a riqueza da comunidade vegetal das Nanoflorestas Nebulares do PEIB reforça sua importância para a biodiversidade local e como fonte de propágulos para as demais fitofisionomias da região, demonstrando que áreas relativamente pequenas também são relevantes para a preservação e que mesmo unidades de conservação estabelecidas devem aprimorar estratégias para a manutenção da biodiversidade (Drummond *et al.*, 2005).

### **Distribuição fitogeográfica**

Os estudos que procuram entender a distribuição geográfica das espécies presentes nas Nanoflorestas Nebulares são de fundamental importância, pois permitem subsidiar estratégias de conservação e restauração ambiental, e auxiliam na previsão dos impactos de mudanças climáticas futuras sobre a vegetação natural. Neste estudo, classificamos os gêneros em sete grupos fitogeográficos delimitados com base nos seus centros atuais de diversidade citados em Safford (2007). Entre os gêneros austral-antárticos, *Drimys*, *Fuchsia*, *Polygala* e *Weinmannia* apresentam poucos representantes atlânticos, enquanto *Myrceugenia* é mais rico ao leste do Brasil, possuindo espécies indicadoras das florestas altomontanas sob climas frios e úmidos (Meireles *et al.*, 2008). Esses gêneros faziam parte de uma flora pretérita dispersa entre a Austrália, Antártica e América do Sul (Brade, 1956).

Como representante do elemento florístico holártico foi encontrado nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB apenas o gênero *Rhamnus*. A presença de elementos holárticos na flora neotropical tem sido associada à proximidade entre a América do Norte e do Sul, durante o Cretáceo, por arcos de ilhas continentais e vulcânicas na região da América Central, a eventos de dispersão à longa distância durante o

Cenozóico, e a formação do Istmo do Panamá e elevação do norte dos Andes entre o Mioceno e o Plioceno, a cerca de 3,5 milhões de anos. Segundo Brade (1956), o elemento holártico foi da América do Norte para a América do Sul utilizando a cadeia de montanha dos Andes como uma ponte de migração e posteriormente avançaram para o leste do continente em direção a Serra da Mantiqueira e Serra do Mar.

Segundo Safford (2007) a flora dos Andes e dos pontos mais altos das cadeias de montanhas brasileiras formam um híbrido de espécies de origem tropical, temperada e cosmopolita, que se desenvolveram nestes locais através de longos períodos de mudanças ambientais e migrações. Safford (2007) relata que durante os períodos de seca do Terciário, as cadeias de montanhas atlânticas serviram de refúgio para as espécies adaptadas ao frio e a umidade, especialmente os táxons austral-antárticos e que durante longos períodos de clima mais frio ocorreu um contato maior entre as formações vegetais do leste e do oeste da América do Sul, favorecendo assim a colonização das florestas tropicais atlânticas por elementos andinos. Este contato pode ter ocorrido várias vezes e as florestas tropicais atlânticas podem ter sido uma fonte importante para a colonização dos novos ambientes montanos desenvolvidos tardiamente ao norte dos Andes (Safford, 2007).

No PEIB o componente florístico temperado está representado pelos gêneros *Senecio* e *Dendrophorbium* enquanto os elementos cosmopolitas estão representados pelos gêneros *Bidens*, *Borreria*, *Brickellia*, *Caamembeca*, *Cerastium*, *Commelina*, *Crepis*, *Ficus*, *Galactia*, *Ilex*, *Ipomoea*, *Malaxis*, *Oplismenus*, *Rhynchospora*, *Solanum*, *Setaria*, *Taraxacum* e *Verbesina*. Táxons temperados, principalmente holárticos, são bem mais representativos na flora andina do que nas montanhas brasileiras, devido a uma série de fatores geográficos e históricos, a menores altitudes e a área mais limitada das montanhas no Brasil. Safford (2007) sugere que muitas espécies de clima temperado e cosmopolitas chegaram primeiramente ao sul do Brasil por migração através de *habitats* favoráveis, ao invés de dispersão a longas distâncias.

Entre os dez gêneros endêmicos do Brasil, destaca-se a família Gesneriaceae, representada pelos gêneros *Nematanthus* e *Vanhouttea*. O gênero *Nematanthus* é endêmico das regiões Sul e Sudeste do Brasil, com exceção de uma espécie que alcança o sul da Bahia (Chautems, 1988). Já *Vanhouttea* é um gênero que possui espécies distribuídas nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Chautems, 2002). Os demais gêneros endêmicos são *Eremanthus*, *Trembleya*, *Aosa*, *Dyssochroma*, *Gomesa* (*sensu stricto*), *Grobya*, *Periandra* e *Wittrockia*, que apresentam espécies

muito comuns em formações vegetacionais de altitudes elevadas na Floresta Atlântica. Dentre estes, *Eremanthus*, *Periandra* e *Trembleya*, apresentam maior riqueza nos campos rupestres, com algumas espécies presentes nos campos de altitude e no interior das Nanoflorestas Nebulares (Giulietti & Pirani, 1988).

Cerca de 60% dos gêneros encontrados são neotropicais, e, dentre eles, *Cabralea*, *Leandra*, *Miconia*, *Mollinedia*, *Myrcia*, *Myrciaria*, *Roupala*, *Siphoneugena*, *Pleroma* e *Vernonanthura* podem apresentar espécies exclusivas de florestas altomontanas e que toleram condições adversas de altitude (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Meireles *et al.*, 2014). Entre os gêneros neotropicais, alguns são comumente encontrados nas montanhas dos Andes, como *Baccharis* e *Chusquea*, além de apresentarem grande importância na composição florística das vegetações altomontanas da Região Sudeste do Brasil (Brade, 1956; Safford, 1999; Meireles *et al.*, 2014).

Já o gênero *Hindsia* é mais rico nas montanhas do leste do Brasil e neste estudo foi encontrada a espécie *Hindsia ibitipocensis*, considerada ameaçada de extinção e até o momento, registrada apenas para pequeno trecho da Serra da Mantiqueira, representada pelo PEIB e pela Serra Negra (Di Maio, 1996; Oliveira *et al.*, 2014). Os gêneros tropicais amplos corresponderam a 24%, com predominância das famílias Asteraceae e Malvaceae, em que são comuns atributos como longas distâncias de dispersão, grande produção de frutos e dormência de sementes, que auxiliam a ampliação de suas distribuições (Lorenzi, 2008).

Devido ao processo histórico de ocupação de terras, caracterizado principalmente pela exploração de espécies madeireiras, fragmentação florestal e expansão de atividades agropecuárias, as áreas de florestas originais da Serra da Mantiqueira foram drasticamente reduzidas (Almeida & Carneiro, 1998; Drummond *et al.*, 2005). Desta forma, a conservação das florestas remanescentes é fundamental, pois além de apresentarem elevada diversidade residual, desempenham serviços ambientais, como o sequestro de dióxido de carbono atmosférico, proteção do solo, manutenção do ciclo hidrológico e proteção dos cursos d'água (Pounds *et al.*, 1999). É importante salientar que as Nanoflorestas Nebulares contribuem com aportes adicionais de água aos sistemas hídricos, por meio da captação da água condensada nas nuvens. Portanto a conservação dessas florestas irá contribuir para a produção contínua de água nas nascentes, o que beneficiará a produção de água potável e de qualidade para as gerações futuras (Oliveira-Filho *et al.*, 2004). Estudos adicionais sobre a biodiversidade das Nanoflorestas Nebulares são necessários para apoiar o desenvolvimento de políticas

públicas voltadas para a proteção dessas áreas, tendo-se em conta principalmente a sua grande fragilidade perante as mudanças climáticas globais (IPCC, 2014).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências** 28: 135-150.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1–20.
- ARCOVA, F.C.S. 2013. Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP. 2013. 175 f. **Tese** (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BFG. 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** 66: 1085-1113.
- BRADE, A.C. 1956. A flora do Parque Nacional do Itatiaia. **Boletim Parque Nacional do Itatiaia**, 5: 1-92.
- BROWN, J.H., STEVENS, G.C. & KAUFMAN, D.M. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. **Annals Review of Ecology and Systematics** 27: 597-623.
- BENZING, D.H. 1998. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. **Climate Change**, 39, pp. 519–5440
- BRUIJNZEEL, L A., KAPPELLE, M., MULLIGAN, M. & SCATENA, F.N. 2011. **Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world**. Pp. 691– 740 in Bruijnzeel, L. A., Scatena, F. N. & Hamilton, L. S. (eds.). *Tropical montane cloud forests: science for conservation and management*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BUBB, P. *et al* 2004. **Cloud forest agenda**. Cambridge: PNUMA-CMVC, 32 p.
- CHAUTEMS, A. 1988. Revision taxonomique et possibilites d'hybridations de *Nematanthus Schrader* (Gesneriaceae), genre endemique de la forêt cotiere

- brésiliense. **Dissertationes Botanicae** 112:1-226.
- CHAUTEMS, A. 2002. New Gesneriaceae from Minas Gerais, Brazil. **Candollea** 56: 261-270.
- CORRÊA NETO, A.V. & BAPTISTA FILHO, J. 1997. Espeleogênes em quartzitos da Serra do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 75-87.
- COSTA, C. & HERRMANN, G. 2006. **Plano de Ação do Corredor Ecológico da Mantiqueira**. 1 ed. Valor Natural, 64p.
- CRIA. Centro de Referência em Informação Ambiental. 2001. **SpeciesLink**. Disponível em <<http://splink.cria.org.br/tools?criaLANG=pt>>.
- DIAS, H.C.T., FERNANDES FILHO, E.I., SCHAEFER, C.E.G.R., FONTES, L.E.F.F. & VENTORIM, L.B. 2002. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore** 26(6): 777-786.
- DI MAIO, F.R. 1996. Revisão taxonômica do gênero *Hindsia* Bentham (Rubiaceae, Hedyotideae). **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** 34: 51-92.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. & ANTONINI, Y. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.
- EISENLOHR, P.V. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2015. Revisiting Patterns of Tree Species Composition and their Driving Forces in the Atlantic Forests of Southeastern Brazil. **Biotropica** 47: 689-701.
- FALKENBERG, D.B. 2003. **Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil**. 558p. Tese (Doutorado em Biologia). Universidade de Campinas, Campinas, 2003.
- FILGUEIRAS, T.S., NOGUEIRA, P.E., BROCHADO, A.L. & GUALA, G.F. 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências** 12: 39-43.
- FLORA DO BRASIL 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>.
- FRANÇA, G.S. & STEHMANN, J.R. 2004. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 19-30.
- FURTADO, S.G. 2016. **Ecologia de epífitas vasculares nas Florestas Nebulares do**

- Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- GIULIETTI, A.M. & PIRANI, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some species from the Espinhaco Range, Minas Gerais and Bahia, Brasil. In **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns** (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.
- GONÇALVES, E.G. & LORENZI, H. 2007. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares.** São Paulo: Plantarum. 416p.
- GRYTNES, J.A. & MCCAIN, C.M. 2007. **Elevational trends in biodiversity.** Encyclopedia of biodiversity.
- HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. 1995. The Puerto Rico tropical cloud forests symposium: introduction and workshop synthesis. In **Tropical montane cloud forests** (L. S. Hamilton, J. O. Juvik & F. N. Scatena, eds.). Springer-Verlag, New York, p.1-23.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC **2014 Climate Change 2014 : Impacts, Adaptation and Vulnerability "** (IPCC). Work Group 2. Geneva. 2014. IPCC 2014 Fifth Assessment Report. disponível em: <http://www.ipcc-wg2.gov/AR5/>
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F. & DONOGHUE, M. J. 2009. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético.** Porto Alegre: Artmed. 632p.
- KÖPPEN, W. 1948. **Das geographische System der Klimate** – handbuch der klimatologie. Vol. 1. Part C. Berlim: Gebr. Bornträger Verlag, 388 p.
- KÖRNER, C. 1999. **Alpine Plant Life: functional plant ecology of high mountain ecosystems.** Springer-Verlag, Berlim, Heidelberg.
- LORENZI, H. 2008. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. 368p.
- MARTINELLI, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(4): 587-597.
- MARTINELLI, G. & MORAES, M.A. 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>
- MARTINS-RAMOS, D., CHAVES, C.L., BORTOLUZZI, R.L.C. & MANTOVANI,

- A. 2011. Florística de floresta ombrófila mista alto-montana e de campos em Urupema, Santa Catarina. Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. 9(2): 156–166.
- MBG. Missouri Botanical Garden. 2014. **Tropicos.org**. Disponível em <<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/ibc99/mobot/pick.html>>.
- MEIRELES, L.D., SHEPHERD, G.J. & KINOSHITA, L.S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 31: 559-574.
- MEIRELES, L.D., KINOSHITA, L.S. & SHEPHERD, G.J. 2014. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia** 65: 831-859.
- MOCOCHINSKI, A.Y. & SCHEER, M.B. 2008. Campos de altitude na Serra Paranaense: aspectos florísticos. **Floresta** 38: 625-640.
- MOREIRA, A.A.N. & CAMELIER, C. 1977. Relevo. In **Geografia do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v.3, p.1-150.
- MORI, S.A., SILVA, L.A.M., LISBOA, G. & CORADIN, L. 1989. **Manual de manejo de herbário fanerogâmico**. Ilhéus, BA: Centro de Pesquisas do Cacau.
- NUMMER, A.R. 1991. **Mapeamento geológico e tectônico experimental do grupo Andrelândia na região de Santa Rita do Ibitipoca – Lima Duarte, Sul de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, J.A., SALIMENA, R.F.G. & ZAPPI, D. 2014. Rubiaceae da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* [online]. Vol.65, n.2, pp.471-504.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, 32(4): 793-810.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., CARVALHO, D.A., FONTES, M.A.L., VAN DEN BERG, E., CURI, N. & CARVALHO, W.A.C. 2004. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 291- 309.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. et al. 2005. Floristic relationships of seasonally dry forests of

- eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T. et al. (Ed.). **Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press, p.151-184.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos. **Rodriguésia** 60: 237-258
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., FONTES, M.A.L., VIANA, P.L., VALENTE, A.S.M., SALIMENA, F.R.G. & FERREIRA, F.M. 2013. O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. 1 ed. Juiz de Fora, 384p.
- PEREIRA-SILVA, E.F.L., HARDT, E. & FRANCISCO, C.E.S. 2007. Caracterização florística da vegetação lenhosa de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista Alto Montana, Campos do Jordão, SP. **Holos Environment**, 7(2):154-170.
- PEREIRA, I.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., BOTELHO, S.A., CARVALHO, W.A.C., FONTES, M.A.L., SCHIAVINI, I. & SILVA, A.F. 2006. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, Vol. 57, No. 1 (2006), pp. 103-126.
- PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z. & JACQUES, A.V.A. (Orgs.). 2009. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 403p.
- POMPEU, P.V., FONTES, M.A.L., SANTOS, R.M., GARCIA, P.O., BATISTA, T. A. & CARVALHO, W.A.C.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2014. Floristic composition and structure of an upper montane cloud forest in the Serra da Mantiqueira Mountain Range of Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Vol.28, 456-464.
- POUNDS, A., FOGDEN, M.P.L & CAMPBELL J.H. 1999 Biological response to climate change on a tropical mountain. **Nature**, 398, pp. 611–615.
- RAHBEK, C. 2005. Thee role of spatial scale and the perception of large-scale species – richness patterns. **EcologyLetters**, p. 224– 239.
- RICHARDSON, B.A, RICHARDSON, M.J., SCATENA, F.N. & MCDOWELL W.H. 2000. Effects of nutrient availability and other elevational changes on

- bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico J. **Tropical Ecology**., 16, pp. 167–188.
- RODELA, L. G. & TARIFA, J. R. 2002. Clima da Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. **Geosp: Espaço e Tempo** 11: 101-113.
- SAFFORD, H.D. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, 26(4): 693-712.
- SAFFORD, H.D. 2007. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography** 34: 1701-1722.
- SALIMENA, F.R.G. et al. 2013. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 311–320.
- SANTIAGO, D.S., OLIVEIRA-FILHO, A.T., MENINI NETO, L., CARVALHO, F.A. & SALIMENA, F.R.G. 2018. Floristic composition and phytogeography of an Araucaria Forest in the Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia** (impresso).
- SCHEER, M.B. & MOCOCHINSKI, A.Y. 2009. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotropica**, v.9, n.2, p.51-70.
- SLIK, J.W., SHIN-ICHIRO, A.S.I., BREARLEY, F.Q., CANNON, C.H., FORSHED, O. & KITAYAMA, K. 2010. Environmental correlates of tree biomass, basal area, wood specific gravity and stem density gradients in Borneo's tropical forests. **Global Ecology and Biogeography** 19, 50–60.
- TEIXEIRA, W. & CORDANI, G. 2007. Caminhos do Tempo Geológico In **Itatiaia: Sentinela das Alturas** (W. Teixeira & R. Linsker, coords) Terra Virgem, São Paulo, p. 28-62.
- THIERS, B. 2016 [continuously updated]. In: **Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff**. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
- VALENTE, A.S.M., GARCIA, P.O., SALIMENA, F.R.G. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2011. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, 62(2): 321-340.
- VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A. 1995. Cloud forest archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. Pp. 315–332 in L.S. Hamilton, J.O. Juvick, and F.N. Scatena, eds., **Tropical Montane Cloud Forest. Ecological**

**Studies**, no. 110. Springer Verlag, New York.

WEBSTER, G.L. 1995. **The panorama of Neotropical Cloud Forests**. In: Churchill, S. P.; Balslev, H.; Forero, E. & Luteyn, J. L.(eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests: Proceedings of Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium. The New York Botanical Garden, New York. Pp. 53-77.

## **CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS NANOFLORESTAS NEBULARES DO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL**

### **RESUMO**

Este estudo foi desenvolvido no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), um maciço montanhoso que se destaca na Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. A vegetação do PEIB é representada por um mosaico fitofisionômico onde predominam áreas de campos rupestres entremeadas às Nanoflorestas Nebulares. As Nanoflorestas Nebulares ocorrem em cinturões de altitude estreitos, nos picos de montanhas, imersas na camada de nuvens. Formam uma paisagem peculiar no alto das montanhas, pela baixa estatura dos elementos arbóreos e riqueza de líquens e briófitas, que se desenvolvem sob constante condensação de umidade, baixas temperaturas e ventos frequentes. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição florística e a estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo das Nanoflorestas Nebulares do PEIB ao longo de um gradiente altitudinal. Foram definidas cinco cotas altitudinais variando de 1300 m a 1600 m s.n.m. Em cada cota foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 m x 20 m, totalizando 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) por cota e amostra total de 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). No interior das parcelas foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,30 m acima do solo) maior ou igual a 5,0 cm. Todos os indivíduos incluídos foram medidos quanto ao DAP e altura e identificados. A descrição da estrutura de cada comunidade foi realizada com base em parâmetros fitossociológicos. A diversidade de espécies foi analisada pelo índice de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J'). As cotas altitudinais foram comparadas através dos parâmetros fitossociológicos, diversidade, índices de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis associados a dendrogramas e análise de ordenação através da Análise de Correspondência Distendida (DCA). A análise de similaridade *One-way* ANOSIM foi realizada para testar estatisticamente a diferença na composição e estrutura de espécies entre as cotas. Para a área total, foram amostrados 2303 indivíduos vivos, distribuídos em 147 espécies, pertencentes a 37 famílias botânicas. Dentre as famílias de maior riqueza estão Myrtaceae (29 spp.), Lauraceae (12 spp.), Melastomataceae (10 spp.), Rubiaceae e Sapindaceae (08 spp. cada), Fabaceae (07 spp.), Primulaceae (06 spp.) e Asteraceae (05 spp.). O valor do índice de Shannon (H')

para a área total (1 ha) foi  $4,06 \text{ nats.ind}^{-1}$ , e o de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,81 e os valores entre as cotas variaram entre  $H'$  igual a 3,15 e 3,85  $\text{nats.ind}^{-1}$  e  $J'$  igual a 0,76 e 0,88. O padrão gráfico da curva de riqueza de espécies aumenta até certa altitude, com um pico de riqueza na cota de 1500 m s.n.m. e posterior decréscimo. Maiores similaridades foram encontradas entre cotas mais próximas. A análise de similaridade (*One-way ANOSIM*) mostrou diferença significativa na composição e estrutura de espécies entre todas as cotas altitudinais. A DCA e os dendrogramas demonstraram a presença de um gradiente com forte substituição de espécies entre as cotas altitudinais. A premissa inicial de que as comunidades arbóreas das Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresentam variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais foi confirmada pelos resultados apresentados.

**Palavras-chave:** Conservação, Fitossociologia, Floresta Atlântica, Floresta Nebular, Serra da Mantiqueira.

#### **ABSTRACT**

**(Composition and structure of Dwarf Cloud Forests of the Ibitipoca State Park along altitudinal gradient).** This study was developed in Ibitipoca State Park (ISP), a mountainous massif that stands out in the Serra da Mantiqueira, in the Southeastern Region of Brazil. The ISP vegetation is represented by a phytophysognomic mosaic where areas of *campos rupestres* interspersed with Dwarf Cloud Forests predominate. The Dwarf Cloud Forests exist in narrow altitude belts on the mountain peaks, immersed in a layer of clouds. They form a peculiar landscape high in the mountains by the short stature of the arboreal elements and richness of lichens and bryophytes, which develop under constant condensation of humidity, low temperatures, and frequent winds. The objective of this study was to evaluate the floristic composition and the phytosociological structure of the shrub-arboreal stratum of the Dwarf Cloud Forests of the ISP along an altitudinal gradient. Five altitudinal levels were defined ranging from 1300 m to 1600 m s.n.m. In each level 10 plots of 10 m x 20 m were randomly allocated, totaling 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) per level and a total sample of 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). In the interior of the plots were sampled all trees with diameter at breast height (DBH, measured at 1,30 m above the ground) greater or equal to 5,0 cm. All included individuals were measured for DBH and height and identified. The description of the structure of each community was carried out based on phytosociological parameters.

The diversity of species was analyzed by the diversity index of Shannon ( $H'$ ) and the equability of Pielou ( $J'$ ). The altitudinal levels were compared through the phytosociological parameters, diversity, Jaccard and Bray-Curtis similarity index associated to dendrograms and ordering analysis through the Distended Correspondence Analysis (DCA). ANOSIM One-way similarity analysis was performed to statistically test the difference in species composition between the levels. For the total area, 2303 living individuals were sampled, distributed in 147 species, belonging to 37 botanical families. Among the richest families are Myrtaceae (29 spp.), Lauraceae (12 spp.), Melastomataceae (10 spp.), Rubiaceae and Sapindaceae (08 spp each), Fabaceae (07 spp.), Primulaceae (06 spp) e Asteraceae (05 spp.). The value of the Shannon index ( $H'$ ) for the total area (1 ha) was 4,06 nats.ind<sup>-1</sup>, and the Pielou equability ( $J'$ ) was 0,81 and the values between the levels varied between  $H' = 3,15$  and  $3,85$  nats.ind<sup>-1</sup> and  $J' = 0,76$  and  $0,88$ . The graph pattern of the species richness curve increases to a certain altitude, with a peak of wealth in the 1500 m s.n.m. and subsequent decrease. High similarities were found between closer levels. The analysis of similarity (One-way ANOSIM) showed a significant difference in composition and structure of species among all altitudinal levels. The DCA and dendrograms demonstrated the presence of a gradient with strong species substitution between altitudinal levels. The initial premise that arboreal communities of ISP Dwarf Cloud Forests present floristic and/or structural variations in response to differences in altitude gradients was confirmed by the results presented.

**Keywords:** Atlantic Forest, Cloud Forest, Conservation, Phytosociology, Serra da Mantiqueira.

## INTRODUÇÃO

As Florestas Tropicais são ecossistemas altamente diversos, que apresentam grande vulnerabilidade devido a um complexo conjunto de fatores, que variam de acordo com a região (International Sustainability Unit, 2015). Mais da metade da cobertura global das florestas tropicais úmidas já foi convertida e a área remanescente encontra-se amplamente fragmentada. (Myers, 2003; Mittermeier *et al.*, 2004). Dentre essas, as Florestas Nebulares da região Neotropical são as mais desconhecidas e ameaçadas de todas as vegetações florestais dos trópicos (Gentry, 1995; Bruijnzeel *et al.*, 2011, Fahey *et al.*, 2016). Essas florestas correspondem a apenas 2,5% da área total de florestas tropicais do mundo, com superfície global de aproximadamente 380.000 km<sup>2</sup> (Bubb *et al.*, 2004).

As Florestas Nebulares recebem essa nomenclatura em função da presença frequente de nuvens sobre a vegetação, que influenciam a atmosfera por meio do aumento da umidade relativa e da redução da radiação solar (Hamilton *et al.*, 1995; Oliveira-Filho *et al.*, 2013; Gostch *et al.*, 2016). São consideradas de grande importância para a conservação dos recursos naturais, apresentando alta diversidade biológica e um alto índice de endemismo (Hamilton *et al.*, 1995), propiciado pela variedade de ambientes associada a fatores bióticos e abióticos, que proporcionam locais favoráveis à especiação (Martinelli, 2007).

As Florestas Nebulares desempenham um papel importante nas bacias hidrográficas, proporcionando um regular fornecimento de água para as comunidades que vivem a jusante, através da entrada adicional de água no ecossistema pelos nevoeiros e pela interceptação de água pelas copas das árvores, com posterior drenagem para o piso florestal, exercendo assim, um papel vital no abastecimento de nascentes (Arcova, 2013; Gotsch *et al.*, 2016; Willig & Presley, 2016). Oferecem ainda, proteção contra erosões, devido a estabilização do terreno pela área coberta por vegetação (Arcova, 2013). Bubb *et al.* (2004) afirmam que a quantidade de água diretamente interceptada pela vegetação das Florestas Nebulares pode corresponder de 15 a 20% da quantidade de chuva direta.

No Brasil, as Florestas Nebulares possuem uma importante representatividade na Serra da Mantiqueira, incluída no Domínio da Floresta Atlântica, estendendo-se desde o Planalto de Caldas e o Planalto de Campos do Jordão, no sul de Minas Gerais, até o Planalto do Caparaó, na divisa entre Minas Gerais e o Espírito Santo, com área

aproximada de 13.176 km<sup>2</sup> (Moreira & Camelier, 1977; Pompeu *et al.*, 2014). A Serra da Mantiqueira apresenta elevada riqueza de espécies de fauna e flora, especialmente no que trata de espécies raras e endêmicas, compondo um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta, restando pouco de sua cobertura original, sendo por isso considerada um “hotspot” de biodiversidade (Myers, 2003; Mittermeier *et al.*, 2004; Drummond *et al.*, 2005; Costa & Herrmann, 2006).

As florestas da Serra da Mantiqueira são ainda pouco conhecidas e a composição florística e riqueza foi descrita em alguns locais por Oliveira-Filho & Fontes (2000), França & Stehmann (2004), Meireles *et al.* (2008), Valente *et al.* (2011); Salimena *et al.* (2013), Oliveira-Filho *et al.* (2013), Meireles *et al.*, (2014), Pompeu *et al.* (2014), Santiago *et al.* (2018), entre outros, mas ainda assim, a grande heterogeneidade ambiental e as diferenças estruturais relacionadas a diferentes condições ambientais decorrentes de variações altitudinais não foram suficientemente detalhadas (Martinelli, 2007, Meireles *et al.*, 2014; Pompeu *et al.*, 2014). Dentre as formações florestais menos conhecidas, estão as Nanoflorestas Nebulares, bem como suas relações com as variações ambientais locais e a forma como essas variáveis proporcionam modificações florísticas nessa fitofisionomia.

Os aspectos que envolvem as Nanoflorestas Nebulares relacionam-se com o fato de sua imersão na camada de nuvens e com o ciclo hidrológico local (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Oliveira-Filho, 2009). Ocorrem em cinturões de altitude estreitos, em sulcos do relevo montanhoso ou em picos de montanha, com a distribuição de espécies semelhante a arquipélagos (Vazquez-Garcia, 1995). Possuem a distribuição geográfica dos táxons singular, sendo determinada através de suas características autoecológicas, por barreiras geoclimáticas, mudanças climáticas e por processos ecológicos históricos (Brown *et al.*, 1996). Dada a sua sensibilidade fundamental ao clima, as Nanoflorestas Nebulares também servem de alerta precoce aos impactos oriundos das mudanças climáticas, que podem ocasionar perda de biodiversidade, mudanças na faixa altitudinal de ocorrência das espécies, ampliação da área de ocorrência das espécies que atualmente estão limitadas a altitudes menores e possível desaparecimento (Foster, 2001; Bruijnzeel *et al.* 2011; Crausbay & Martin, 2016; Fahey *et al.*, 2016).

A distribuição descontínua dos maciços de altitude da Serra da Mantiqueira promove o isolamento das Nanoflorestas Nebulares e das espécies que as compõem, podendo gerar restrição de fluxo gênico e impedir a conectividade entre as diferentes populações (Safford, 1999). Este processo favorece a ocorrência de especiações e de

endemismo local (Safford, 1999). As espécies que ocorrem nas Nanoflorestas Nebulares toleram condições adversas como temperaturas noturnas congelantes, temperaturas altas durante o dia, geadas, estacionalidade climática e mudanças físicas como alta intensidade luminosa e baixa pressão atmosférica (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Bruijnzeel *et al.* 2011), sendo a presença de neblina de forma persistente, frequente ou sazonal, uma característica climática fundamental para a manutenção das Nanoflorestas em áreas de altitude elevada (Hamilton *et al.*, 1995; Bruijnzeel *et al.*, 2011).

Uma variedade de fatores ecológicos pode influenciar a diversidade e a composição de espécies em comunidades naturais (Körner, 2004; Willig & Presley, 2016). Dentre esses fatores, um dos mais relevantes é o gradiente altitudinal, uma vez que irá influenciar diretamente nas variações de topografia, substrato, declividade, exposição ao sol, disponibilidade de água e nutrientes, gerando assim diferentes microhabitats que ocorrem em pequenas distâncias, sendo uma das causas da elevada biodiversidade em ambientes montanhosos (Körner, 2004; Kreft & Jetz, 2007; Werner & Homeier, 2015; Darby *et al.*, 2016). Bruijnzeel *et al.* (2011) afirmam que as características florísticas e estruturais das Nanoflorestas Nebulares sofrem grande influência do clima das montanhas, com a ocorrência de um gradiente vegetacional em concordância com a distribuição vertical de temperatura e umidade. Os estudos de revisão sobre variação na riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais indicam que o padrão mais recorrente é o decréscimo da riqueza na medida em que ocorre a elevação da altitude local, sendo esse padrão conceituado como “monotônico decrescente” (McCain, 2007; Werenkraut & Ruggiero, 2011). No entanto, picos de riqueza em altitudes intermediárias e posterior decréscimo em maiores altitudes também têm sido relatados, padrão conhecido como “unimodal parabólico” (Rahbek, 1995; Carneiro *et al.*, 2005; Rahbek *et al.*, 2007; McCain & Knight, 2013).

Whittaker (1973) já afirmava que a altitude é o fator síntese responsável pela substituição de espécies ao longo do gradiente, estando correlacionada com variações de diversos parâmetros que influenciam o crescimento e o estabelecimento dos indivíduos, sendo denominada pelo autor de “gradiente fator-complexo”. França & Stehmann (2004) afirmam que à medida que a altitude se eleva e a temperatura diminui, observam-se mudanças na estrutura da comunidade, associada à redução na estatura da floresta, incremento na densidade de indivíduos, elevada biomassa de briófitas e pteridófitas, e menor riqueza de espécies arbóreas devido ao ambiente seletivo. Essa redução do número de espécies, na medida em que ocorre a elevação da altitude, pode

ser explicada principalmente com base no controle climático da riqueza de espécies através da severidade ambiental ou produtividade do *habitat* (Gostch *et al.*, 2015) e no conjunto de hipóteses relacionadas à Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967).

Considerando-se a importância do relevo sobre a estrutura da vegetação, estudos que tenham como proposta a análise da influência de gradientes altitudinais sobre comunidades de espécies arbóreas em Nanoflorestas Nebulares são relevantes para o entendimento da estruturação espacial dessas comunidades (Pompeu *et al.*, 2014; Werner & Homeier, 2015). Partindo da premissa de que as comunidades das Nanoflorestas Nebulares avaliadas apresentam variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais, o objetivo deste trabalho foi analisar e descrever a composição, riqueza e diversidade de espécies, assim como a estrutura fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de trechos de Nanoflorestas Nebulares localizados em diferentes gradientes altitudinais no Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A descrição detalhada do Parque Estadual do Ibitipoca pode ser verificada no Capítulo I (Pág. 24). Para descrever a vegetação florestal do estrato arbustivo-arbóreo das Nanoflorestas Nebulares do PEIB foram delimitadas cinco áreas representando todos os gradientes de elevação, em cinco cotas altitudinais, com variação de 1300 m a 1600 m s.n.m. A Figura 1 demonstra a localização geográfica das áreas de Nanoflorestas Nebulares amostradas e a Figura 2, uma visão panorâmica, com destaque para o mosaico de fitofisionomias.

As áreas foram definidas com base em cartas topográficas e através de dados coletados em campo e a altitude foi aferida através de um barômetro digital. A Área I (AI) está situada a 1300 m s.n.m., junto à vertente sul do PEIB. Encontra-se em uma região de difícil acesso, com encostas íngremes e corpos hídricos intermitentes. A Área II (AII) situa-se a 1350 m s.n.m. e está localizada nas proximidades do centro de visitantes e área de camping, caracterizada pela presença antrópica intensa e tráfego de veículos constante. A Área III (AIII) está situada a 1400 m s.n.m., localizada às

margens do leito principal do Rio do Salto, principal corpo hídrico do PEIB. Apesar de estar próxima à trilha de acesso ao Lago dos Espelhos, trata-se de uma vegetação fechada, margeada por áreas de campo rupestre e com dossel de porte médio. A Área IV (AIV) encontra-se a 1500 m s.n.m., encravada em uma região de vales profundos, com declive acentuado e de difícil acesso, próximo à gruta do Monjolinho. No centro do vale, corre um córrego perene, afluente do Rio do Salto. A área V (AV) situa-se a 1600 m s.n.m., na vertente norte do PEIB, caracterizada por altos índices de nebulosidade. Trata-se de uma área plana, com árvores de grande porte, que atingem até 16 m (Fig. 3).

### **Amostragem da vegetação**

Em cada área foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 m x 20 m, totalizando 2.000 m<sup>2</sup> (0,2 ha) por área e amostra total de 10.000 m<sup>2</sup> (1,0 ha). No interior das parcelas foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP, medido a 1,30 m acima do solo) maior ou igual a 5,0 cm. Todos os indivíduos incluídos foram medidos quanto ao DAP e altura e identificados. O material botânico foi coletado com tesoura de alta poda e as amostras foram identificadas com auxílio de especialistas, bibliografia taxonômica ampla e com materiais depositados no Herbário CESJ (Thiers, 2016) e no Laboratório de Ecologia Vegetal da UFJF, seguindo a circunscrição de famílias proposta por APG IV (2016). Os dados das espécies ameaçadas de extinção foram obtidos no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Morais, 2013). As sinonímias, a grafia e a autoria dos nomes das espécies foram conferidas através da Flora do Brasil 2020 (em construção).

### **Análise dos dados**

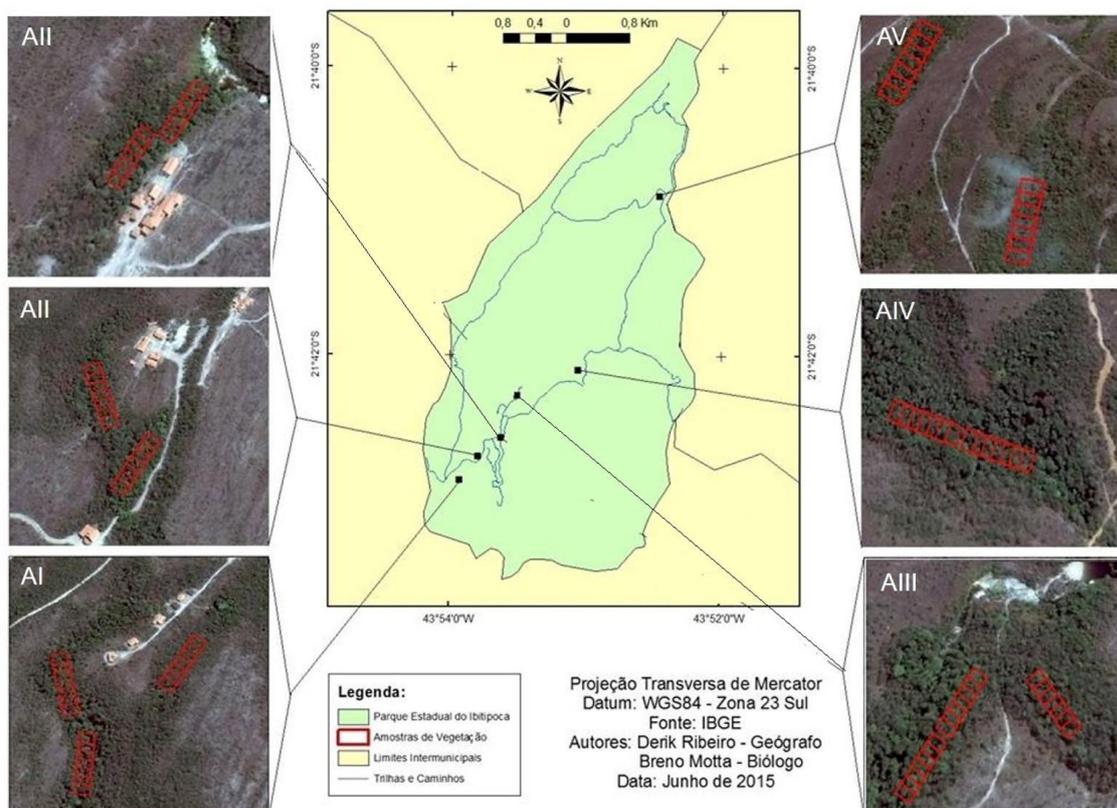
A estrutura fitossociológica da vegetação foi analisada em conformidade com Kent & Coker (1992), sendo calculados para as áreas de Nanofloresta Nebular como um todo e para as diferentes cotas altitudinais, os seguintes parâmetros: riqueza de espécies, densidade absoluta e relativa (DA e DR), frequência absoluta e relativa (FA e FR), dominância relativa (DoR), área basal (AB) e Valor de Importância (VI%). Os cálculos foram realizados no software Microsoft Office Excel®.

A diversidade de espécies foi analisada pelo índice de diversidade de Shannon (H'), que considera a transformação logarítmica (logaritmo natural) da densidade das espécies, sendo mais influenciado pelas espécies de menor densidade ou "raras" na amostra. O índice de equabilidade de Pielou (J), baseado em H', foi utilizado para se

estimar a uniformidade da comunidade, como forma de aferir o quão próximo a diversidade  $H'$  obtida estaria da diversidade  $H'$  hipotética máxima (Magurran, 2011). As análises foram feitas no software PAST versão 2.11 (Hammer, 2011).

Foram realizadas análises multivariadas de ordenação, classificação e similaridade entre todas as áreas amostradas. A análise de classificação foi realizada através da técnica de agrupamento, gerando os coeficientes de Jaccard (qualitativo) e Bray-Curtis (quantitativo), utilizando-se o método de agrupamento UPGMA para elaboração do dendrograma. A análise de ordenação foi realizada através da Análise de Correspondência Distendida (DCA, quantitativo). A análise de similaridade *One-way* ANOSIM foi realizada para testar estatisticamente a diferença espacial na composição e estrutura de espécies nos diferentes gradientes altitudinais ( $\alpha = 0,05$ ) (Felfili *et al.*, 2011; Magurran, 2011).

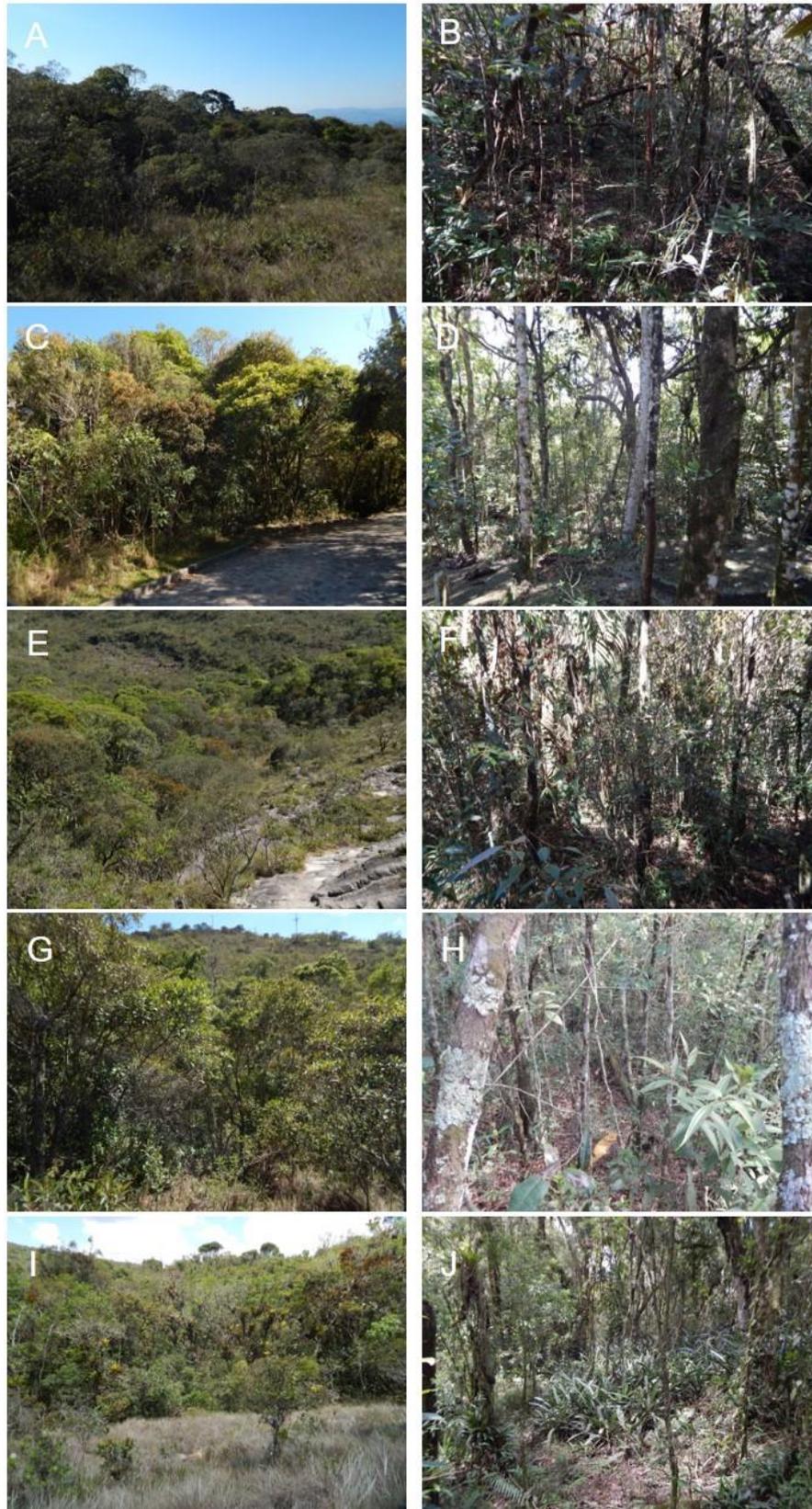
Análises de distribuição diamétrica foram realizadas para a área total e para as cinco cotas altitudinais amostradas. Os indivíduos foram distribuídos em classes de diâmetro em intervalos de 5 cm. A distribuição de altura foi realizada a fim de verificar a estrutura vertical da comunidade. Os gráficos foram elaborados no programa Microsoft Office Excel® (Carvalho & Nascimento, 2009).



**Figura 1.** Localização geográfica das cinco áreas de Nanoflorestas Nebulares amostradas em diferentes gradientes altitudinais no Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.



**Figura 2.** Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil, com destaque para o mosaico de fitofisionomias. Fotos: Breno Moreira



**Figura 3.** A-C-E-G-I (AI-AII-AIII-AIV-AV). Detalhes das bordas das Nanoflorestas Nebulares com destaque para os ambientes de transição; B-D-F-H-J (AI-AII-AIII-AIV-AV). Detalhes do interior das Nanoflorestas Nebulares, Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. Fotos:

Breno Moreira

## RESULTADOS

### Florística e estrutura geral da comunidade

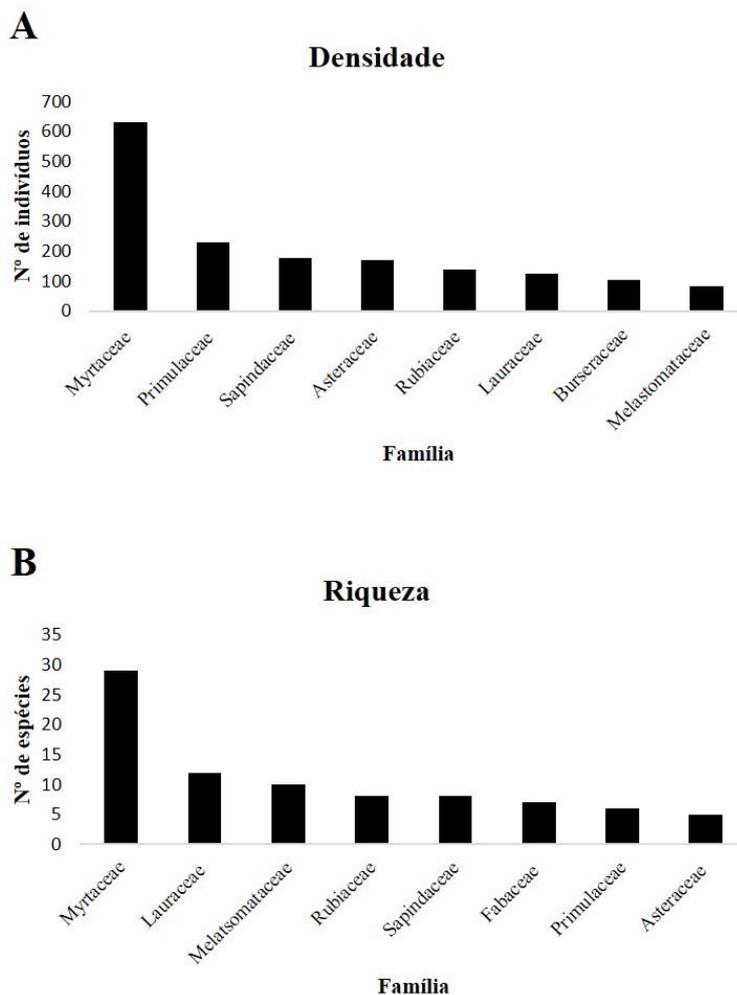
#### *Área total*

Considerando todas as cinco áreas analisadas, foram amostrados 2303 indivíduos vivos. Myrtaceae foi a família mais representada, com 629 indivíduos, seguida por Primulaceae (230), Sapindaceae (177), Asteraceae (171), Rubiaceae (139), Lauraceae (125), Burseraceae (104) e Melastomataceae (84), que perfazem 72% do total amostrado (Fig. 4A). Além desses, foram amostrados 426 indivíduos na classe de mortos em pé. O número de indivíduos de cada espécie, bem como o nome completo das espécies, encontra-se no Anexo I.

Foram identificadas 147 espécies, pertencentes a 37 famílias botânicas. Dentre as famílias de maior riqueza estão Myrtaceae (29 spp.), Lauraceae (12 spp.), Melastomataceae (10 spp.), Rubiaceae e Sapindaceae (08 spp. cada), Fabaceae (07 spp.), Primulaceae (06 spp.) e Asteraceae (05 spp.) representando 57,8% do total de espécies encontradas na área (Fig. 4B). Os gêneros com o maior número de espécies foram *Myrcia* (14 spp.), *Ocotea* (sete spp.), *Miconia* (seis spp.), *Myrsine* (05 spp.), *Cupania*, *Eugenia*, *Leandra* e *Machaerium* (04 spp. cada).

As espécies com maior densidade foram *Myrcia pulchra* (226), *Myrcia splendens* (161), *Eremanthus erythropappus* (150), *Myrsine coriacea* (115), *Protium heptaphyllum* (102), *Cupania vernalis* (98), *Myrsine glazioviana* (73) e *Amaioua intermedia* (69). No entanto, considerando o Valor de Importância, a espécie que mais se destacou foi *Eremanthus erythropappus* (VI = 6,73%), seguida por *Myrcia pulchra* (VI = 5,92%), *Myrcia splendens* (VI = 5,01%), *Myrsine coriacea* (VI = 4,25%), *Alchornea triplinervia* (VI = 3,56%) e *Protium heptaphyllum* (VI = 3,43%). Essas espécies somadas representam 28,9% do VI total. *Myrcia splendens* esteve presente em 42 parcelas, apresentando a maior frequência relativa (4,43%), seguida por *Myrsine coriacea* (4,32%) que esteve presente em 41 parcelas e *Myrcia pulchra* (3,69%), com ocorrência em 35 parcelas (Anexo I).

O valor do índice de Shannon ( $H'$ ) para a área total (1 ha) foi 4,06 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi de 0,81 (Tabela 2) A Figura 5A apresenta a distribuição diamétrica da área total por classes de diâmetro em centímetros e a Figura 6A apresenta a distribuição de altura em metros.



**Figura 4** - (A) Densidade e (B) riqueza das famílias mais representativas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

Dentre as espécies encontradas nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB, cinco apresentam algum grau de ameaça de extinção: *Myrsine glazioviana* e *Ocotea odorifera* classificadas como "em perigo" (EN) e *Baccharis lychnophora*, *Cupania concolor* e *Euterpe edulis* como "vulneráveis" (VU) (Martinelli & Morais, 2013).

#### *Comunidade a 1300 m - Área I*

Na Área I (AI = 1300 m s.n.m.) foram amostrados 609 indivíduos vivos, sendo a família Myrtaceae a mais representada, com 215 indivíduos, seguida por Asteraceae (101), Primulaceae (59), Burseraceae (33) e Sapindaceae (32), perfazendo 72% dos indivíduos presentes na área (Tabela 1). Além desses, foram amostrados 82 indivíduos na classe de mortos em pé.

Foram identificadas 64 espécies, pertencentes a 21 famílias botânicas. As

famílias de maior riqueza foram Myrtaceae (19 spp.), Lauraceae (08 spp.), Annonaceae e Melastomataceae (04 spp. cada). As espécies com maior densidade foram *Myrcia pulchra* (130), *Eremanthus erythropappus*, (94) *Myrsine coriacea*, (40) *Protium heptaphyllum* (33), *Cupania vernalis* (26) e *Clusia criuva* (23). No entanto, considerando o Valor de Importância (VI) a espécie que ocupou a primeira posição foi *Eremanthus erythropappus* (VI = 19,0%), seguida por *Myrcia pulchra* (VI = 12,28%) e *Myrsine coriacea* (VI = 5,1%), que juntas representam 36,37% do VI total. Essas três espécies estiveram presentes em nove das 10 parcelas amostradas, apresentando cada uma, frequência relativa igual a 4,95%.

O valor do índice de Shannon (H') para a Área I (1300 m s.n.m.) foi 3,15 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,76 (Tabela 2). A Figura 5B apresenta a distribuição diamétrica da comunidade localizada na cota altitudinal de 1300 m, por classes de diâmetro em cm e a Figura 6B apresenta a distribuição de altura em metros.

#### *Comunidade a 1350 m - Área II*

Na Área II (AII = 1350 m s.n.m.) foram amostrados 460 indivíduos vivos, sendo novamente Myrtaceae a família mais representada com 162 indivíduos, seguida por Primulaceae (57), Rubiaceae (46), Euphorbiaceae (33) e Arecaceae (30), perfazendo 71,3% do total de indivíduos (Tabela 1). Além desses, foram amostrados 62 indivíduos na classe de mortos em pé.

Foram identificadas 64 espécies, pertencentes a 22 famílias botânicas. Dentre essas destacou-se a família Myrtaceae (12 spp.) seguida por Melastomataceae e Primulaceae (04 spp. cada). As espécies com maior densidade foram *Myrcia pulchra* (51), *Eugenia brasiliensis* (39), *Myrcia splendens* (32), *Geonoma schottiana* (28) e *Amaioua intermedia* (27). Apesar de não figurar como uma das espécies com maior densidade, *Alchornea triplinervia* destacou-se como a espécie de maior VI (6,91%), seguida por *Eugenia brasiliensis* (VI = 6,60%) e *Myrcia pulchra* (VI = 6,33%). *Eugenia brasiliensis* foi ainda a espécie com a maior frequência relativa (5,06%), ocorrendo em nove das 10 parcelas amostradas.

O valor do índice de Shannon (H') para a Área II (1350 m s.n.m.) foi 3,48 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,84 (Tabela 2). A Figura 5C apresenta a distribuição diamétrica da comunidade localizada na cota altitudinal de 1350 m, por classes de diâmetro em cm e a Figura 6C apresenta a distribuição de altura em

metros

#### *Comunidade a 1400 m - Área III*

Na Área III (AIII = 1400 m s.n.m.) foram amostrados 489 indivíduos vivos. Sapindaceae foi a família mais representada, com 72 indivíduos, seguida por Myrtaceae (68), Asteraceae (55), Burseraceae (48) e Primulaceae (42), perfazendo 58,3% do total de indivíduos (Tabela 1). Além desses, foram amostrados 124 indivíduos na classe de mortos em pé.

Foram identificadas 77 espécies, pertencentes a 25 famílias botânicas. As famílias de maior riqueza foram Myrtaceae (11 spp.), Lauraceae, Melastomataceae e Sapindaceae (06 spp. cada). As espécies com maior densidade foram *Cupania vernalis* (49), *Eremanthus erythropappus* e *Protium heptaphyllum* (48 cada), *Myrcia pulchra* (22), *Trichilia catigua* e *Myrsine coriacea* (20 cada). *Eremanthus erythropappus* destacou-se como a espécie de maior VI (9,29%), seguida por *Protium heptaphyllum* (VI = 6,72%) e *Cupania vernalis* (VI = 5,56%). A espécie com a maior frequência relativa foi *Myrsine coriacea* (4,42%), estando presente em todas as 10 parcelas amostradas.

O valor do índice de Shannon (H') para a Área III (1400 m s.n.m.) foi 3,65 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,84 (Tabela 2). A Figura 5D apresenta a distribuição diamétrica da comunidade localizada na cota altitudinal de 1400 m, por classes de diâmetro em cm e a Figura 6D apresenta a distribuição de altura em metros

#### *Comunidade a 1500 m - Área IV*

Na Área IV (AIV = 1500 m s.n.m.) foram amostrados 462 indivíduos vivos, sendo novamente Myrtaceae a família mais representada, com 123 indivíduos, seguida por Sapindaceae (52), Primulaceae (47), Monimiaceae (38) e Rubiaceae (31), perfazendo 63% do total de indivíduos (Tabela 1). Além desses, foram amostrados 100 indivíduos na classe de mortos em pé.

Foram identificadas 80 espécies, pertencentes a 29 famílias botânicas. As famílias de maior riqueza foram Myrtaceae (12 spp.), Lauraceae (07 spp.) e Sapindaceae (06 spp.). As espécies com maior densidade foram *Myrcia splendens* (62), *Mollinedia clavigera* (22), *Cupania oblongifolia* (21), *Myrcia pulchra* (20) e *Alchornea triplinervia* (17). *Myrcia splendens* destacou-se como a espécie de maior VI (8,24%),

seguida por *Cupania oblongifolia* (VI = 3,92%) e *Myrcia pulchra* (VI = 3,27%). *Myrcia splendens* obteve ainda a maior frequência relativa (4,52%), estando presente em todas as 10 parcelas amostradas.

O valor do índice de Shannon (H') para a Área IV (1500 m s.n.m.) foi 3,85 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,88 (Tabela 2). A Figura 5E apresenta a distribuição diamétrica da comunidade localizada na cota altitudinal de 1500 m, por classes de diâmetro em cm e a Figura 6E apresenta a distribuição de altura em metros

#### *Comunidade a 1600 m - Área V*

Na Área V (AV = 1600 m s.n.m.) foram amostrados 282 indivíduos vivos, sendo Myrtaceae a família mais representada com 64 indivíduos, seguida por Melastomataceae (43), Nyctaginaceae (32), Rubiaceae (26) e Primulaceae (25), perfazendo 67,4% do total de indivíduos (Tabela 1). Além desses, foram amostrados 58 indivíduos na classe de mortos em pé.

Foram identificadas 55 espécies, pertencentes a 25 famílias botânicas. As famílias de maior riqueza foram Myrtaceae (11 spp.), Melastomataceae (07 spp.) e Rubiaceae (05 spp.). As espécies com maior densidade foram *Myrcia splendens* (41), *Guapira opposita* (29), *Miconia chartacea* (25), *Myrsine coriacea* (21) e *Alchornea triplinervia* (13). Apesar de não ser a espécie com maior densidade, *Guapira opposita* destacou-se como a espécie de maior VI (18,4%), seguida por *Myrcia splendens* (VI = 9,38%) e *Myrsine coriacea* (VI = 5,76%). *Myrcia splendens* obteve ainda a maior frequência relativa (6,9%), sendo representada por 41 indivíduos distribuídos em todas as 10 parcelas amostradas.

O valor do índice de Shannon (H') para a Área V (1600 m s.n.m.) foi 3,35 nats.ind<sup>-1</sup>, e o de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,84 (Tabela 2). A Figura 5F apresenta a distribuição diamétrica da comunidade localizada na cota altitudinal de 1600 m, por classes de diâmetro em cm e a Figura 6F apresenta a distribuição de altura em metros

**Tabela 1** - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. Espécies ordenadas de forma decrescente segundo o Valor de Importância (VI%). Siglas: DA: densidade absoluta; AB: área basal; FA: frequência absoluta; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; FR: frequência relativa; VI(%): valor de importância em %.

<b>Espécie</b>	<b>DA</b>	<b>AB</b>	<b>FA</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>VI(%)</b>
<b>Área I -1300 m</b>							
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	94	2,5043	9	15,44	36,6085	4,95	19,00
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	130	0,7210	9	21,35	10,5397	4,95	12,28
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	40	0,2590	9	6,57	3,7860	4,95	5,10
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	33	0,2802	7	5,42	4,0957	3,85	4,45
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	19	0,1494	7	3,12	2,1842	3,85	3,05
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	15	0,1791	7	2,46	2,6181	3,85	2,98
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	23	0,1252	6	3,78	1,8301	3,30	2,97
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	26	0,1092	5	4,27	1,5970	2,75	2,87
<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	6	0,3307	4	0,99	4,8348	2,20	2,67
<i>Guatteria pohliana</i> Schtdl.	11	0,1361	7	1,81	1,9898	3,85	2,55
Outras 54	212	2,0465	-	34,81	29,9161	-	42,09
<b>Área II 1350 m</b>							
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	19	1,1499	6	4,12	13,23	3,37	6,91
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	39	0,5461	9	8,46	6,28	5,06	6,60
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	51	0,3473	7	11,06	4,00	3,93	6,33
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	23	0,5862	6	4,99	6,74	3,37	5,03
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	32	0,3594	7	6,94	4,13	3,93	5,00
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	14	0,6844	7	3,04	7,87	3,93	4,95
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	11	0,9102	3	2,39	10,47	1,69	4,85
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	21	0,3926	7	4,56	4,52	3,93	4,33
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	27	0,1922	8	5,86	2,21	4,49	4,19
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	24	0,2337	8	5,21	2,69	4,49	4,13
Outras 54	200	3,2912	-	43,38	37,86	-	47,68
<b>Área III - 1400 m</b>							
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	48	0,9345	8	9,82	14,5286	3,54	9,29
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	48	0,4085	9	9,82	6,3514	3,98	6,72
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	49	0,2295	7	10,02	3,5679	3,10	5,56
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	20	0,3402	10	4,09	5,2895	4,42	4,60
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	20	0,4076	7	4,09	6,3367	3,10	4,51
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	22	0,1490	9	4,50	2,3156	3,98	3,60
<i>Roupala montana</i> Aubl.	7	0,2929	7	1,43	4,5530	3,10	3,03
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	11	0,2289	5	2,25	3,5583	2,21	2,67
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	16	0,1606	5	3,27	2,4967	2,21	2,66
<i>Macropeplus ligustrinus</i> (Tul.) Perkins	14	0,1453	5	2,86	2,2596	2,21	2,44
Outras 67	234	3,1353	-	47,85	48,74	-	54,91
<b>Área IV - 1500 m</b>							
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	62	0,3395	10	13,42	6,7724	4,52	8,24
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	21	0,1577	9	4,55	3,1456	4,07	3,92

<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	20	0,1076	8	4,33	2,1471	3,62	3,37
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	17	0,1964	5	3,68	3,9175	2,26	3,29
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	22	0,1189	5	4,76	2,3714	2,26	3,13
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	15	0,1408	7	3,25	2,8087	3,17	3,07
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4	0,3381	1	0,87	6,7440	0,45	2,69
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	12	0,1321	6	2,60	2,6359	2,71	2,65
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	14	0,1081	6	3,03	2,1560	2,71	2,63
<i>Guatteria pohliana</i> Schltld.	12	0,1205	6	2,60	2,4035	2,71	2,57
Outras 70	263	3,2534	-	56,93	64,8993	-	64,44
<b>Área V - 1600 m</b>							
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	29	1,7851	9	10,28	38,7153	6,21	18,40
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	41	0,3090	10	14,54	6,7015	6,90	9,38
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	21	0,1991	8	7,45	4,3190	5,52	5,76
<i>Miconia chartacea</i> Triana	25	0,1496	6	8,87	3,2435	4,14	5,42
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	13	0,1599	7	4,61	3,4684	4,83	4,30
<i>Clethra scabra</i> Pers.	11	0,1404	7	3,90	3,0453	4,83	3,92
<i>Callianthe montana</i> (A. St.-Hil.) Donell & C. Takeuch	11	0,1787	5	3,90	3,8746	3,45	3,74
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	6	0,2372	5	2,13	5,1433	3,45	3,57
<i>Cordiaeria concolor</i> (Cham.) Kuntze	12	0,0887	6	4,26	1,9242	4,14	3,44
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	8	0,1396	6	2,84	3,0275	4,14	3,33
Outras 45	105	1,2236	-	37,23	26,5371	-	38,73

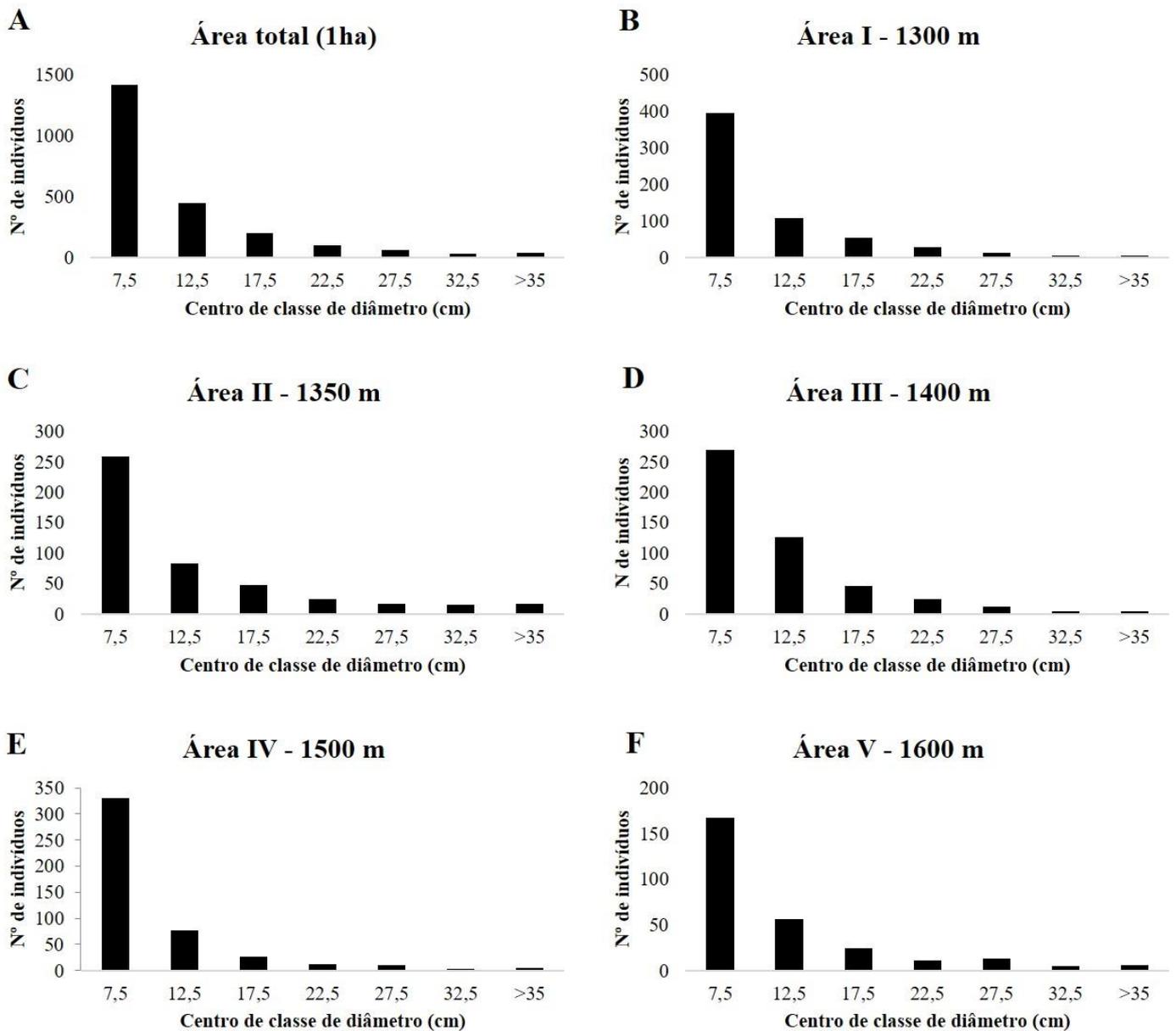
**Tabela 2** - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil.

	Área total (1ha)	AI	AII	AIII	AIV	AV
<b>Diversidade</b>						
Riqueza (S)	147	64	64	77	80	55
Shannon-Wiener (H')	4,06	3,15	3,48	3,65	3,85	3,35
Equabilidade Pielou (J')	0,81	0,76	0,84	0,84	0,88	0,84
<b>Estrutura</b>						
Densidade absoluta	2303	609	461	489	462	282
Área basal total	31,6	6,84	8,69	6,43	5,01	4,61
Mortos (densidade)	426	82	62	124	100	58
Mortos (%)	15,60%	11,86%	11,85%	20,23%	17,80%	17,05%

### *Distribuição diamétrica*

As análises das classes de diâmetro (Fig. 5) evidenciam todas as distribuições em formato de J-reverso, com a maior porcentagem de indivíduos concentrada na menor classe de diâmetro (DAP entre 5 e 10 cm) e com percentual de indivíduos com maiores DAP decaindo progressivamente, para o total das classes e por cota de altitude. É possível dizer que existe um balanço entre mortalidade e o recrutamento dos indivíduos nas áreas, pois o estoque de jovens representado pelas árvores mais finas, inclusas na

primeira classe de diâmetro, aparentemente será capaz de substituir os adultos senis ou em decrepitude.

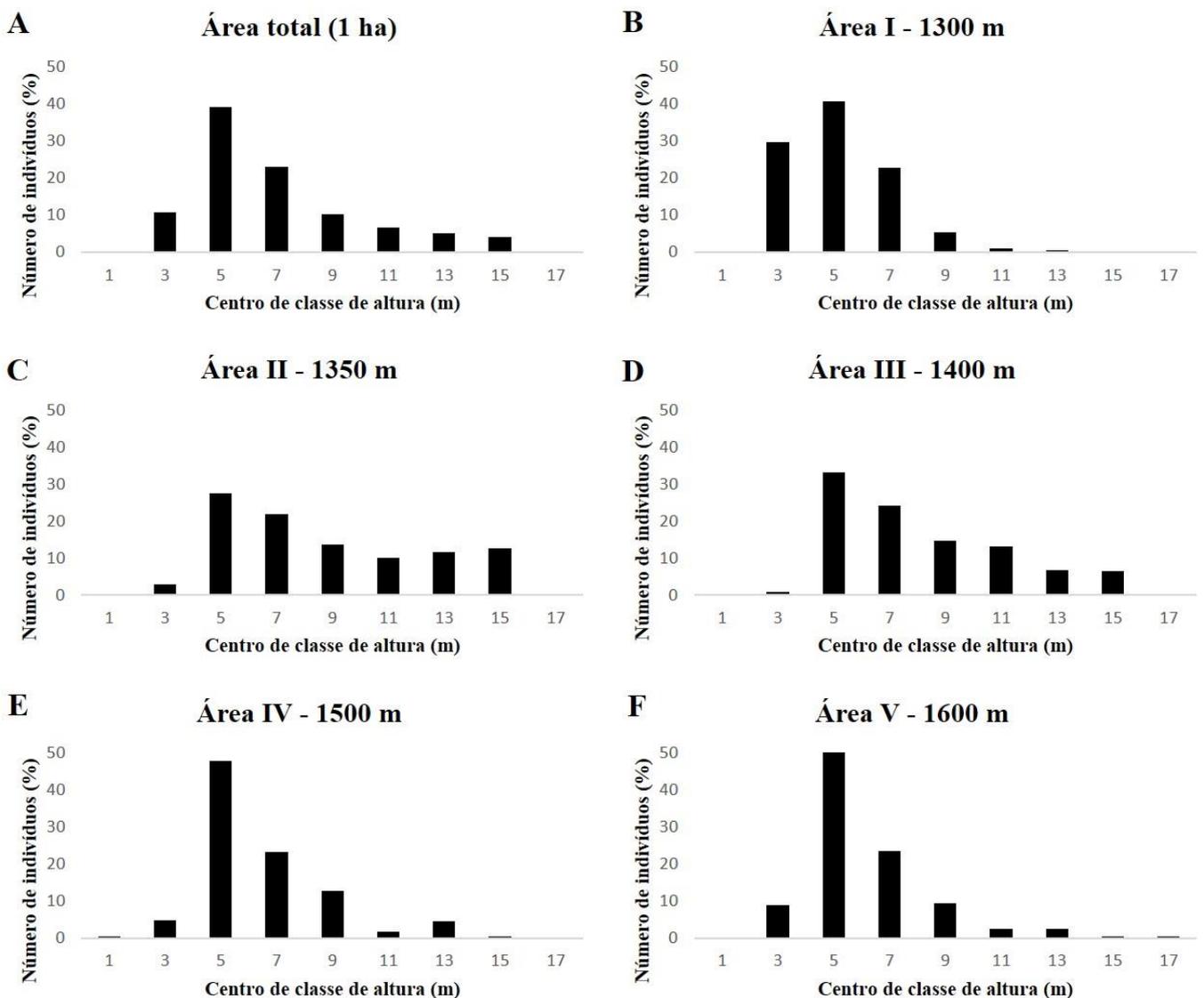


**Figura 5** – Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos amostrados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. (A) Área total; (B) Área I - 1300 m; (C) Área II - 1350 m; (D) Área III - 1400 m. (E) Área IV - 1500 m; (F) Área V - 1600 m.

#### *Classes de altura*

Comparando as classes de altura entre as cotas de altitude (Fig. 6) observa-se que em todas as amostras, a maioria dos indivíduos está inserida na classe de altura entre 4-6 m, perfazendo 39,25% dos indivíduos da área total. A classe de altura de 6-8

m é a segunda mais representativa em todas as áreas, totalizando 23% dos indivíduos da área total. As áreas II e III são as que apresentam o maior número de indivíduos com estatura elevada, podendo ser observado que, em geral, as árvores emergentes possuem altura entre 12-16 m. A partir da análise dos gráficos, pode-se afirmar que não há um padrão claro de relação altitudinal com a estatura das Nanoflorestas Nebulares do PEIB, uma vez que as Nanoflorestas de altura média estão localizadas nas menores e maiores altitudes e as que possuem a estatura mais elevada encontram-se nos gradientes intermediários de altitude.



**Figura 6** - Distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. (A) Área total; (B) Área I - 1300 m; (C) Área II - 1350 m; (D) Área III - 1400 m. (E) Área IV - 1500 m; (F) Área V - 1600 m.

## Heterogeneidade florística

Pela distribuição das espécies ao longo das cotas altitudinais nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB (Anexo II), percebe-se que algumas ocorrem exclusivamente nas regiões de menores altitude (Área I e Área II), estando representadas por *Allophylus edulis*, *Aspidosperma olivaceum*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cecropia glaziovii*, *Chamaecrista itambana*, *Cybianthus brasiliensis*, *Euterpe edulis*, *Leandra melastomoides*, *Machaerium brasiliense*, *Myrcia eriocalyx*, *Myrcia obovata*, *Myrcia pubiflora*, *Myrcia subverticillaris*, *Myrcianthes gigantea*, *Myrciaria floribunda*, *Myrciaria tenella*, *Piptocarpha macropoda*, *Protium widgrenii*, *Schefflera calva*, *Syagrus romanzoffiana*, *Vismia brasiliensis*, *Vismia guianensis* e *Vismia parviflora*.

As espécies que ocorreram exclusivamente nas cotas altimétricas mais elevadas (Área IV e Área V) estão representadas por *Baccharis lychnophora*, *Baccharis rufidula*, *Cabralea canjerana*, *Callianthe montana*, *Casearia obliqua*, *Drimys brasiliensis*, *Leandra aurea*, *Leandra pennipilis*, *Machaerium villosum*, *Maprounea guianensis*, *Matayba guianensis*, *Maytenus brasiliensis*, *Meliosma sellowii*, *Miconia theizans*, *Myrcia eriopus*, *Myrcia lenheirensis*, *Pera glabrata*, *Prunus myrtifolia*, *Rudgea sessilis*, *Senna macranthera*, *Symplocos celastrinea*, *Trema micrantha* *Weinmannia paulliniifolia* e *Zanthoxylum rhoifolium*.

Algumas espécies ocorreram exclusivamente na região de altitude intermediária, situada a 1400 m s.n.m. (Área III), estando representadas por *Cordia elliptica*, *Leandra fragilis*, *Ocotea bicolor*, *Qualea cordata* e *Roupala longepetiolata*. As espécies que não ocorreram de forma exclusiva nessas cotas altimétricas, ocorreram de forma progressiva ou descontínua nas diferentes áreas amostradas. A elevada proporção de espécies não compartilhadas entre as diferentes cotas altimétricas destaca a importância das distintas formações para a elevada riqueza observada ao longo das Nanoflorestas Nebulares do PEIB.

Os coeficientes de similaridade de Jaccard (qualitativos) indicaram uma elevada heterogeneidade florística nos diferentes gradientes altitudinais (Tabela 3), considerando o limite de coeficiente de similaridade significativo ( $> 0,5$ ) para florestas heterogêneas. Corroborando esses dados, a análise de similaridade (*One-way ANOSIM*) mostrou diferença significativa na composição de espécies entre todas as cotas altitudinais ( $R = 0,646$ ;  $p < 0,05$ ). Complementarmente, o dendrograma (Fig. 7A) reforçou a maior similaridade entre as áreas que estão localizadas em cotas altitudinais com maior proximidade.

Os coeficientes de similaridade de Bray-Curtis (quantitativos) indicaram baixa similaridade estrutural entre os diferentes gradientes altitudinais, considerando o limite de coeficiente de similaridade significativo ( $> 0,5$ ) para florestas heterogêneas. Corroborando esses dados, a análise de similaridade (*One-way* ANOSIM) também mostrou diferenças estruturais significativas entre todas as cotas altitudinais ( $R = 0,615$ ;  $p < 0,05$ ). O dendrograma elaborado a partir desse índice (Fig. 7B), reforça essas afirmações e demonstra de forma gráfica, que a Área V, localizada na cota altitudinal mais elevada (1600 m s.n.m.) é a que possui maior heterogeneidade estrutural.

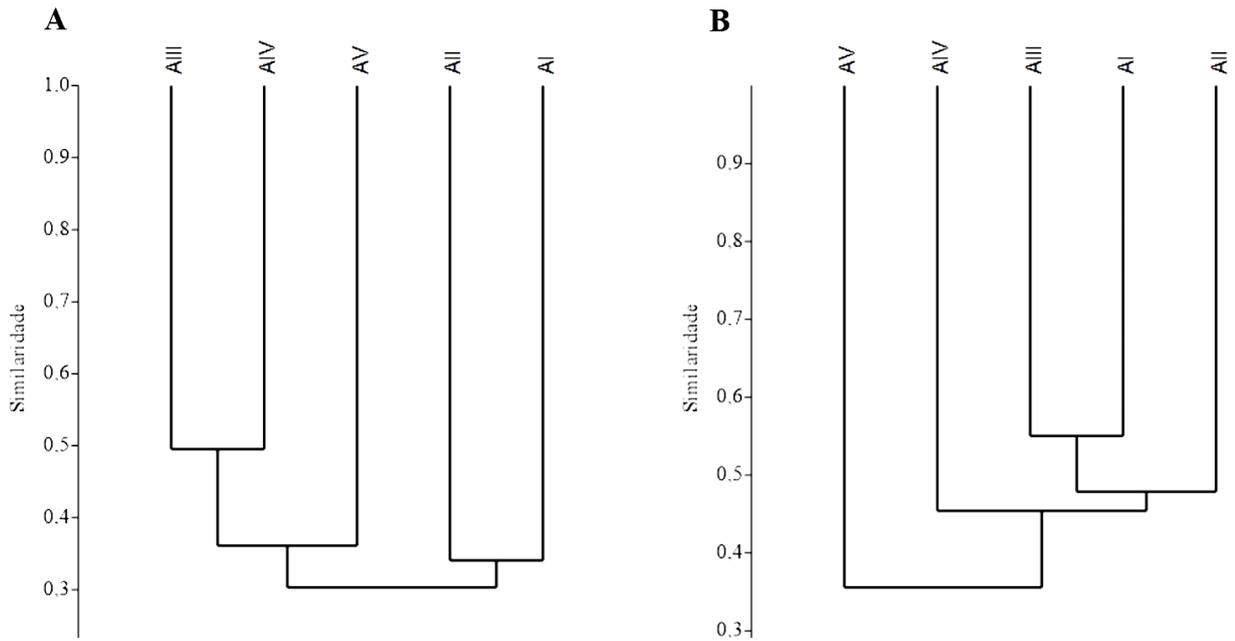
**Tabela 3** - Coeficientes de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis obtidos através da comparação entre as cinco cotas altimétricas amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil

Coeficientes de similaridade de Jaccard					
	AI	AII	AIII	AIV	AV
AI	-	0,34737	0,32075	0,26316	0,26596
AII	0,34737	-	0,37255	0,27434	0,23958
AIII	0,32075	0,37255	-	0,48571	0,33673
AIV	0,26316	0,27434	0,48571	-	0,35
AV	0,26596	0,23958	0,33673	0,35	-

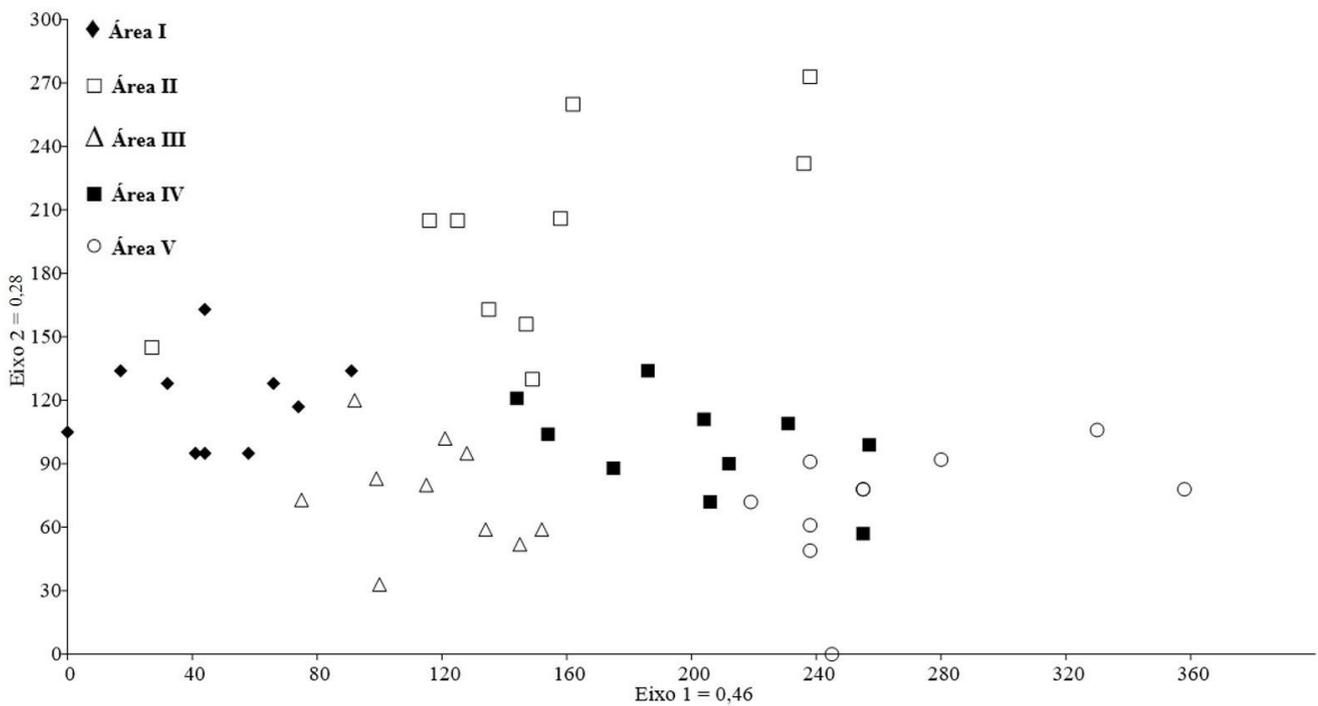
  

Coeficientes de similaridade de Bray-Curtis					
	AI	AII	AIII	AIV	AV
AI	-	0,49832	0,55043	0,37092	0,2619
AII	0,49832	-	0,45948	0,47566	0,40141
AIII	0,55043	0,45948	-	0,51596	0,31813
AIV	0,37092	0,47566	0,51596	-	0,44144
AV	0,2619	0,40141	0,31813	0,44144	-

A análise de correspondência distendida (DCA) indicou a presença de um forte gradiente ambiental (Fig. 8), com autovalores significativos (Eixo 1 = 0,46; Eixo 2 = 0,28), demonstrando que há uma gradação correlacionada com a localização das parcelas nas diferentes cotas altitudinais (Felfili *et al.*, 2011).



**Figura 7** - Dendrogramas (UPGMA) gerados através dos coeficientes de (A) Jaccard e (B) Bray-Curtis para análises de classificação das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil



**Figura 8** - Ordenação de espécies entre as parcelas dos cinco gradientes altitudinais amostrados pela técnica quantitativa de Análise de Correspondência Distendida (DCA)

## DISCUSSÃO

### Florística e estrutura geral da comunidade

A premissa inicial de que as comunidades arbóreas das Nanoflorestas Nebulares avaliadas apresentam variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais foi confirmada pelos resultados apresentados. Apesar das semelhanças relacionadas à estrutura diamétrica das diferentes áreas, as comunidades se diferenciaram em relação à composição de espécies, diversidade, área basal e densidade de indivíduos. As comunidades vegetais que ocorrem nas diferentes cotas altimétricas das Nanoflorestas Nebulares do PEIB não devem ser consideradas unidades ecológicas isoladas. No entanto, devido às suas características singulares, podem ser consideradas relictos de vegetação que possibilitam a realização de estudos que facilitam a compreensão de processos envolvidos na dispersão, invasão, competição, adaptação e extinção de espécies (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

As famílias com importância mais significativa, em relação ao número de espécies e densidade na área, foram Myrtaceae, Primulaceae, Sapindaceae, Asteraceae, Rubiaceae, Lauraceae e Melastomataceae. Meireles *et al.* (2014), afirmam que essas famílias estão entre as famílias mais ricas na Serra da Mantiqueira e associam a elevada riqueza à diversidade de hábitos e a capacidade de ocuparem diferentes estratos da vegetação. Esse padrão florístico vai ao encontro dos padrões obtidos por Oliveira-Filho & Fontes (2000), Eisenlohr & Oliveira-Filho (2015) e Santiago *et al.* (2018), que encontraram Myrtaceae e Melastomataceae como as famílias mais ricas em espécies arbóreas para a Floresta Atlântica em outras regiões de altitude elevada. De forma geral, as Nanoflorestas Nebulares apresentam características que permitem associá-las a um ambiente de transição entre os campos rupestres e florestas de altitude da Região Sudeste do Brasil. Com base na predominância das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Rubiaceae, pode-se afirmar que as Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresentam uma flora muito semelhante às Nanoflorestas Latifoliadas Nebulares da Serra Fina, da Serra Negra (MG) e das Agulhas Negras (RJ) (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Pereira *et al.*, 2006; Valente *et al.*, 2011; Meireles *et al.*, 2014).

Fontes (1997), em trabalho realizado na Floresta Nebular do PEIB, a qual denominou “Mata Alta”, encontrou Lauraceae como a família mais rica, seguida por Myrtaceae e Rubiaceae. O autor ressalta que essa área difere substancialmente das áreas de Nanoflorestas Nebulares, a qual denominou “Mata Baixa”, principalmente em

relação a estrutura florestal. Fontes (1997) registrou 127 espécies na Mata Alta, 63 na Mata Baixa e apenas oito espécies comuns aos dois *habitats*, indicando que são duas fisionomias florestais muito distintas, embora geograficamente próximas. Menino (2013), em trabalho realizado na mesma área amostral que Fontes (1997), encontrou *Psychotria suterella*, *Aspidosperma australe* e *Psychotria vellosiana* como as espécies de maior VI. Dentre essas, apenas *Psychotria vellosiana* foi amostrada também nas Nanoflorestas Nebulares, reforçando a heterogeneidade entre as fisionomias florestais. As Florestas Nebulares do PEIB (“Mata Alta”) são caracterizadas por um dossel rico em clareiras, com altura em torno de 17 m, com árvores emergentes atingindo os 30 m, enquanto as Nanoflorestas Nebulares (“Mata Baixa”) apresentam um dossel de cerca de 10 m, com poucas árvores emergentes, que alcançam até 16 m (Oliveira-Filho *et al.*, 2013).

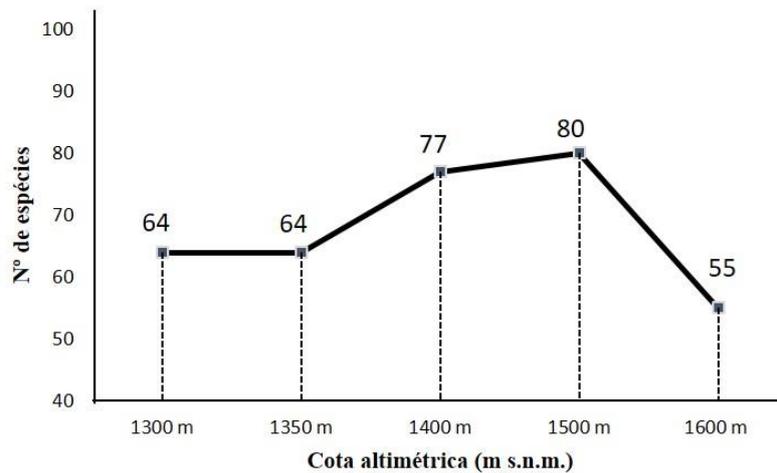
Neste estudo, destacou-se a família Myrtaceae, que obteve a maior riqueza na área total e nas cinco cotas altimétricas analisadas. Myrtaceae compreende cerca de 142 gêneros e mais de 5.500 espécies, com distribuição pantropical (Sobral *et al.*, 2015). No Brasil, a família abrange 23 gêneros e cerca de 1.000 espécies (Sobral *et al.*, 2015). Essa é, sem dúvida, uma das famílias mais importantes nas diferentes comunidades neotropicais e tem sido frequentemente citada em estudos florísticos e fitossociológicos realizados nas diversas formações florestais do Sudeste brasileiro. Na Serra da Mantiqueira, Myrtaceae também foi apontada como a família mais rica em estudos realizados por Oliveira-Filho & Fontes (2000), Pereira *et al.* (2006), Meireles *et al.* (2008), Yamamoto (2009), entre outros, demonstrando a elevada representatividade da família na região. Myrtaceae e Melastomataceae são consideradas características de Florestas Nebulares do Neotrópico por Webster (1995) e Scheer & Moco-chinski (2009). Ocorrem ainda nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB, gêneros indicadores de florestas de altitude no Neotrópico e no Brasil, como *Clethra*, *Drimys*, *Roupala*, *Weinmannia* e *Myrceugenia* (França & Stehmann, 2004; Meireles *et al.*, 2008). Os gêneros, *Miconia*, *Eugenia*, *Ocotea*, *Myrcia*, *Mollinedia*, *Solanum*, *Psychotria*, *Maytenus*, *Myrsine*, *Myrceugenia*, *Machaerium* e *Symplocos* também foram registrados como característicos das florestas de altitude do Sudeste brasileiro (Oliveira-Filho & Fontes, 2000).

A diversidade avaliada para a área total das Nanoflorestas Nebulares do PEIB ( $H' = 4,06 \text{ nats.ind}^{-1}$ ) é relativamente alta, comparada a estudos realizados em áreas de florestas altomontanas com pouca variação altitudinal. França & Stehmann (2004), em estudo realizado em Camanducaia, também localizado na Serra da Mantiqueira, em área

situada a cerca de 1900 m s.n.m. encontraram índice de diversidade  $H' = 2,9 \text{ nats.ind}^{-1}$ . No entanto, em comparação com estudos realizados com amostras em gradientes, os valores desses índices apresentam maior aproximação. Bertoncello (2009) e Yamamoto (2009), em estudos realizados em diferentes cotas altitudinais, obtiveram índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) igual a  $4,53 \text{ nats.ind}^{-1}$  e  $4,34 \text{ nats.ind}^{-1}$  respectivamente, demonstrando a influência da variação de altitude na elevação da diversidade.

Avaliando os índices por cota altitudinal, foi obtido um pico de riqueza e diversidade na Área IV ( $H' = 3,85 \text{ nats.ind}^{-1}$ ) seguida pela área III ( $H' = 3,65 \text{ nats.ind}^{-1}$ ). A cota altimétrica com a menor diversidade foi a localizada a 1300 m s.n.m ( $H' = 3,15 \text{ nats.ind}^{-1}$ ). Na Área V, que possui a maior altitude dentre as áreas amostradas, correspondendo a cerca de 1600 m s.n.m., ocorreu um decréscimo abrupto na riqueza, apresentando 55 espécies. Ainda assim, os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) obtido na Área V ( $H' = 3,35$ ) apresentam-se superiores aos encontrados na Área I, que apresenta riqueza mais elevada. Tais valores estão relacionados a acentuada presença de espécies localmente “raras” na Área V e o fato de o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) ser mais influenciado pelas espécies de menor densidade ou “raras” na amostra (Magurran, 2011). Padrão semelhante foi verificado para o índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ).

Os resultados apresentados corroboram os dados obtidos por Rahbek (1995) em seu trabalho de revisão, no qual afirma que o padrão gráfico da curva de riqueza de espécies aumenta até certa altitude e posteriormente decresce, descrevendo um padrão “unimodal parabólico” (Rahbek, 1995; Rahbek *et al.*, 2007; McCain & Knight, 2013). Uma explicação possível para o aumento da diversidade em altitudes intermediárias, pode estar relacionada ao “efeito do domínio médio” (*MED - mid-domains effect*), da área, do clima e da interação entre estes fatores (Colwell & Less, 2000; Colwell *et al.* 2009). Neste estudo, o “efeito do domínio médio” pode ser interpretado a partir da verificação da ocorrência de uma sobreposição de alocação das espécies restritas às altitudes inferiores e superiores na porção mediana do gradiente, gerando assim um acúmulo de alocação de espécies nas altitudes intermediárias (Fig. 9). A sobreposição resulta enfim, em um pico de diversidade central ao domínio, ao qual se denomina *mid-domains effect* (Colwell & Less, 2000).



**Figura 9** - Distribuição da riqueza de espécies ao longo das cinco cotas altimétricas amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil

Considerando todas as cinco áreas analisadas, foram registrados 426 indivíduos mortos em pé, correspondendo a 15,6% do total de indivíduos, com sua grande maioria (61%) inclusa na primeira classe de diâmetro, representada pelos indivíduos mais jovens e que são justamente os mais susceptíveis à mortalidade na competição por recursos (Chazdon, 2008). As árvores mortas encontram-se distribuídas em todas as cotas altitudinais avaliadas, no entanto, é possível perceber que nas áreas situadas acima de 1350 m s.n.m., ocorre um aumento na mortalidade. Esses valores, considerados altos em termos de florestas neotropicais (Chazdon, 2008), podem ser tanto uma decorrência de morte natural, como consequência de acidentes e elevado stress ambiental (ventos, tempestades, queda de galhos grandes, etc.) (Crausbay & Martin, 2016).

### Heterogeneidade florística

Na Área I observa-se uma comunidade com uma forte dominância específica, com uma grande concentração de VI nas espécies *Eremanthus erythropappus* e *Myrcia pulchra*, que juntas representam 31,28% do VI total. Essa dominância provavelmente se deve às características do solo arenoso, formado por rochas quartzíticas do local, o que dificulta o estabelecimento de uma vegetação florestal mais densa, pela excessiva drenagem do solo e rápida lixiviação de bases (Dias *et al.*, 2002). *Eremanthus erythropappus* é conhecida vulgarmente por “candeia”, espécie lenhosa, comum nas fitofisionomias campestres no Domínio do Cerrado, ocorrendo também no Domínio da Mata Atlântica, em altitudes acima de 700 m s.n.m. (Macleish, 1987). Em trabalho realizado na Serra Negra (MG), região de campos rupestres próxima ao PEIB, por

Ribeiro *et al.* (2016), *Eremanthus erythropappus* também apresentou um elevado número de indivíduos, obtendo o segundo maior VI na amostra, demonstrando que a espécie possui uma boa capacidade de competição nessa fitofisionomia, sendo capaz de se desenvolver bem, mesmo em condições inapropriadas para as outras espécies da comunidade. *Myrcia pulchra* apresenta ampla distribuição nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil, sendo comumente encontrada em florestas associadas a campos rupestres, como é o caso das Nanoflorestas Nebulares do PEIB.

Na Área II, embora o número de espécies seja o mesmo da Área I, a abundância dos indivíduos encontra-se mais diluída, não ocorrendo ampla dominância por determinada espécie. A espécie de maior VI foi *Alchornea triplinervia* (6,91%), seguida por *Eugenia brasiliensis* (6,60%). Segundo Valente *et al.*, (2011), *Alchornea triplinervia* ocorre como a espécie de maior valor de importância para a Floresta Ombrófila Densa Altomontana em regiões próximas ao PEIB, corroborando os dados obtidos neste estudo, uma vez que essa espécie apresentou elevada densidade nos diferentes gradientes altitudinais amostrados. *Eugenia brasiliensis* é uma espécie típica da Floresta Atlântica, presente principalmente em Florestas Estacionais Semidecíduais e Florestas Ombrófilas, com distribuição desde o sul da Bahia até Santa Catarina. Seus frutos são muito apreciados pela fauna e constituem importante atrativo para aves, o que pode estar relacionado à sua dispersão na Serra da Mantiqueira (Lorenzi, 2008; Flora do Brasil 2020, em construção).

A Área III também apresenta dominância exercida por *Eremanthus erythropappus*, embora menos acentuada que na Área I, com o VI igual a 9,29%. A abundância da espécie no local pode ser explicada pelo fato de a área estar localizada em uma região de transição entre a Savana Arbustiva Nebular, também conhecida na região como “Candeal”, onde ocorre a monodominância expressiva de *E. erythropappus* e as Nanoflorestas Nebulares (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Ocorre também em grande abundância as espécies *Protium heptaphyllum*, com o segundo maior VI (6,72%) e *Cupania vernalis*, com o terceiro maior VI (5,56%). *Protium heptaphyllum* é uma espécie dioica que possui a dispersão dos frutos realizada pela avifauna e ampla utilização na medicina popular (Santos *et al.*, 2012). *Cupania vernalis* é uma espécie frequentemente relatada entre as espécies com maiores VI em fragmentos de Floresta Ombrófila e Florestas Estacionais (Silvestre *et al.*, 2012). Callegaro *et al.* (2015) afirmam que a elevada representatividade de *Cupania vernalis* nas diferentes fitofisionomias está relacionada ao fato de a mesma possuir dispersão zoocórica e

capacidade de se desenvolver sob diversas condições ambientais.

Na Área IV merece destaque a dominância exercida pela espécie *Myrcia splendens*, que obteve o maior VI na amostra (8,24%). Essa espécie ocorre com elevada representatividade em todas as áreas amostradas. Trata-se de uma espécie com ampla distribuição, ocorrendo desde o México até a Argentina (Sobral *et al.*, 2015). No Brasil, ocorre em diferentes biomas, com destaque para a Floresta Atlântica, apresentando seu limite de distribuição austral no estado de Santa Catarina (Govaerts *et al.*, 2008). *Cupania oblongifolia* obteve o segundo maior VI (3,92%), sendo uma espécie endêmica da Floresta Atlântica, ocorrendo desde o estado da Paraíba até Santa Catarina (Oliveira *et al.*, 2006).

A Área V apresenta elevada dominância exercida pela espécie *Guapira opposita*, que apresenta o maior VI (18,45%), embora não seja a espécie com o maior número de indivíduos na área. Esses valores são fortemente influenciados pelos indivíduos de grande porte de *Guapira opposita* presentes nessa área, alcançando até 16 m, o que influenciou diretamente no elevado valor de área basal da espécie. Percebe-se um grande declínio em relação ao número de indivíduos amostrados na Área V, situada a 1600 m s.n.m., em relação às outras áreas, localizadas em altitudes inferiores. Essa queda abrupta pode ser explicada através da presença de grandes populações de espécies herbáceas, principalmente da família Bromeliaceae, ocupando grandes extensões do solo florestal, o que impede o estabelecimento e desenvolvimento de espécies arbóreas. Aliado a isso, soma-se o fator de que os ambientes localizados em maiores altitudes possuem condições mais severas, que propiciam maior especialização, e por consequência, o surgimento de *habitats* preferenciais (Martinelli, 2007; Pompeu *et al.*, 2014).

Analisando o comportamento populacional das espécies com maiores valores de importância ao longo do gradiente altitudinal, observa-se que as espécies *Alchornea triplinervia*, *Amaioua intermedia*, *Cupania vernalis*, *Myrcia pulchra*, *Myrcia splendens*, *Myrsine coriacea*, *Myrsine glazioviana* e *Trichilia catigua*, possuem comportamento semelhante, tendo em vista que elas se distribuem ao longo de pelo menos quatro, das cinco cotas altimétricas amostradas, demonstrando não possuírem especialização de nicho em relação a altitude, dentro das Nanoflorestas Nebulares do PEIB. *Eremanthus erythropappus* e *Protium heptaphyllum* também possuem comportamento semelhante, uma vez que ambas não ocorreram nas duas cotas altitudinais mais elevadas (Área IV e Área V), podendo ser consideradas espécies indicadoras das cotas entre 1300 m e 1400

m s.n.m. no interior das Nanoflorestas Nebulares do PEIB. As espécies *Mollinedia clavigera* e *Guapira opposita* ganham importância a partir dos 1500 m s.n.m., ocorrendo apenas nas duas cotas altitudinais mais elevadas (Área IV e Área V), podendo ser consideradas espécies indicadoras das Nanoflorestas Nebulares situadas em regiões de altitude elevada no PEIB, conforme proposto por Oliveira-Filho & Fontes (2000).

O dendrograma gerado pelo coeficiente de Jaccard apresenta resultados que caracterizam a existência de três grandes grupos. O primeiro deles é formado pelas espécies localizadas nas cotas de menores altitude, localizadas entre 1300 m e 1350 m s.n.m. O segundo é formado pelas cotas de altitude intermediárias, localizadas entre 1400 m e 1500 m s.n.m. e o terceiro grupo é formado pelas espécies que se localizam na cota altitudinal mais elevada, a 1600 m s.n.m. Esses resultados corroboram com as afirmações da premissa inicial desse trabalho, visto que demonstram que as comunidades arbóreas das Nanoflorestas Nebulares do PEIB apresentam variações florísticas e/ou estruturais em resposta às diferenças de gradientes altitudinais. Além disso, percebe-se que há uma maior heterogeneidade entre as áreas que se encontram mais distantes geograficamente.

A análise de similaridade de Bray Curtis e a ordenação por DCA demonstraram que, estruturalmente, as cinco áreas amostradas nas Nanoflorestas Nebulares do PEIB diferem entre si. É possível perceber que as Áreas I e III possuem maior similaridade estrutural entre si e que a área V é a mais heterogênea, provavelmente em decorrência de sua localização na cota de altitude superior, indicando que os ambientes mais severos condicionam uma maior especialização das espécies (Pompeu *et al.*, 2014).

De forma geral, as diferenças na composição florística observadas entre as diferentes cotas altimétricas podem estar associadas às condições abióticas locais, ao histórico de ocupação e manejo de cada área e a fatores bióticos, relacionados ao nicho das espécies, competição interespecífica, habilidade de dispersão, da instalação e estabelecimento dos indivíduos juvenis dessas espécies arbóreas (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Meireles *et al.*, 2008).

De acordo com os resultados desse trabalho, é possível confirmar a sua hipótese ecológica, devido à constatação de significativas variações florísticas e estruturais da vegetação arbórea ao longo do gradiente altitudinal. Fatores como posição no relevo, proximidade geográfica e interface com diferentes fitofisionomias podem ter colaborado com essas variações, uma vez que foi constatado que há maior similaridade entre as

áreas que estão localizadas em cotas altitudinais com maior proximidade (Pompeu *et al.*, 2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao processo histórico de ocupação de terras, caracterizado principalmente pela exploração de espécies madeireiras, fragmentação florestal e expansão de atividades agropecuárias, as áreas de florestas originais da Serra da Mantiqueira foram drasticamente reduzidas (Pompeu *et al.*, 2014). Além disso, em diversas regiões da Serra da Mantiqueira, incluindo a localidade onde se insere o PEIB, o turismo se estabeleceu como gerador de diversas atividades econômicas, agregando a maioria da população na prestação de serviços relacionada direta ou indiretamente a esse setor, criando uma forte relação de dependência (Bento & Rodrigues, 2013). O crescimento do turismo na região é notável e pode representar um risco para a biodiversidade local. No PEIB, uma das principais preocupações em relação ao turismo é a abertura de trilhas em locais inapropriados, a extração de plantas ornamentais, os incêndios criminosos e o descarte de lixo em locais inapropriados. Além disso, a ação da elevada carga antrópica, pode resultar em eventos de erosões e compactação do solo, com consequente perda de cobertura vegetal (Bento & Rodrigues, 2013).

A pressão humana de forma direta e indireta sobre as Nanoflorestas Nebulares continua se elevando (Bruijnzeel *et al.* 2011). Com isso amplia-se também a urgência de ações voltadas para a conservação dessas áreas (Barlow *et al.*, 2016). Dessa forma, a conservação das florestas remanescentes é fundamental, pois além de apresentarem elevada diversidade residual, desempenham serviços ambientais, como o sequestro de CO<sup>2</sup> atmosférico, proteção do solo, manutenção do ciclo hidrológico e proteção dos cursos d'água (Pounds *et al.*, 1999).

Considerando um cenário de mudanças climáticas futuras, provocadas pela emissão de gases do efeito estufa, as áreas altomontanas com baixa temperatura média, como as Nanoflorestas Nebulares do PEIB, podem ser consideradas como sendo as mais sensíveis do ponto de vista ecológico (Fahey *et al.*, 2016; Barlow *et al.*, 2016). Em um cenário conservador, o aumento de apenas 1° C já será suficiente para que algumas áreas sofram alterações drásticas na distribuição de espécies (Colwell *et al.*, 2008). Com isso, algumas espécies exclusivas poderão se extinguir localmente, ou passarem a

ocupar microsítios favoráveis (Martin & Bellingham, 2016). Da mesma forma, algumas espécies que ocorrem em áreas mais baixas irão migrar para áreas de maior altitude, para compensar o acréscimo de temperatura, por meio do ajuste do nicho termal (IPCC, 2014). Como enfatizado por Gentry (1995) e Myers *et al.* (2000), esse deve ser um ecossistema de conservação chave para a agenda ambiental global. Além disso, a pesquisa e a preservação dessas áreas são importantes para o monitoramento dos ciclos hidrológicos locais e regionais (Pounds *et al.*, 1999; Arcova, 2013) e para detecção de impactos oriundos de possíveis mudanças climáticas globais, visto que esse ecossistema está em grave risco de desaparecer (Foster, 2001; Colwell *et al.*, 2008).

Estudos adicionais sobre a biodiversidade das Nanoflorestas Nebulares são necessários para apoiar o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a proteção dessas áreas, tendo-se em conta principalmente a sua grande fragilidade perante as mudanças climáticas globais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1–20.
- ARCOVA, F.C.S. 2013. **Avaliação do potencial hidrológico dos nevoeiros e da precipitação oculta em ambiente de Floresta Ombrófila Densa Montana na Serra do Mar, Cunha, SP.** 2013. 175 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARLOW, J., LENNOX, G.D., FERREIRA, J., BERENGUER, E., LEES, A.C., MAC NALLY, R., THOMSON, J.R., DE BARROS FERRAZ, S.F., LOUZADA, J., OLIVEIRA, V.H.F., PARRY, L., SOLAR, R.R., VIEIRA, I.C.G., ARAGAO, L.E.O.C., BEGOTTI, R.A., BRAGA, R.F., CARDOSO, T.M., DE OLIVEIRA, R.C., SOUZA, C.M., MOURA, N.G., NUNES, S.S., SIQUEIRA, J.V., PARDINI, R., SILVEIRA, J.M., VAZ-DE-MELLO, F.Z., VEIGA, R.C.S., VENTURIERI, A. & GARDNER, T.A. 2016. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, 535, p. 144-147.

- BENTO, L.C.M. & RODRIGUES, S.C. 2013. Aspectos geológico-geomorfológicos do parque estadual do Ibitipoca/MG: base para o entendimento do seu geopatrimônio. **Sociedade e Natureza**, V. 25 (2), p. 379-394.
- BERTONCELLO, R. 2009. **A vegetação arbórea em um gradiente altitudinal no Morro do Cuscuzeiro, Ubatuba (SP): uma análise florística, fitossociológica e fitogeográfica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BROWN, J.H., STEVENS, G.C. & KAUFMAN, D.M. 1996. The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. **Annals Review of Ecology and Systematics**, V.27 p. 597-623.
- BRUIJNZEEL, L. A., KAPPELLE, M., MULLIGAN, M. & SCATENA, F.N. 2011. Tropical montane cloud forests: state of knowledge and sustainability perspectives in a changing world. Pp. 691– 740 in Bruijnzeel, L. A., Scatena, F. N. & Hamilton, L. S. (eds.). **Tropical montane cloud forests: science for conservation and management**. Cambridge University Press, Cambridge.
- BUBB, P. *et al* 2004. **Cloud forest agenda**. Cambridge: PNUMA-CMVC, 32 p.
- CALLEGARO, R.M., LONGHI, S.J., ANDRZEJEWSKI, C. & ARAUJO, M.M. 2015. Regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes comunidades de um remanescente de floresta ombrófila mista. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1795-1801.
- CARNEIRO, M.A.A., FERNANDES, G.W. & DE SOUZA, O.F.F. 2005. Convergence in the Variation of Local and Regional Galling Species Richness. **Neotropical Entomology**, V. 34(4), p. 547-554.
- CARVALHO, F.A. & NASCIMENTO, M.T. 2009. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33(2), p. 327-337.
- CHAZDON, R.L. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (Ed.). **Tropical forest community ecology**. Chichester: Blackwell Publishing Ltd, p. 384-408.
- COLWELL, R.K. & LEES, D. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. **Trends in Ecology and Evolution**, V.12, p. 70-76.
- COLWELL, R.K., BREHM, G., CARDELÚS C., GILMAN A.C. & LONGINO J.T.

2008. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. **Science**, V. 322, p. 258-261.
- COLWELL, R.K., GOTELLI, N.J., RAHBEK, C., ENTSMINGER, G.L., FARRELL, C. & GRAVES, G.R. 2009. Peaks, plateaus, canyons, and craters: the complex geometry of simple mid-domains effect models. **Evolutionary Ecology Research**, V.11, p. 355-370.
- COSTA, C. & HERRMANN, G. 2006. **Plano de Ação do Corredor Ecológico da Mantiqueira**. 1 ed. Valor Natural, 64p.
- CRAUSBAY, S.D. & MARTIN, P.H. 2016. Natural disturbance, vegetation patterns and ecological dynamics in tropical montane forests. **Journal of Tropical Ecology**, V.32 (5), p. 384-403.
- DARBY, A., DRAGULJIC, D., GLUNK, A. & GOTSCH, S.G. 2016. Habitat moisture is an important driver of patterns of sap flow and water balance in tropical montane cloud forest epiphytes. **Oecologia**, V. 182(2), p. 357-371.
- DIAS, H.C.T., FERNANDES FILHO, E.I., SCHAEFER, C.E.G.R., FONTES, L.E.F.F. & VENTORIM, L.B. 2002. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG. **Revista Árvore**, V. 26(6), p. 777-786.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. & ANTONINI, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais, um atlas para sua conservação**. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.
- EISENLOHR, P.V. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2015. Revisiting Patterns of Tree Species Composition and their Driving Forces in the Atlantic Forests of Southeastern Brazil. **Biotropica**, V.47, p. 689-701.
- FAHEY, T.J., SHERMAN, R.E. & TANNER, E.V.J. 2016. Tropical montane cloud forest: environmental drivers of vegetation structure and ecosystem function. **Journal of Tropical Ecology**. V. 32 (5), p. 355-367.
- FELFILI, J.M., ROITMAN, I., MEDEIROS, M.M. & SANCHEZ, M. 2011. Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V., MELO, M.M.R.F., ANDRADE, L.A. & MEIRA-NETO, J. A.A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudo de casos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 86-121.
- FLORA DO BRASIL 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >.
- FONTES, M.A. 1997. **Análise da composição florística das Florestas Nebulares do**

- Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 50 p.
- FOSTER, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. **Earth-Science Reviews**. Amsterdam, v.55, n.1-2, p.73-106.
- FRANÇA, G.S. & STEHMANN, J.R. 2004. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, V. 27, p. 19-30.
- GENTRY, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. pp. 146-194. In: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina, (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOTSCH, S.G., NADKARNI, N., DARBY, A., GLUNK, A., DIX, M., DAVIDSON, K. & DAWSON, T.E. 2015. Life in the treetops: ecophysiological strategies of canopy epiphytes in a tropical montane cloud forest. **Ecological Monographs** V. 85 p. 393-412.
- GOTSCH, S.G, ASBJORNSEN, H. & GOLDSMITH, G.R. 2016. Plant carbon and water fluxes in tropical montane cloud forests. **Journal of Tropical Ecology**, V.32 (5), p. 404-420.
- GOVAERTS, R., SOBRAL, M., ASHTON, P., BARRIE, F., HOLST, B.K., LANDRUM, L.R., MATSUMOTO, K., MAZINE, F.F., LUGHADHA, N.E., PROENÇA, C., SOARES-SILVA, L.H. & WILSON, P.G. 2008. **World checklist of Myrtaceae**. Royal Botanic Gardens, Kew. 455p.
- HAMMER, Ø. & D.A.T. HARPER. 2011. PAST. **Palaeontological Statistics**. Version 2.11.
- HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. eds. 1995. **Tropical Montane Cloud Forests**. Ecological Studies 110, Springer Verlag, New York, 407 p.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC **2014 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability "** (IPCC). Work Group 2. Geneva. 2014. IPCC 2014 Fifth Assessment Report. Disponível em: <http://www.ipcc-wg2.gov/AR5/>
- INTERNATIONAL SUSTAINABILITY UNIT. 2015. **Tropical Forests: a review**. Printed by Page Bros, 146 p.
- KENT, M. & COKER, P. 1992. **Vegetation description and analysis**. New York: John

- Wiley & Sons, 365 p.
- KÖRNER, C. 2004. Mountain biodiversity, its causes and function. **Ambio Special Rep**, V.13, p. 11-17.
- KREFT, H. & JETZ, W. 2007. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 14, p. 5925-30
- LORENZI, H. 2008. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. 368p.
- MARTIN, P.H. & BELLINGHAM, P.J. 2016. Towards integrated ecological research in tropical montane cloud forests. **Journal of Tropical Ecology**, V.32, p. 345-354.
- MARTINELLI, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(4): 587-597.
- MARTINELLI, G. & MORAES, M.A. 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://cncflora.jbrj.gov.br>
- MAGURRAN, A. E. 2011. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba, Editora UFPR. 261p.
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton University Press, New Jersey.
- MCCAIN, C. M. 2007. Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. **Global Ecology and Biogeography**, V.16, p. 1-13.
- MCCAIN, C.M. & KNIGHT, K.B. 2013. Elevational Rapoport's rule is not pervasive on mountains. **Global Ecology and Biogeography**, V.22, p. 750-759.
- MEIRELES, L.D., SHEPHERD, G.J. & KINOSHITA, L.S. 2008. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, V.31, p. 559-574.
- MEIRELES, L.D., KINOSHITA, L.S. & SHEPHERD, G.J. 2014. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, V.65, p. 831-859.
- MENINO, G.C.O. 2013. **Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta nebulosa na Serra de Ibitipoca, Minas Gerais**. Tese de Doutorado Universidade

- Federal de Lavras, Lavras, 64 p.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES, G.P., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2004. **Hotspots revisited**. CEMEX and Agrupación Sierra Madre.
- MOREIRA, A.A.N. & CAMELIER, C. 1977. Relevô. In **Geografia do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, V.3, p.1-150.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, London., V.403, n. 24.
- MYERS, N. 2003. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, V.53, p. 916-917
- OLIVEIRA, F.X., L.A. ANDRADE & L.P. FÉLIX. 2006. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de Floresta Ombrófila Aberta com diferentes idades, no Município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, V.20(4), p. 861-873.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. 2000. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, V.32(4): 793-810.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., FONTES, M.A.L., VIANA, P.L., VALENTE, A.S.M., SALIMENA, F.R.G. & FERREIRA, F.M. 2013. O mosaico de fitofisionomias do Parque Estadual do Ibitipoca. In **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. 1 ed. Juiz de Fora, 384p.
- PEREIRA, I.A., OLIVEIRA-FILHO, A.T., BOTELHO, S.A., CARVALHO, W.A.C., FONTES, M.A.L., SCHIAVINI, I. & SILVA, A.F. 2006. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, V. 57(1), p. 103-126.
- POMPEU, P.V., FONTES, M.A.L., SANTOS, R.M., GARCIA, P.O., BATISTA, T. A. CARVALHO, W.A.C. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2014. Floristic composition and structure of an upper montane cloud forest in the Serra da Mantiqueira Mountain Range of Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, V.28, p. 456-464.
- POUNDS, A., FOGDEN, M.P.L & CAMPBELL J.H. 1999 Biological response to climate change on a tropical mountain. **Nature**, V.398, p. 611–615.

- RAHBEK, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? **Ecography**, V.18, p. 200-205
- RAHBEK, C., GOTELLI, N.J., COLWELL, R.K., ENTSMINGER, G.L., RANGEL, T.F. & GRAVES, G.R. 2007. Predicting continental-scale patterns of bird species richness with spatially explicit models. **Proceedings. Biological Sciences**, V.274, p. 165-174.
- RIBEIRO, J.H.C., FONSECA, C.R. & CARVALHO, F.A. 2016. The woody vegetation of quartzite soils in a mountain landscape in the Atlantic Forest Domain (South-Eastern Brazil): Structure, diversity and implications for conservation. **Edinburgh Journal of Botany**, V. on line, p. 1-18.
- SAFFORD, H.D. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, V.26(4), p. 693-712.
- SALIMENA, F.R.G., MATOZINHOS, C.N., ABREU, N.L., RIBEIRO, J.H.C., SOUZA, F.D. & MENINI NETO, L. 2013. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, V. 64(2), p. 311-320.
- SANTIAGO, D.S., OLIVEIRA-FILHO, A.T., MENINI NETO, L., CARVALHO, F.A. & SALIMENA, F.R.G. 2018. Floristic composition and phytogeography of an Araucaria Forest in the Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia** (impresso).
- SANTOS, F. A.; FROTA, J. T.; ARRUDA, B. R.; MELO, T. S.; SILVA, A. A. C. A.; BRITO, G. A. C.; CHAVES, M.H. & RAO, V. S. 2012. Antihyperglycemic and hypolipidemic effects of  $\alpha$ ,  $\beta$ -amyrin, a triterpenoid mixture from *Protium heptaphyllum* in mice. **Lipids in Health and Disease**, V.11, p. 98-105.
- SCHEER, M.B. & MOCOCHINSKI, A.Y. 2009. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotropica**, V.9(2), p. 51-70.
- SILVESTRE, R., KOEHLER, H.S., MACHADO, S.A., BALBINOT, R. & WATZLAWICK, L.F. 2012. Análise estrutural e distribuição espacial em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Guarapuava (PR). **Ambiência**, V. 8(2), p. 259-274.
- SOBRAL, M., FARIA J.R., OLIVEIRA, M.I.U., LUCAS, E.J., RIGUEIRA, D., STADNIK, A. & VILLAROEL, D. 2015. Thirteen new Myrtaceae from Bahia, Brazil. **Phytotaxa** V.224, p. 201-231.

- THIERS, B. 2016 [continuously updated]. In: **Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff**. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.
- VALENTE, A.S.M., GARCIA, P.O., SALIMENA, F.R.G. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2011. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, V.62(2), p. 321-340.
- VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A. 1995. Cloud forest archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. Pp. 315–332 in L.S. Hamilton, J.O. Juvick, and F.N. Scatena, eds., **Tropical Montane Cloud Forest. Ecological Studies**, no. 110. Springer Verlag, New York.
- WEBSTER, G.L. 1995. **The panorama of Neotropical Cloud Forests**. In: Churchill, S. P.; Balslev, H.; Forero, E. & Luteyn, J. L.(eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests: Proceedings of Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium. The New York Botanical Garden, New York. p. 53-77.
- WERENKRAUT, V. & RUGGIERO, A. 2011. Quality of basic data and method to identify shape affect the richness – altitude relationships in meta-analysis. **Ecology**, V.92, p. 253-260.
- WERNER, F.A. & HOMEIER, J. 2015. Is tropical montane forest heterogeneity promoted by a resource-driven feedback cycle? Evidence from nutrient relations, herbivory and litter decomposition along a topographical gradient. **Functional Ecology**, V. 29, p. 430-440.
- WHITTAKER, R.H. 1973. **Ordination and classification of plant communities**. Handbook of Vegetation Science, 394 p.
- WILLIG, M.R & PRESLEY, S.J. 2016. Biodiversity and metacommunity structure of animals along altitudinal gradients in tropical montane forests. **Journal of Tropical Ecology**, V. 32(5), p. 421-436.
- YAMAMOTO, K. 2009. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Vochysiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, V.27(1), p. 131-136.

## ANEXO I

**Anexo 1** - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na área total (1 ha) das Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil. Espécies ordenadas de forma decrescente segundo o Valor de Importância (VI). Siglas: DA: densidade absoluta; AB: área basal; FA: frequência absoluta; DR: densidade relativa; DoR: dominância relativa; FR: frequência relativa; VI(%): valor de importância em %.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>DA</b>	<b>AB</b>	<b>FA</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>VI(%)</b>
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	Asteraceae	150	3,62	21	6,52	11,4582	2,21	6,73
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	226	1,342	35	9,82	4,2477	3,69	5,92
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	161	1,1442	42	6,99	3,6217	4,43	5,01
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Primulaceae	115	1,0802	41	5,00	3,4191	4,32	4,25
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	Euphorbiaceae	58	1,7452	25	2,52	5,5240	2,63	3,56
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Bursaceae	102	1,0813	23	4,43	3,4226	2,42	3,43
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	34	2,1313	11	1,48	6,7461	1,16	3,13
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	Primulaceae	73	1,0371	25	3,17	3,2827	2,63	3,03
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	98	0,5996	24	4,26	1,8979	2,53	2,89
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	50	1,3176	22	2,17	4,1705	2,32	2,89
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Rubiaceae	69	0,4428	28	3,00	1,4016	2,95	2,45
<i>Gutteria pohliana</i> Schltdl.	Annonaceae	36	0,3932	22	1,56	1,2446	2,32	1,71
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Myrtaceae	43	0,6129	12	1,87	1,9400	1,26	1,69
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Lauraceae	23	0,5622	17	1,00	1,7795	1,79	1,52
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	15	0,9349	6	0,65	2,9592	0,63	1,41
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	33	0,4106	14	1,43	1,2996	1,48	1,40
<i>Macropelplus ligustrinus</i> (Tul.) Perkins	Monimiaceae	32	0,3598	15	1,39	1,1389	1,58	1,37
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Lauraceae	27	0,3309	17	1,17	1,0474	1,79	1,34
<i>Miconia chartacea</i> Triana	Melastomataceae	37	0,2095	16	1,61	0,6631	1,69	1,32
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Rubiaceae	28	0,2367	18	1,22	0,7492	1,90	1,29

<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	25	0,39	14	1,09	1,2344	1,48	1,27
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	17	0,4581	14	0,74	1,4500	1,48	1,22
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	Arecaceae	41	0,1023	14	1,78	0,3238	1,48	1,19
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	Clusiaceae	34	0,1871	13	1,48	0,5922	1,37	1,15
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	31	0,2238	13	1,35	0,7084	1,37	1,14
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	Sapindaceae	20	0,2309	15	0,87	0,7309	1,58	1,06
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	Monimiaceae	34	0,2255	9	1,48	0,7138	0,95	1,05
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Clethraceae	23	0,1905	13	1,00	0,6030	1,37	0,99
<i>Cordiaer concolor</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	24	0,1354	14	1,04	0,4286	1,48	0,98
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	Asteraceae	16	0,2878	12	0,70	0,9110	1,26	0,96
<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral	Myrtaceae	24	0,1725	11	1,04	0,5460	1,16	0,92
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	Lamiaceae	16	0,2631	8	0,70	0,8328	0,84	0,79
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	11	0,3014	8	0,48	0,9540	0,84	0,76
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Primulaceae	11	0,3248	7	0,48	1,0281	0,74	0,75
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Vochysiaceae	12	0,2444	9	0,52	0,7736	0,95	0,75
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Lauraceae	8	0,3433	7	0,35	1,0866	0,74	0,72
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	11	0,2981	7	0,48	0,9436	0,74	0,72
<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	Lauraceae	8	0,3385	6	0,35	1,0714	0,63	0,68
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	6	0,3553	5	0,26	1,1246	0,53	0,64
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	17	0,2139	4	0,74	0,6770	0,42	0,61
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	17	0,0795	8	0,74	0,2516	0,84	0,61
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	Lauraceae	10	0,1893	7	0,43	0,5992	0,74	0,59
<i>Ficus mexiae</i> Standl.	Moraceae	7	0,2178	7	0,30	0,6894	0,74	0,58
<i>Macropeplus dentatus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto	Monimiaceae	9	0,2608	4	0,39	0,8255	0,42	0,55
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	7	0,2052	6	0,30	0,6495	0,63	0,53
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	9	0,1439	7	0,39	0,4555	0,74	0,53
<i>Callianthe montana</i> (A. St.-Hil.) Donell & C. Takeuch	Malvaceae	11	0,1787	5	0,48	0,5656	0,53	0,52
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Myrtaceae	8	0,2326	4	0,35	0,7362	0,42	0,50

<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	11	0,0851	7	0,48	0,2694	0,74	0,49
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Nyctaginaceae	10	0,1573	5	0,43	0,4979	0,53	0,49
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	7	0,192	5	0,30	0,6077	0,53	0,48
<i>Gutteria australis</i> A.St.-Hil.	Annonaceae	10	0,0829	7	0,43	0,2624	0,74	0,48
<i>Cupania zanthoxyloides</i> Radlk	Sapindaceae	15	0,0615	5	0,65	0,1947	0,53	0,46
<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	Myrtaceae	11	0,1097	5	0,48	0,3472	0,53	0,45
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Lauraceae	6	0,1968	4	0,26	0,6229	0,42	0,44
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	Lauraceae	12	0,1069	4	0,52	0,3384	0,42	0,43
<i>Machaerium lanceolatum</i> (Vell.) J.F.Macbr.	Fabaceae	3	0,2471	3	0,13	0,7821	0,32	0,41
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	Araliaceae	7	0,0789	6	0,30	0,2497	0,63	0,40
<i>Psidium myrtoides</i> O.Berg	Myrtaceae	8	0,0821	5	0,35	0,2599	0,53	0,38
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C.DC.	Meliaceae	7	0,059	6	0,30	0,1867	0,63	0,37
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myrtaceae	9	0,0272	6	0,39	0,0861	0,63	0,37
<i>Mollinedia</i> sp1	Monimiaceae	8	0,0404	6	0,35	0,1279	0,63	0,37
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	6	0,1235	4	0,26	0,3909	0,42	0,36
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	Symplocaceae	7	0,1023	4	0,30	0,3238	0,42	0,35
Myrtaceae sp1	Myrtaceae	8	0,0457	5	0,35	0,1447	0,53	0,34
<i>Eugenia</i> sp1	Myrtaceae	7	0,0253	6	0,30	0,0801	0,63	0,34
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	Myrtaceae	8	0,1344	2	0,35	0,4254	0,21	0,33
Lauraceae sp1	Lauraceae	6	0,0606	5	0,26	0,1918	0,53	0,33
<i>Matayba cristae</i> Reitz	Sapindaceae	4	0,1715	2	0,17	0,5428	0,21	0,31
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	Hypericaceae	11	0,069	2	0,48	0,2184	0,21	0,30
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	6	0,0648	4	0,26	0,2051	0,42	0,30
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Asteraceae	2	0,1848	2	0,09	0,5849	0,21	0,29
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Fabaceae	3	0,2042	1	0,13	0,6463	0,11	0,29
<i>Cupania concolor</i> Radlk.	Sapindaceae	6	0,0269	5	0,26	0,0851	0,53	0,29
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Solanaceae	4	0,0868	4	0,17	0,2747	0,42	0,29
<i>Vismia parviflora</i> Cham. & Schtdl.	Hypericaceae	9	0,0459	3	0,39	0,1453	0,32	0,28

<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Sprengel) Harley	Lamiaceae	5	0,0662	4	0,22	0,2095	0,42	0,28
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae	9	0,0434	3	0,39	0,1374	0,32	0,28
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	6	0,0687	3	0,26	0,2175	0,32	0,26
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	4	0,0936	3	0,17	0,2963	0,32	0,26
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	Annonaceae	4	0,0919	3	0,17	0,2909	0,32	0,26
<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.	Rubiaceae	6	0,0615	3	0,26	0,1947	0,32	0,26
<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.	Myrtaceae	8	0,0282	3	0,35	0,0893	0,32	0,25
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	3	0,0905	3	0,13	0,2865	0,32	0,24
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	3	0,0899	3	0,13	0,2846	0,32	0,24
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	Myrtaceae	5	0,0615	3	0,22	0,1947	0,32	0,24
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Aquifoliaceae	4	0,0393	4	0,17	0,1244	0,42	0,24
<i>Amaioua glomerulata</i> (Lam. ex Poir.) Delprete & C.Persson	Rubiaceae	4	0,0291	4	0,17	0,0921	0,42	0,23
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	Primulaceae	5	0,0432	3	0,22	0,1367	0,32	0,22
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Melastomataceae	4	0,021	4	0,17	0,0665	0,42	0,22
<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.	Rubiaceae	4	0,0201	4	0,17	0,0636	0,42	0,22
<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.	Lauraceae	5	0,0282	3	0,22	0,0893	0,32	0,21
<i>Myrcia</i> sp2	Myrtaceae	6	0,0424	2	0,26	0,1342	0,21	0,20
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	Myrtaceae	7	0,0274	2	0,30	0,0867	0,21	0,20
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	Araliaceae	4	0,0347	3	0,17	0,1098	0,32	0,20
<i>Roupala longepetiolata</i> Pohl	Proteaceae	4	0,0245	3	0,17	0,0775	0,32	0,19
<i>Myrcia pubiflora</i> DC.	Myrtaceae	4	0,0231	3	0,17	0,0731	0,32	0,19
<i>Leandra pennipilis</i> (Triana) Cogn.	Melastomataceae	5	0,0422	2	0,22	0,1336	0,21	0,19
<i>Myrcia</i> sp1	Myrtaceae	3	0,0348	3	0,13	0,1102	0,32	0,19
<i>Siphoneugena dussii</i> (Krug & Urb.) Proença	Myrtaceae	3	0,0327	3	0,13	0,1035	0,32	0,18
<i>Myrcia obovata</i> (O.Berg) Nied.	Myrtaceae	5	0,0369	2	0,22	0,1168	0,21	0,18
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Fabaceae	2	0,078	2	0,09	0,2469	0,21	0,18
<i>Drimys brasiliensis</i> Miens	Winteraceae	3	0,0566	2	0,13	0,1792	0,21	0,17
<i>Myrcia lenheirensis</i> Kiaersk.	Myrtaceae	5	0,0208	2	0,22	0,0658	0,21	0,16

<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	Lauraceae	2	0,0943	1	0,09	0,2985	0,11	0,16
Fabaceae sp1	Fabaceae	4	0,0325	2	0,17	0,1029	0,21	0,16
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	Celastraceae	3	0,0458	2	0,13	0,1450	0,21	0,16
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Myrtaceae	1	0,1052	1	0,04	0,3330	0,11	0,16
<i>Vochysia glazioviana</i> Warm.	Vochysiaceae	2	0,0576	2	0,09	0,1823	0,21	0,16
<i>Aureliana velutina</i> Sendtn.	Solanaceae	3	0,0429	2	0,13	0,1358	0,21	0,16
<i>Myrcia subverticillaris</i> (O.Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	4	0,0255	2	0,17	0,0807	0,21	0,16
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Myrtaceae	3	0,0041	3	0,13	0,0130	0,32	0,15
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	3	0,0319	2	0,13	0,1010	0,21	0,15
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	Vochysiaceae	3	0,0299	2	0,13	0,0946	0,21	0,15
<i>Baccharis lychnophora</i> Gardner	Asteraceae	3	0,0605	1	0,13	0,1915	0,11	0,14
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill	Peraceae	3	0,02	2	0,13	0,0633	0,21	0,13
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	5	0,0255	1	0,22	0,0807	0,11	0,13
<i>Myrcia eriopus</i> DC.	Myrtaceae	3	0,0126	2	0,13	0,0399	0,21	0,13
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	4	0,0244	1	0,17	0,0772	0,11	0,12
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Rhamnaceae	2	0,0124	2	0,09	0,0392	0,21	0,11
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.	Melastomataceae	2	0,0101	2	0,09	0,0320	0,21	0,11
<i>Myrceugenia</i> sp1	Myrtaceae	2	0,0101	2	0,09	0,0320	0,21	0,11
<i>Baccharis rufidula</i> (Spreng.) Joch.Müll.	Asteraceae	2	0,0074	2	0,09	0,0234	0,21	0,11
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	Apocynaceae	2	0,007	2	0,09	0,0222	0,21	0,11
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	Rubiaceae	2	0,0346	1	0,09	0,1095	0,11	0,10
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	2	0,0336	1	0,09	0,1064	0,11	0,10
<i>Protium widgrenii</i> Engl.	Burseraceae	2	0,0312	1	0,09	0,0988	0,11	0,10
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Fabaceae	1	0,0401	1	0,04	0,1269	0,11	0,09
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Salicaceae	2	0,0247	1	0,09	0,0782	0,11	0,09
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	2	0,0171	1	0,09	0,0541	0,11	0,08
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Urticaceae	1	0,0245	1	0,04	0,0775	0,11	0,08
<i>Maytenus brasiliensis</i> Mart.	Celastraceae	1	0,0228	1	0,04	0,0722	0,11	0,07

<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	1	0,0215	1	0,04	0,0681	0,11	0,07
<i>Chamaecrista itambana</i> (Mart. ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	1	0,0205	1	0,04	0,0649	0,11	0,07
<i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G.Agostini	Primulaceae	1	0,0174	1	0,04	0,0551	0,11	0,07
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	1	0,0121	1	0,04	0,0383	0,11	0,06
<i>Leandra fragilis</i> Cogn.	Melastomataceae	1	0,0069	1	0,04	0,0218	0,11	0,06
<i>Solanum didymum</i> Dunal	Solanaceae	1	0,0058	1	0,04	0,0184	0,11	0,06
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	Sabiaceae	1	0,0044	1	0,04	0,0139	0,11	0,05
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	1	0,0042	1	0,04	0,0133	0,11	0,05
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Cunoniaceae	1	0,0042	1	0,04	0,0133	0,11	0,05
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae	1	0,0035	1	0,04	0,0111	0,11	0,05
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	1	0,0034	1	0,04	0,0108	0,11	0,05
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	1	0,0032	1	0,04	0,0101	0,11	0,05
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	Myrtaceae	1	0,0031	1	0,04	0,0098	0,11	0,05
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	Melastomataceae	1	0,0026	1	0,04	0,0082	0,11	0,05
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	1	0,0026	1	0,04	0,0082	0,11	0,05

## ANEXO II

**Anexo II** - Distribuição das espécies ao longo das cotas altitudinais nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Região Sudeste do Brasil.

<b>Família/Espécie</b>	<b>AI 1300 m</b>	<b>AII 1350 m</b>	<b>AIII 1400 m</b>	<b>AIV 1500 m</b>	<b>AV 1600 m</b>
<b>Annonaceae</b>					
<i>Annona cacans</i> Warm.	X			X	
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	X	X	X	X	
<i>Guatteria pohliana</i> Schldtl.	X	X	X	X	X
<b>Apocynaceae</b>					
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	X				
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.			X	X	
<b>Aquifoliaceae</b>					
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek			X	X	X
<b>Araliaceae</b>					
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin		X	X	X	X
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	X	X			
<b>Arecaceae</b>					
<i>Euterpe edulis</i> Mart.		X			
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.		X	X	X	X
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		X			
<b>Asteraceae</b>					
<i>Baccharis lychnophora</i> Gardner					X
<i>Baccharis rufidula</i> (Spreng.) Joch.Müll.					X
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	X	X	X		
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	X	X	X		X
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker		X			
<b>Bignoniaceae</b>					
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos		X	X		
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		X	X		
<b>Burseraceae</b>					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X	X		
<i>Protium widgrenii</i> Engl.		X			
<b>Cannabaceae</b>					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume				X	
<b>Celastraceae</b>					
<i>Maytenus brasiliensis</i> Mart.				X	
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.			X	X	
<b>Clethraceae</b>					
<i>Clethra scabra</i> Pers.	X		X	X	X
<b>Clusiaceae</b>					
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	X	X	X		X
<b>Cunoniaceae</b>					
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.				X	

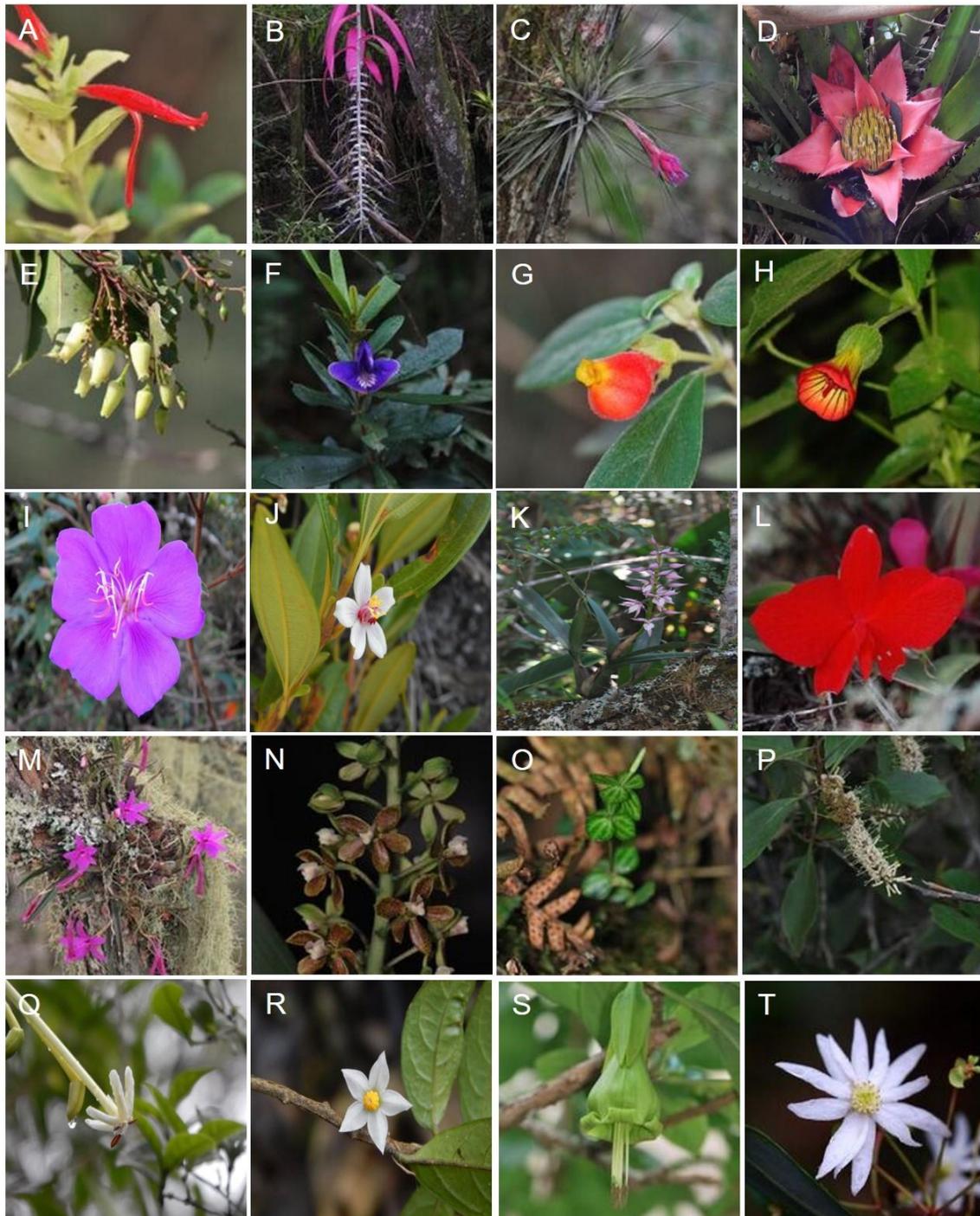
<b>Euphorbiaceae</b>					
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	X	X	X		
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.		X		X	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg	X	X	X	X	X
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.				X	
<b>Fabaceae</b>					
<i>Chamaecrista itambana</i> (Mart. ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby	X				
Fabaceae sp1	X	X			
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	X				
<i>Machaerium lanceolatum</i> (Vell.) J.F.Macbr.		X		X	
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.		X	X		
<i>Machaerium villosum</i> Vogel				X	
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby				X	
<b>Hypericaceae</b>					
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	X				
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	X				
<i>Vismia parviflora</i> Cham. & Schltldl.	X	X			
<b>Lamiaceae</b>					
<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Sprengel) Harley	X			X	X
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	X		X	X	
<b>Lauraceae</b>					
Lauraceae sp1	X	X			
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	X	X			X
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees		X		X	
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil			X		
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	X	X		X	
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	X	X	X	X	
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	X	X	X	X	X
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees			X	X	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	X	X	X	X	
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	X		X		
<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.		X		X	
<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	X				X
<b>Malvaceae</b>					
<i>Callianthe montana</i> (A. St.-Hil.) Donell & C. Takeuch					X
<b>Melastomataceae</b>					
<i>Leandra aurea</i> (Cham.) Cogn.					X
<i>Leandra fragilis</i> Cogn.			X		
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi		X			
<i>Leandra pennipilis</i> (Triana) Cogn.					X
<i>Miconia chartacea</i> Triana	X	X	X		X
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin		X	X	X	X
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	X		X		
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	X		X	X	X
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	X		X		X
<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.				X	X

<b>Meliaceae</b>					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.					X
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	X	X	X	X	
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C.DC.	X		X	X	X
<b>Monimiaceae</b>					
<i>Macropelus dentatus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto			X	X	
<i>Macropelus ligustrinus</i> (Tul.) Perkins	X		X	X	X
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.			X	X	
<i>Mollinedia</i> sp1			X	X	
<b>Moraceae</b>					
<i>Ficus mexiae</i> Standl.	X	X		X	
<b>Myrtaceae</b>					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	X				
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	X	X			X
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.		X	X		
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.			X	X	X
<i>Eugenia</i> sp1	X			X	X
<i>Myrceugenia</i> sp1					X
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	X		X		
<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.	X				
<i>Myrcia eriopus</i> DC.				X	
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	X			X	X
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	X		X	X	
<i>Myrcia lenheirensis</i> Kiaersk.					X
<i>Myrcia obovata</i> (O.Berg) Nied.		X			
<i>Myrcia pubiflora</i> DC.		X			
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	X	X	X	X	X
<i>Myrcia</i> sp1	X			X	
<i>Myrcia</i> sp2	X				
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	X	X	X	X
<i>Myrcia subverticillaris</i> (O.Berg) Kiaersk.	X	X			
<i>Myrcia venulosa</i> DC.		X	X		
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand		X			
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	X				
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	X				
Myrtaceae sp1	X	X			X
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	X	X	X	X	X
<i>Psidium myrtoides</i> O.Berg			X	X	X
<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral	X		X	X	
<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	X	X		X	
<i>Siphoneugena dussii</i> (Krug & Urb.) Proença	X	X	X		
<b>Nyctaginaceae</b>					
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell			X	X	X
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell			X	X	X
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz			X	X	X
<b>Peraceae</b>					

<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill				X	
<b>Primulaceae</b>					
<i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G.Agostini		X			
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	X	X	X	X	X
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.			X	X	
<i>Myrsine glazioviana</i> Warm.	X	X	X	X	
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.			X	X	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		X	X	X	X
<b>Proteaceae</b>					
<i>Roupala longepetiolata</i> Pohl			X		
<i>Roupala montana</i> Aubl.			X	X	X
<b>Rhamnaceae</b>					
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	X				X
<b>Rosaceae</b>					X
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.				X	X
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Amaioua glomerulata</i> (Lam. ex Poir.) Delprete & C.Persson			X	X	X
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	X	X	X	X	X
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze		X	X	X	
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze			X		
<i>Hillia parasitica</i> Jacq.	X				X
<i>Posoqueria acutifolia</i> Mart.		X			X
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.		X	X	X	
<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.				X	
<b>Rutaceae</b>					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.				X	
<b>Sabiaceae</b>					
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.				X	
<b>Salicaceae</b>					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X	X	X	
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.				X	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		X	X	X	
<b>Sapindaceae</b>					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	X				
<i>Cupania concolor</i> Radlk.			X	X	X
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.			X	X	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X	X	X	X	
<i>Cupania zanthoxyloides</i> Radlk			X	X	
<i>Matayba cristae</i> Reitz		X	X		
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.				X	X
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	X	X	X	X	
<b>Solanaceae</b>					
<i>Aureliana velutina</i> Sendtn.			X		X
<i>Solanum didymum</i> Dunal					X
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.		X	X		X
<b>Symplocaceae</b>					

<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.				X	
<b>Urticaceae</b>					
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.		X			
<b>Vochysiaceae</b>					
<i>Qualea cordata</i> Spreng.			X		
<i>Vochysia glazioviana</i> Warm.			X	X	
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.		X	X	X	X
<b>Winteraceae</b>					
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers				X	

### ANEXO III



**Anexo III.** Espécies registradas nas Nanoflorestas Nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Serra da Mantiqueira, Sudeste do Brasil. (A) *Justicia* sp1; (B) *Billbergia alfonsojoannis*; (C) *Tillandsia stricta*; (D) *Wittockia gigantea*; (E) *Agarista eucalyptoides*; (F) *Perianthra mediterranea*; (G) *Nematanthus strigillosus*; (H) *Pavonia viscosa*; (I) *Pleroma semidecandra*; (J) *Trembleya parviflora*; (K) *Prosthechea allemanoides*; (L) *Hadrolaelia coccinea*; (M) *Isabelia violacea*; (N) *Prosthechea pachysepala*; (O) *Peperomia tetraphylla*; (P) *Roupala montana*; (Q) *Hillia parasitica*; (R) *Solanum kriegei*; (S) *Dyssochroa viridiflorum*; (T) *Drimys brasiliensis*. Fotos: Luiz Menini Neto e Breno Moreira.