

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Pós-graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos
Recursos Naturais**

José Hugo Campos Ribeiro

**Capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais:
composição, estrutura e heterogeneidade ambiental**

Juiz de Fora

2018

José Hugo Campos Ribeiro

**Capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais:
composição, estrutura e heterogeneidade ambiental**

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

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho

Juiz de Fora

2018

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

Ribeiro, José Hugo Campos.

Capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais : composição, estrutura e heterogeneidade ambiental / José Hugo Campos Ribeiro. -- 2018.

115 p.

Orientador: Fabrício Alvim Carvalho

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2018.

1. fitossociologia. 2. Floresta Atlântica. 3. Floresta Ombrófila Densa Altomontana. 4. Serra da Mantiqueira. I. Alvim Carvalho, Fabrício, orient. II. Título.

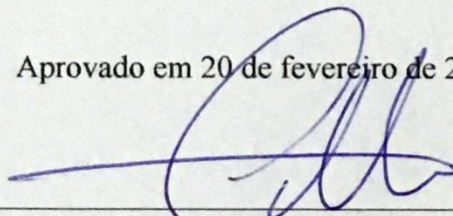
**"CAPÕES DE FLORESTA NEBULAR NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
PAPAGAIO, MINAS GERAIS: COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E
HETEROGENEIDADE AMBIENTAL".**

José Hugo Campos Ribeiro

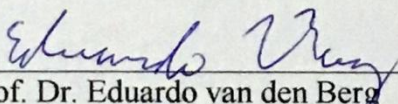
Orientador: Prof. Dr. Fabrício Alvim de Carvalho

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

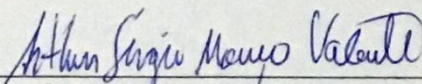
Aprovado em 20 de fevereiro de 2018.



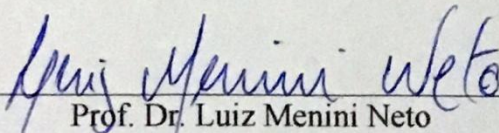
Prof. Dr. Fabrício Alvim de Carvalho
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



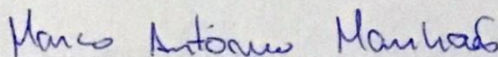
Prof. Dr. Eduardo van den Berg
Universidade Federal de Lavras – UFLA



Prof. Dr. Arthur Sérgio Mouço Valente
Instituto Estadual de Florestas – IEF/MG



Prof. Dr. Luiz Menini Neto
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. Marco Antônio Manhães
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

“Eu não sei nada sobre as grandes coisas do mundo, mas sobre as pequenas eu sei menos”

Manoel de Barros

Agradecimentos

Agradeço inicialmente às organizações que tornaram esse trabalho possível. Em tempos de desvalorização da ciência e enormes cortes de investimentos, é importante lembrar que trabalhos como esse só se tornam possíveis graças ao apoio e financiamento de diversos órgãos públicos. Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais e à Universidade Federal de Juiz de Fora, agradeço a oportunidade de realizar esse trabalho e por todo o apoio e estrutura concedidos. À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. Aos órgãos de fomento pelo apoio financeiro que permitiram a realização desse e outros trabalhos do Laboratório de Ecologia Vegetal: CNPq (projeto nº454008/2014-7) e FAPEMIG (projeto nº2165/14).

Ao Instituto Estadual de Florestas, pela concessão da autorização de pesquisa e por oferecer grande apoio e infraestrutura para a realização dos trabalhos de campo. À equipe do Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP), por todo o apoio. Especialmente à Clarice Silva, pelo apoio e por incentivar nossas idéias e projetos; ao Sr. Tião e Dona Clarice, pelo apoio e os dedos de prosa; ao Manu, por toda a ajuda no campo e principalmente pelo grande interesse em ajudar e aprender sobre o nosso trabalho. A toda essa equipe, que cuidou do PESP com toda a dedicação e que nos acolheu como amigos. Que todas as administrações de unidades de conservação possam compartilhar um pouco da energia boa de vocês.

Aos professores do Departamento de Botânica e do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais, por todo o conhecimento transmitido. Ao meu orientador, Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho, por toda a confiança e paciência nesses últimos anos. A todos os professores e pesquisadores que encontrei pelo caminho, em disciplinas, cursos e congressos, pelas idéias e conhecimentos trocados que de alguma forma influenciaram esse trabalho. Aos especialistas que ajudaram com a identificação das espécies: especialmente Luciana Leitão (Melastomataceae), Kelly Antunes, Marcos Sobral and Leonardo Meirelles (Myrtaceae), Juliana Amaral (Rubiaceae), Rafaela Freitas (Euphorbiaceae) and Vinicius Dittrich (pteridófitas).

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Vegetal, do Herbário Leopoldo Krieger e do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais, por toda ajuda oferecida, seja nos trabalhos de campo, nas discussões sobre metodologias e análises ou apenas nos momentos de descontração. Àqueles que toparam o desafio e foram ao campo e, debaixo de sol ou chuva (geralmente muita chuva), enfrentando longas horas de caminhada, frio e neblina, possibilitaram que esse trabalho fosse realizado. Trabalhar em ambientes de montanhas tropicais não é fácil, mas vocês enfrentaram todos os desafios com disposição e bom humor. Em especial ao Lucas, que aceitou o desafio do projeto, ajudou em toda a logística e realização dos campos e me aturou por todo esse tempo.

Aos amigos e familiares, pelo apoio e compreensão nessa caminhada. Pela paciência e compreensão todas as vezes em que estive ausente por conta do trabalho. Pelo apoio, mesmo não entendendo o que eu tanto tinha para fazer “no meio do mato”. E principalmente por me apoiarem todas as vezes em que eu caí. À Rafaela, por todo o companheirismo e atenção e por me ajudar a não enlouquecer de vez nessa reta final. Uma vez ouvi que se o caminho é longo, mas você tem boas companhias, tudo fica mais perto. Muito obrigado por dividirem esse caminho comigo.

Por fim, gostaria de dizer que essa tese é apenas uma pequena parte de um longo processo de aprendizagem e crescimento pessoal. Hoje, muitas vezes nos esquecemos que o principal objetivo da pós-graduação é a formação pessoal e profissional. No meio de tantas métricas, qualis e fatores de impacto, quando tudo precisa ser quantificado e o universo parece se resumir apenas em publicações, precisamos nos lembrar também das pessoas. Esse trabalho é, sobretudo, fruto de um esforço coletivo. A todos aqueles que me ajudaram, meus sinceros agradecimentos.

Lista de figuras

- Figura 1: Localização do Parque Estadual da Serra do Papagaio no sul de Minas Gerais. Os números correspondem aos municípios: 1-Baependi, 2- Aiuruoca, 3- Pouso Alto, 4-Alagoa, 5- Itamonte. A área sombreada em cinza claro corresponde à área total do PESP e a área sombreada em cinza escuro corresponde à região do Chapadão. 9
- Figura 2: Capões de floresta nebular na região do Chapadão, Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. A) Capões de floresta nebular em uma matriz de campos de altitude; B) Vista externa de um dos capões; C) Vista interna de um dos capões, mostrando a grande abundância de epífitas; D) Formação de nuvens ao nível do solo; E) Interior de um dos capões, mostrando o dossel imerso em nuvens. 12
- Figura 3: Região do Chapadão e capões de floresta nebular selecionados para o estudo no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. 13
- Figura 4: Histograma de classes de diâmetro para árvores com circunferência a altura do peito ≥ 15 cm para os dez capões de floresta nebular estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio. Barras brancas representam o número de caules vivos e barras pretas representam o número de caules mortos em pé. Números acima das barras representam os números de caules vivos em cada classe e os números entre parênteses representam o número de caules mortos em pé em cada classe. 28
- Figura 5: Histograma de classes de altura para árvores com circunferência a altura do peito ≥ 15 cm para os dez capões de floresta nebular estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio. Números acima das barras representam o número de indivíduos em cada classe. 28
- Figura 6: Curvas de rarefação/ extrapolação para os dez capões de floresta nebular estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. As curvas foram extrapoladas até o número de indivíduos do capão com mais indivíduos (533 indivíduos). Linhas sólidas= curvas de rarefação; linhas tracejadas= curva de extrapolação; área cinza= intervalos de confiança. 30
- Figura 7: Gráfico de ordenação por NMDS produzido pelos dados de densidade das espécies nos 10 capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. São mostrados os três eixos da ordenação. Stress= 0,19. 42
- Figura 8: Relação entre as variáveis ambientais selecionadas e os eixos da NMDS. . A siglas das variáveis ambientais e suas respectivas unidades de medida estão no Anexo 2. 44

Lista de tabelas

- Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos para as 89 espécies encontradas em 10 capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência nas parcelas; NC= número de capões onde a espécie foi amostrada; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI..... 22
- Tabela 2: Parâmetros estruturais dos 10 capões de floresta nebulosa estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. S= riqueza de espécies; N= número de indivíduos; D= densidade (indivíduos/ha); N= número médio de indivíduos por parcela; N (sd)= desvio padrão do número de indivíduos por parcela; AB= área basal (m²/ha); BA =área basal média por parcela; AB (sd)= desvio padrão da área basal por parcela..... 29
- Tabela 3: Índices de similaridade entre os dez capões de florestas nebulosas estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Canto superior direito mostra os valores do índice de Bray-Curtis para dados de abundância e o canto inferior esquerdo mostra os valores do índice de Jaccard para dados de incidência..... 30
- Tabela 4: Valores (média ± desvio padrão) das 17 variáveis ambientais para cada capão de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. As siglas e unidades de medida das variáveis estão no Anexo 2. 43
- Tabela 5: Valores de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos da NMDS. . A siglas das variáveis ambientais e suas respectivas unidades de medida estão no Anexo 2. 44
- Tabela 6: Comparação de valores das variáveis edáficas analisadas entre áreas selecionadas de florestas de altitude na Floresta Atlântica. São mostrados os valores médios de cada variável. As siglas e unidades de medida das variáveis estão no Anexo 2. 46

Sumário

Agradecimentos	IV
Lista de figuras	V
Lista de tabelas.....	VI
Resumo.....	1
Abstract	2
Introdução geral.....	3
Objetivos	8
Objetivo geral.....	8
Objetivos específicos:.....	8
Metodologia Geral	9
Área de estudo	9
Histórico e Localização	9
Clima, relevo e solos.....	10
Vegetação.....	10
Amostragem e coleta de dados.....	11
Capítulo 1: Composição, estrutura e diversidade da comunidade arbórea em capões de floresta nebular tropical montana no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil*	14
Resumo.....	14
Abstract	15
Introdução.....	16
Objetivos	18
Objetivo geral.....	18
Objetivos específicos.....	18
Metodologia	19
Análise dos dados.....	19
Resultados	21
Composição florística e estrutura	21
Comparação da estrutura e composição entre os capões.....	29
Discussão.....	31
Composição florística e estrutura	31
Comparação da estrutura e composição entre os capões.....	32
Conclusões	33
Capitulo 2: Heterogeneidade ambiental e gradiente florístico em capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brazil.....	34

Resumo.....	34
Abstract	35
Introdução.....	36
Objetivos	38
Objetivo geral	38
Objetivos específicos.....	38
Metodologia.....	39
Variáveis ambientais	39
Análise de gradientes	39
Relação entre as variáveis ambientais e o gradiente florístico.....	40
Resultados.....	41
Variáveis ambientais	41
Análise de ordenação.....	41
Discussão.....	45
Solos	45
Gradiente florístico	45
Heterogeneidade ambiental e gradiente florístico.....	47
Conclusões	49
Considerações finais.....	50
Referências bibliográficas	52
Anexo 1: Tabelas fitossociológicas para os dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	62
Anexo 1- A: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C01 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	62
Anexo 1- B: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C02 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	64
Anexo 1- C: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C03 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	66
Anexo 1- D: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C04 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	68
Anexo 1- E: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C05 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	70
Anexo 1- F: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C06 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	72
Anexo 1- G: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C07 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	74

Anexo 1- H: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C08 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	76
Anexo 1- I: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C09 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	78
Anexo 1- J: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C10 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	80
Anexo 2: Variáveis ambientais utilizadas nas análises.....	82
Anexo 2 A: Variáveis ambientais e suas respectivas siglas e unidades de medida.....	82
Anexo 2 B: Valores das variáveis ambientais em cada uma das 100 parcelas amostradas para os capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	83
Anexo 3: Valores dos testes de comparação de médias entre os dez capões de floresta nebular estudados.....	87
Anexo 3- A: Valores dos testes de comparação de altitude dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	87
Anexo 3- B: Valores dos testes de comparação de pH dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	88
Anexo 3- C: Valores dos testes de comparação de fósforo (P) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	89
Anexo 3- D: Valores dos testes de comparação de potássio (K) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	90
Anexo 3- E: Valores dos testes de comparação de cálcio (Ca) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	91
Anexo 3- F: Valores dos testes de comparação magnésio (Mg) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	92
Anexo 3- G: Valores dos testes de comparação alumínio (Al) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	93
Anexo 3- H: Valores dos testes de comparação acidez total (H+Al) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	94
Anexo 3- I: Valores dos testes de comparação soma de bases (SB) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	95
Anexo 3- J: Valores dos testes de comparação de capacidade de troca catiônica efetiva (CTC(t)) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	96
Anexo 3- K: Valores dos testes de comparação de capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC(T)) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	97
Anexo 3- L: Valores dos testes de comparação saturação por bases (V) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	98

Anexo 3- M: Valores dos testes de comparação de saturação por alumínio(m) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	99
Anexo 3- N: Valores dos testes de comparação de matéria orgânica(MO) dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.	100
Anexo 3- O: Valores dos testes de comparação de argila dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	101
Anexo 3- P: Valores dos testes de comparação de silte dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	102
Anexo 3- Q: Valores dos testes de comparação de areia dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.....	103

Resumo

As florestas nebulares tropicais montanas ocorrem ao longo da região tropical do planeta, geralmente associadas a ambientes de montanhas. São caracterizadas principalmente pela imersão frequente em camadas de nuvens. Apresentam um conjunto de características que as distinguem das demais florestas tropicais úmidas, como menor altura do dossel, alta densidade e grande biomassa de epífitas. Os mecanismos responsáveis por essas características ainda não são totalmente conhecidos. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a comunidade arbórea e sua relação com variáveis ambientais em dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Em cada capão foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10m x 20m, onde foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15,5cm. Em cada parcela foram coletadas amostras de solo para análise química e física. No total foram encontrados 4673 indivíduos, representando 89 espécies. Os capões mostraram uma composição florística e estrutura relativamente homogêneas. Apesar de existir heterogeneidade ambiental entre os capões, essa variação não foi refletida em sua comunidade arbórea. Os capões de floresta nebulosa do Parque Estadual da Serra do Papagaio apresentam grande importância para a conservação da biodiversidade, por abrigarem importantes populações de espécies ameaçadas de extinção.

Palavras-chave: fitossociologia, Floresta Atlântica, Floresta Ombrófila Densa Altomontana, Serra da Mantiqueira

Abstract

Tropical montane cloud forests occur along the tropical regions of the world, usually associated with mountainous areas. They are characterized principally by frequent cloud immersion. They show a group of characteristics that distinguish them from other tropical moist forests, like small canopy height, high density of stems and high epiphytic biomass. The drivers that cause these characteristics are still not entirely known. This work aims to characterize tree community and relations to environmental variables in ten cloud forests patches on Serra do Papagaio State Park, Minas Gerais, Brazil. In each patch, ten plots of 10m x 20m were random allocated, where all trees with circumference at breast height equal or greater than 15,5cm were sampled. In each plot, surface soil samples were collected to chemical and physical analysis. 4673 trees, representing 89 species, were sampled. The forest patches showed a fairly homogeneous composition and structure. Although there is environmental heterogeneity between forest patches, this variation was not related to their tree community. Cloud forest patches of Serra do Papagaio State Park have a great importance to biodiversity conservation for harbor important populations of endangered species.

Keywords: Atlantic Forest, phytosociology, Serra da Mantiqueira, Upper Montane Rain Forest

Introdução geral

A Floresta Atlântica é considerada um dos *hotspots* de biodiversidade mundiais, devido a sua alta diversidade biológica e à grande pressão de atividades antrópicas (MYERS *et al.*, 2000). No que diz respeito à flora, são conhecidas entre 15.700 a 17.800 espécies (BFG, 2015; STEHMANN *et al.*, 2009), o que corresponde a 5% da flora mundial, das quais 45% são endêmicas (STEHMANN *et al.*, 2009). Ela se estende ao longo do litoral brasileiro até uma faixa de cerca de 700 km para o interior do continente, atingindo áreas na Argentina e no Paraguai (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000). É composta por florestas ombrófilas, florestas semidecíduas e florestas mistas, além de uma diversidade de ecossistemas associados ou habitats marginais (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; SCARANO, 2002). A área original da Floresta Atlântica é estimada em cerca de 1,3 milhão de km² (MORELLATO e HADDAD, 2000). Atualmente, restam apenas cerca de 11% de sua vegetação original (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Em regiões onde as condições ambientais são mais severas, a vegetação florestal de grande porte típica da Floresta Atlântica pode dar lugar a outras fitofisionomias com aspectos únicos, denominadas habitats marginais da Floresta Atlântica (SCARANO *et al.*, 2001; SCARANO, 2002). Nesses habitats marginais, as plantas podem apresentar diferentes estratégias de colonização e respostas ecofisiológicas às condições ambientais limitantes (SCARANO *et al.*, 2001; DUARTE *et al.*, 2005; SCARANO *et al.*, 2005). Embora apresentem menor riqueza quando comparados à área *core* da Floresta Atlântica, os habitats marginais são de extrema importância para a conservação e abrigam cerca de 45% das espécies endêmicas do domínio (NEVES *et al.*, 2017).

Alguns desses habitats marginais ocorrem associados à presença de cadeias montanhosas. Nas regiões tropicais, as montanhas são responsáveis por apresentar condições ambientais diferenciadas das regiões mais baixas adjacentes (CHAVERRI-POLINI, 1998). Devido a sua grande heterogeneidade espacial e ambiental, as montanhas tropicais podem apresentar grande diversidade de ecossistemas e alta diversidade biológica, sobretudo com relação à flora (MARTINELLI, 2007). São de grande importância para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Estima-se que cerca de 10% da população mundial dependa diretamente dos recursos naturais de regiões montanhosas para sua sobrevivência enquanto cerca de 50% da população se beneficia indiretamente dos serviços ambientais providos pelas montanhas, principalmente como fonte de recursos hídricos (PRICE, 1998).

As montanhas tropicais apresentam uma grande diversidade de ambientes e formações vegetacionais (CHAVERRI-POLINI, 1998). Dentre essas formações estão as florestas de altitude. No domínio da Floresta Atlântica, as florestas de altitude podem ser consideradas um hábitat marginal, pois a ocorrência de baixas temperaturas seria um fator limitante para o estabelecimento da vegetação arbórea nessas regiões (SCARANO, 2009; NEVES *et al.*, 2017). No Brasil, são denominadas de Florestas Ombrófilas Densas Altomontanas, ocorrendo em altitudes superiores a 1000m (IBGE, 2012).

As florestas altomontanas muitas vezes ocorrem associadas à maior frequência de nuvens e neblina, sendo por isso popularmente conhecidas como florestas nebulares (IBGE, 2012). Recebem diversas denominações em diferentes regiões do mundo (HAMILTON *et al.*, 1995) mas vem crescendo a utilização do termo florestas nebulares tropicais montanas ("*tropical montane cloud forests*" – TMCFs) na literatura científica (HAMILTON *et al.*, 1995; BRUIJNZEEL *et al.*, 2010), aqui referidas como florestas nebulares.

Em nível global, as florestas nebulares ocorrem em uma ampla faixa de condições ambientais e diferentes regimes climáticos (HAMILTON *et al.*, 1995). São caracterizadas principalmente pela frequente cobertura de nuvens ao nível da vegetação (HAMILTON *et al.*, 1995; FAHEY *et al.*, 2016). A imersão em camadas de nuvens afeta a interação da vegetação com a atmosfera, reduzindo a radiação incidente, diminuindo a evapotranspiração e aumentando interceptação de umidade pelo dossel (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; APARECIDO *et al.*, 2018). O contato direto com a camada de nuvens causa a condensação do vapor de água em um processo conhecido por precipitação horizontal (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995). As plantas podem também absorver a umidade diretamente pela superfície foliar e inclusive transportar a água adquirida dessa forma para o tronco e raízes, diminuindo os efeitos do déficit hídrico no solo (ELLER *et al.*, 2013).

As florestas nebulares geralmente apresentam um conjunto de características que as distiguem de outros tipos de florestas tropicais: dossel mais baixo; ramos tortuosos; maior frequência de perfilhamento; árvores de folhas pequenas e espessas; alta razão diâmetro/altura; alta densidade de indivíduos; muitas clareiras; abundância de samambaias arborescentes; grande biomassa de epífitas; poucas lianas; espessa camada orgânica sobre o solo; solo constantemente úmido (HAMILTON *et al.*, 1995; FAHEY *et al.*, 2016). A baixa altura do dossel é um dos aspectos mais conhecidos das florestas nebulares. O dossel pode chegar a ter menos de 5m de altura, situação que caracteriza as chamadas nanoflorestas (OLIVEIRA-FILHO,

2009). No entanto, a altura do dossel pode variar bastante, chegando a ultrapassar 20m (SCATENA *et al.*, 2010).

Mesmo ao longo de uma única cadeia de montanhas, a estrutura das florestas nebulares pode variar. SCATENA *et al.* (2010) descrevem três tipos principais de florestas nebulares que podem ser reconhecidos à medida que a altitude aumenta em uma mesma paisagem: a floresta nebulosa baixomontana (“*lower montane cloud forest*”) apresenta dossel um pouco mais baixo que as florestas ombrófilas adjacentes e muitas vezes se confunde com essas em regiões de transição; acima da floresta nebulosa baixomontana pode-se encontrar uma formação florestal com dossel mais baixo e com maior quantidade de epífitas vasculares e avasculares, a floresta nebulosa altomontana (“*upper montane cloud forest*”); em alguns casos, em regiões ainda mais altas pode-se desenvolver as florestas nebulares sub-alpinas (“*sub-alpine cloud forests*”), com dossel ainda mais baixo, reduzida ocorrência de epífitas vasculares mas alta ocorrência de epífitas avasculares.

Muitos fatores já foram propostos para explicar a ocorrência das características típicas das florestas nebulares. Efeitos diretamente relacionados à imersão na camada de nuvens, como a redução da radiação solar incidente, redução da evapotranspiração, precipitação horizontal, são considerados como alguns dos mais importantes (FAHEY *et al.*, 2016; APARECIDO *et al.*, 2018). Outros efeitos relacionados à imersão em nuvens, como a grande densidade de epífitas e os solos constantemente úmidos também são considerados importantes (FAHEY *et al.*, 2016).

A limitação na disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, é outro fator tido como importante para explicar a estrutura das florestas nebulares (TANNER *et al.* 1998). Essa hipótese tem sido suportada por estudos de fertilização, que mostraram uma resposta dessa vegetação ao incremento de nitrogênio (FISHER *et al.*, 2013). No entanto, outros estudos mostraram que as florestas nebulares podem apresentar concentrações de nutrientes mais altas do que as florestas em regiões mais baixas (ROMAN *et al.*, 2010). Dessa forma, a limitação de nutrientes observada pode ser devido a limitações na aquisição dos nutrientes pelas plantas, mais do que pela quantidade de nutrientes disponíveis no solo (ROMAN *et al.*, 2010).

As florestas nebulares permaneceram relativamente protegidas durante muito tempo, devido a sua posição em locais de difícil acesso na paisagem (SCATENA *et al.*, 2010). No entanto, devido a expansão das atividades humanas, essa proteção vem diminuindo e hoje as florestas nebulares estão entre um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo (SCATENA *et*

al., 2010). Desmatamento, conversão para terras agricultáveis e pastagens, sobreexploração de recursos florestais, invasões biológicas e construção de estradas estão entre as principais ameaças às florestas nebulares (SCATENA *et al.*, 2010).

As mudanças globais têm potencial para alterar significativamente as condições ambientais típicas das montanhas (CATALAN *et al.*, 2017). Para as florestas nebulares são especialmente importantes as mudanças que afetam os padrões de formação de nuvens, precipitação e temperatura, duração das estações secas e intensidade de tempestades (FOSTER, 2001; MARTIN e BELLINGHAM, 2016). As consequências das mudanças globais sobre as florestas nebulares podem incluir perda de biodiversidade, mudanças nas faixas altitudinais das espécies, diminuição das epífitas, extinção de espécies animais e, possivelmente, morte da floresta (FOSTER, 2001).

Devido a complexidade dos fatores envolvendo as mudanças globais, novas estratégias de conservação dos ambientes de montanhas precisam ser pensadas e colocadas em prática (CATALAN *et al.*, 2017). Para isso, é preciso conhecer melhor os padrões atuais de composição e estrutura das florestas nebulares. Embora as informações disponíveis sobre essas florestas venham aumentando nas últimas décadas (HAMILTON *et al.*, 1995; BRUIJNZEEL *et al.*, 2010), faltam informações importantes sobre a estrutura, composição e processos ecológicos em muitas regiões (BERTONCELLO *et al.*, 2011; APARECIDO *et al.*, 2018).

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, as florestas nebulares ocorrem principalmente nas altitudes elevadas da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira (FALKENBERG e VOLTOLINI, 1995; BERTONCELLO *et al.*, 2011). Uma importante unidade de conservação na Serra da Mantiqueira, ainda pouco conhecida, é o Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP), localizado ao sul do estado de Minas Gerais (para maiores informações, veja a seção Metodologia Geral). No PESP, as florestas nebulares comumente são encontradas como manchas florestais mais ou menos isoladas em uma matriz de campos de altitude e afloramentos rochosos. Essas manchas são conhecidas por capões de mata. O termo capão se refere a “ilhas” de floresta, que se desenvolvem em uma matriz de campos nativos (MEGURO *et al.*, 1996). Não devem ser confundidos com fragmentos florestais, que são produtos do desmatamento que leva à conversão de florestas contínuas em remanescentes isolados em uma matriz não florestal (TURNNER, 1996).

Embora a região da Serra do Papagaio seja uma unidade de conservação há quase 30 anos, sua vegetação ainda é pouco conhecida e estudos sistemáticos só foram iniciados há cerca de uma década, com a implantação do plano de manejo do parque (IEF, 2009). Existem

ainda poucos trabalhos sobre a flora do parque, que tratam principalmente da flora de suas Florestas Ombrófilas Mistas (SANTIAGO, 2014; SANTANA, 2016) e campos de altitude (MENDONÇA, 2017), da comunidade de epífitas (FURTADO e MENINI NETO, 2015; FURTADO e MENINI NETO, 2016) e monografias de famílias específicas (PEREIRA *et al.*, 2013; CABRAL *et al.*, 2016). O presente trabalho é o primeiro a tratar da estrutura e composição da comunidade arbórea das florestas nebulares do PESP.

Objetivos

Objetivo geral

- Caracterizar a estrutura e composição da comunidade arbórea dos capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais Brasil.

Objetivos específicos:

- Caracterizar a estrutura da comunidade arbórea de dez capões de floresta nebular no PESP, através de parâmetros fitossociológicos.
- Investigar a heterogeneidade florística entre os dez capões de floresta nebular no PESP.
- Investigar a relação entre características do solo e altitude e a variação florística entre os dez capões de floresta nebular no PESP.

Metodologia Geral

Área de estudo

Histórico e Localização

O Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP) foi criado em 1998 pelo decreto nº 39.793/98, recategorizando a Área de Proteção Ambiental do Papagaio, criada em 1990 (IEF, 2009). O PESP protege uma área total de 22.917 ha no Domínio da Floresta Atlântica no sul do estado de Minas Gerais, Brasil (IEF, 2009). Sua sede está localizada na coordenada 22°07'24.26''S, 44°44'51.15''O. Abrange parte dos municípios de Aiuruoca, Alagoa, Baependi, Itamonte e Pouso Alto (Figura 1), todos no estado de Minas Gerais. O PESP está inserido na bacia do Rio Grande, abriga diversas nascentes e contribui para a formação das sub-bacias dos rios Aiuruoca, Baependi e Verde (IEF, 2009).

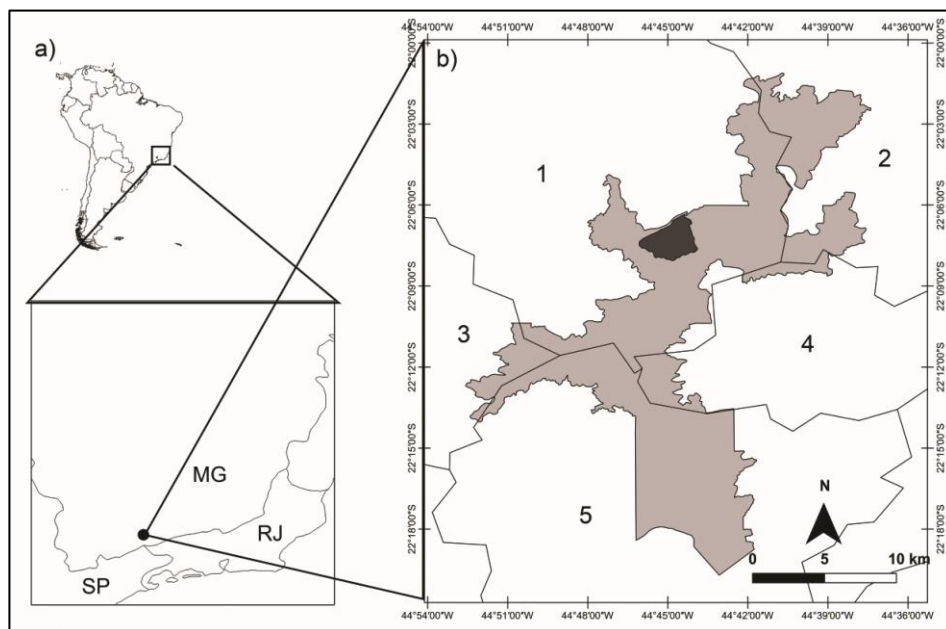


Figura 1: Localização do Parque Estadual da Serra do Papagaio no sul de Minas Gerais. Os números correspondem aos municípios: 1-Baependi, 2- Aiuruoca, 3- Pouso Alto, 4-Alagoa, 5- Itamonte. A área sombreada em cinza claro corresponde à área total do PESP e a área sombreada em cinza escuro corresponde à região do Chapadão. Fonte: modificado de IBGE.

O PESP está inserido na Área de Proteção Ambiental da Serra Mantiqueira considerada uma das áreas mais insubstituíveis para a conservação da biodiversidade no mundo (LE SAOUT *et al.*, 2013). Ao sul, o PESP faz divisa com o Parque Nacional do Itatiaia e ambos protegem um dos maiores fragmentos de vegetação nativa da Mantiqueira (IEF, 2009). Faz parte ainda dos Corredores Ecológicos da Serra do Mar (AGUIAR *et al.*, 2005) e da Mantiqueira (COSTA e HERMANN, 2006) e integra o Mosaico de Unidades de Conservação da Mantiqueira (ICMBIO, 2018).

Na porção central do PESP está localizada a região localmente conhecida como “Chapadão”, alvo do presente estudo. Faz parte da antiga fazenda Santa Rita, atual sede do PESP e está inserida no município de Baependi, na coordenada 22°27’25”S, 44°44’54”O. Possui uma área de aproximadamente 664 ha e abriga diversas nascentes contribuintes da sub-bacia do rio Baependi (IEF, 2009) (Figura 1). Segundo informações de moradores locais, a Fazenda Santa Rita foi local de extração de madeira para a produção de carvão até a década de 1970. Porém, o Chapadão não teria sido atingido por essas atividades, devido a sua localização de difícil acesso. Dessa forma, a vegetação do Chapadão teria permanecido relativamente protegida. No entanto, havia a presença de gado na região, que poderia ter afetado principalmente a vegetação campestre, com menor impacto na vegetação florestal. Atualmente, o maior impacto provém da ocorrência de incêndios, geralmente originários em áreas particulares no entorno do PESP ou de forma criminosa no interior do mesmo.

Clima, relevo e solos

O clima da região é do tipo Cwb (tropical de altitude) segundo a classificação de Köppen, com invernos frios e secos e verões quentes e chuvosos (ALVARES *et al.*, 2013). Existe uma sazonalidade da chuva na região, com 80% da chuva concentrada no período de outubro a março, porém não há a ocorrência de meses totalmente secos (IEF, 2009). A precipitação média anual ultrapassa 1500 mm e a temperatura pode variar de 0°C a 10°C no inverno, com a ocorrência de geadas, a até 30°C nos dias mais quentes do verão (IEF, 2009).

A altitude média do PESP é de 1744 metros, com a máxima no Pico do Garrafão (também conhecido como Pico de Santo Agostinho) a 2359 metros (IEF, 2009). O relevo é fortemente ondulado, com declividade média de cerca de 40% e grandes áreas com declividade acima de 75% (IEF, 2009). A região do Chapadão é caracterizada por vales suspensos entre 1800 e 2000 metros de altitude, com encostas suave-onduladas a onduladas (declividade variando entre 3 a 20%)(IEF, 2009).

Na região do Chapadão afloram rochas pertencentes principalmente ao litotipo granada muscovita xisto da Unidade Arantina (KWAMME, 2015). Ocorrem neossolos litólicos, com baixos valores de carbono orgânico total (IEF, 2009). Onde o relevo permite o maior acúmulo de matéria orgânica e umidade, desenvolvem-se cambissolos húmicos e hísticos, com altos teores de alumínio (IEF, 2009).

Vegetação

O PESP está inserido no Domínio da Floresta Atlântica e sua vegetação é composta principalmente por áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana e Altomontana, entremeadas

por vegetação campestre (campos de altitude, campos hidromórficos e vegetação rupestre). Abriga ainda pequenas áreas de Floresta Estacional Semidecidual e importantes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (IEF, 2009).

No Chapadão, predominam os campos de altitude e capões de florestas nebulares (Floresta Ombrófila Densa Altomontana *sensu* IBGE, 2012) (Figura 2). A distribuição dos tipos vegetacionais está intimamente relacionada ao relevo e solos, com os campos de altitude ocorrendo sobre neossolos litólicos e as florestas nebulares ocorrendo em manchas de cambissolos húmicos e hísticos ao longo de pequenos vales, geralmente associados à presença de riachos e nascentes (IEF, 2009). Os capões de floresta nebulares encontram-se com diferentes graus de isolamento entre si, sendo alguns conectados pelo mesmo corpo d'água. Os capões foram considerados como manchas diferentes quando não havia uma conexão formada por vegetação tipicamente florestal entre eles.

Amostragem e coleta de dados

Os capões de floresta nebulares da região do chapadão foram mapeadas com a ajuda de imagens de satélite e incursões a campo. Foram sorteados dez capões com área igual ou superior a 2 ha cada (Figura 3). Em cada capão foram alocadas, de forma aleatória, dez parcelas permanentes de 10m X 20m, totalizando 0,2 ha por capão e 2 ha no total. As parcelas foram georreferenciadas e sua altitude aferida com a utilização de aparelho GPS com bússola e altímetro digital.



Figura 2: Capões de floresta nebular na região do Chapadão, Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. A) Capões de floresta nebular em uma matriz de campos de altitude; B) Vista externa de um dos capões; C) Vista interna de um dos capões, mostrando a grande abundância de epífitas; D) Formação de nuvens ao nível do solo; E) Interior de um dos capões, mostrando o dossel imerso em nuvens. Fotos: J.H.C.Ribeiro

A coleta de dados em campo foi feita em incursões mensais entre setembro de 2014 e abril de 2016. Em cada parcela, todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 15,5 cm foram amostradas, sendo identificadas com placas de alumínio numeradas. Cada tronco teve sua circunferência medida à altura do peito (1,3m do solo) e sua altura total estimada pela comparação com a altura da haste do podão. Para a identificação das espécies, materiais botânicos foram coletados e processados segundo as técnicas usuais (IBGE, 2012). O material botânico fértil foi depositado no Herbário Leopoldo Krieger (CESJ) (acrônimo segundo THIERS, 2018) e o material estéril, na coleção do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Juiz de Fora. A identificação das espécies foi realizada com ajuda de literatura especializada, consulta a especialistas e comparação com o acervo do herbário CESJ. Os nomes das espécies e sinônimas botânicas foram conferidos por consultas aos bancos de dados BFG (2015) e IPNI (2017). A classificação das famílias botânicas seguiu APG IV (2016) e PPG-I(2016)

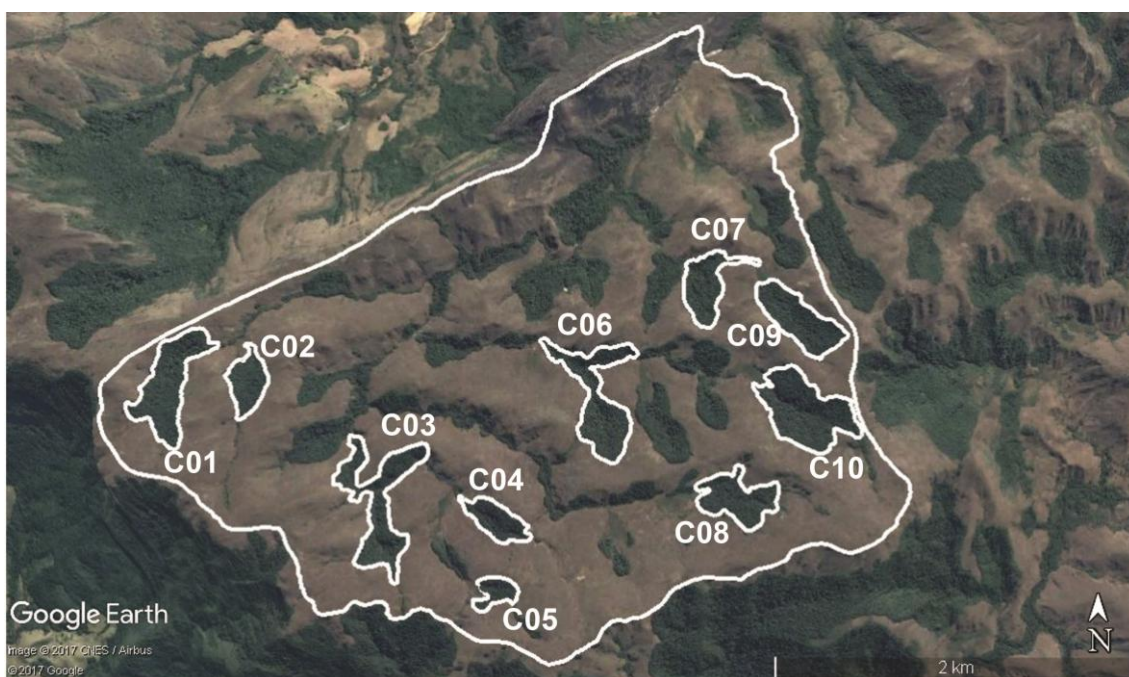


Figura 3: Região do Chapadão e capões de floresta nebulosa selecionados para o estudo no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Fonte: modificado de Google Earth®

Capítulo 1: Composição, estrutura e diversidade da comunidade arbórea em capões de floresta nebular tropical montana no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil*

Resumo

Florestas nebulares tropicais montanas são encontradas em montanhas tropicais e caracterizadas principalmente pela imersão frequente em nuvens ao nível do solo, o que influencia sua estrutura. O presente estudo teve por objetivo caracterizar pela primeira vez as florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil, e testar a hipótese de que áreas de floresta nebular podem ser altamente heterogêneas ao comparar a composição de espécies arbóreas e os parâmetros estruturais de 10 capões de floresta nebular. Em cada capão foram alocadas de forma aleatória 10 parcelas permanentes de 10m x 20m e todas as árvores com circunferência à altura do peito ≥ 15.5 foram amostradas. Parâmetros fitossociológicos das espécies foram avaliados para cada capão e diferenças na densidade, área basal, riqueza e composição de espécies foram testadas. No total, 4673 indivíduos, representando 89 espécies, foram encontrados. Não houve diferença significativa na densidade, área basal e riqueza de espécies entre os capões. Apenas uma pequena diferença na composição de espécies foi encontrada. Os resultados mostram que as florestas nebulares do Parque Estadual da Serra do Papagaio são similares em estrutura e composição com outras florestas nebulares, especialmente as floresta nebulares altomontanas do sudeste do Brasil. A hipótese testada não foi suportada e as florestas nebulares estudadas foram mais homogêneas do que o esperado. As florestas nebulares do Parque Estadual da Serra do Papagaio são de particular interesse para a conservação por conter importantes populações de espécies arbóreas ameaçadas de extinção.

Palavras-chave: fitossociologia, floresta altomontana, Floresta Atlântica, floresta nebular, Serra da Mantiqueira

Abstract

Tropical montane cloud forests (TMCFs) are found on tropical mountains and are characterised principally by frequent immersion in ground-level clouds that influence their structure. This study aimed to characterise for the first time the TMCFs in Serra do Papagaio State Park, Minas Gerais State, Southeastern Brazil, and to test the hypothesis that TMCF areas can be highly heterogeneous by comparing the tree species composition and structural parameters of 10 TMCF patches in the studied landscape. In each patch, 10 permanent plots of 10 x 20 m were randomly placed, and all trees with a circumference ≥ 15.5 cm at breast height were sampled. Phytosociological parameters of species were evaluated for each patch, and differences in stem density, basal area, species richness and composition were tested. In total, 4,673 individuals, representing 89 species, were found. There were no significant differences in density, basal area, and species richness among the forest patches. Only a small difference in species composition was found. Results show that TMCFs of Serra do Papagaio State Park are similar in structure and composition to other TMCFs, especially upper montane cloud forests of Southeast Brazil. The hypothesis tested was not supported, and the TMCFs studied were more homogeneous than expected. TMCFs of Serra do Papagaio State Park are of particular interest for conservation because they contain an important population of threatened tree species.

Keywords: Atlantic Forest, cloud forest, phytosociology, Serra da Mantiqueira, upper montane cloud forest

Introdução

Montanhas tropicais são de grande importância para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais (PRATT e PRESTON, 1998; PRICE, 1998). Essas áreas podem apresentar características únicas e diferentes das regiões mais baixas adjacentes (CHAVERRI-POLINI, 1998). Possuem grande diversidade biológica, especialmente em espécies de plantas, com alta ocorrência de endemismos (UNEP/CBD/AHTEG-MB, 2003; MARTINELLI, 2007). Também apresentam diversos tipos de ambientes e fitofisionomias, indo desde vegetações abertas a vários tipos de formações florestais (CHAVERRI-POLINI, 1998).

Uma das formações características das montanhas tropicais são as florestas nebulares tropicais montanas, encontradas em regiões onde ocorre frequente imersão em nuvens ao nível do solo (HAMILTON *et al.*, 1995a; FAHEY *et al.*, 2016). A imersão na camada de nuvens pode afetar a estrutura da floresta de diferentes maneiras. Características comuns dessas florestas incluem baixa altura do dossel, alta densidade de troncos e alta densidade de epífitas, mas essas características variam em diferentes regiões, sendo necessários mais estudos para caracterizar as florestas nebulares em nível global (FAHEY *et al.*, 2016).

Florestas nebulares tropicais montanas ocorrem de forma isolada na paisagem (VÁZQUEZ-GÁRCIA, 1995) e tendem a ter uma composição florística e estrutura diferentes das florestas em regiões mais baixas (BERTONCELLO *et al.*, 2011). A transição entre a floresta ombrófila montana para a floresta nebulosa nem sempre é evidente e abrupta, mas com o aumento da altitude as árvores gradualmente se tornam mais baixas, a cobertura de briófitas nos troncos aumenta e começam a ser caracterizadas as florestas nebulares baixomontanas (SCATENA *et al.*, 2010). Florestas nebulares altomontanas são encontradas geralmente acima das florestas nebulares baixomontanas e são caracteristicamente de menor porte (entre 2m a 20m de altura de dossel) e com cobertura de briófitas ainda maior (SCATENA *et al.*, 2010). Em altitudes ainda mais altas, onde as médias de temperatura máxima caem abaixo de 10°C, a floresta nebulosa subalpina pode ser observada, com árvores menores (1,5m a 9m) e menor riqueza de espécies (SCATENA *et al.*, 2010).

Por causa de sua posição em terrenos de difícil acesso em áreas montanhosas, as florestas nebulares permaneceram bem preservadas até uma época mais recente em comparação com outras florestas tropicais. No entanto, essa situação tem mudado recentemente por conta da expansão das atividades humanas para essas áreas. No início da década de 1990, as florestas nebulares já estavam entre os ecossistemas terrestres mais ameaçados (SCATENA *et al.*, 2010). As maiores ameaças para as florestas nebulares são a

conversão para agricultura e pastagens, sobreexploração dos recursos florestais, invasão por espécies exóticas e a construção de estradas (SCATENA *et al.*, 2010). Estudos recentes têm mostrado que essas florestas podem ser severamente afetadas pelas mudanças climáticas globais (MARTIN e BELLINGHAM, 2016). Mudanças nos padrões de formação de nuvens, precipitação e temperatura podem ser especialmente perigosas para as florestas nebulares, mas mudanças em outros aspectos, como aumento das estações secas e intensidade de tempestades, também podem prejudicar severamente essas florestas (FOSTER, 2001). No entanto, as mudanças climáticas podem afetar as florestas nebulares de maneiras diversas em diferentes regiões do globo, tornando necessário que se investigue mais áreas dessa fitofisionomia (MARTIN e BELLINGHAM, 2016).

Para melhor entender as consequências futuras das mudanças climáticas, é importante conhecer os padrões atuais de composição florística e estrutura dessas florestas. As informações disponíveis sobre florestas nebulares vêm aumentando nas últimas décadas (HAMILTON *et al.*, 1995b; BRUIJNZEEL *et al.*, 2010). No entanto, a estrutura, composição e afinidades florísticas de muitas áreas de florestas nebulares ainda são pouco compreendidas e mais investigações nessa fitofisionomia são necessárias (BERTONCELLO *et al.*, 2011).

As florestas nebulares são geralmente muito heterogêneas, mesmo em pequenas áreas. Elas podem apresentar diferenças na riqueza de espécies, composição e parâmetros estruturais (PEREIRA *et al.*, 2006; MEIRELES *et al.*, 2008; MEIRELES e SHEPHERD, 2015). Nesse estudo, caracteriza-se pela primeira vez comunidade arbórea das florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Testa-se a hipótese de que florestas nebulares podem ser altamente heterogêneas comparando-se a composição de espécies e parâmetros estruturais de 10 capões de florestas nebulares.

Objetivos

Objetivo geral

Caracterizar a estrutura e composição de capões de florestas nebulares na região do Chapadão no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Objetivos específicos

- Descrever a composição de espécies arbóreas de dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.
- Descrever os parâmetros fitossociológicos dos capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.
- Testar se existem diferenças com relação aos parâmetros estruturais e composição de espécies entre os dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Metodologia

Para detalhes sobre a área de estudo e a metodologia de amostragem, ver Metodologia Geral.

Análise dos dados

Os parâmetros fitossociológicos das espécies foram avaliados de acordo com as fórmulas descritas em KENT e COKER (1992): frequência absoluta (F) e relativa (FR), densidade absoluta (D) e relativa (DR), área basal (utilizada como medida de dominância) absoluta (AB) e relativa (ABR) e valor de importância (VI) calculado como a soma de FR, DR e ABR. Os dados foram apresentados de forma separada para indivíduos vivos e mortos em pé, devido à impossibilidade de identificação das espécies desses últimos.

Histogramas de distribuição de diâmetros para todos os indivíduos vivos e mortos em pé foram construídos. O intervalo de classe foi definido por aproximação da fórmula de Spiegel (FELFILI e RESENDE, 2003), resultando em intervalos de classe de 7cm. Para explorar a estrutura vertical foi construído o histograma para valores de altura de todos os indivíduos vivos com intervalos de classe de 2m. As alturas dos indivíduos mortos em pé não foram consideradas pois, como observado em campo, muitas vezes esses indivíduos se quebram, sendo impossível a estimativa de sua altura real.

O número de indivíduos vivos por parcela foi comparado entre os capões através do teste de Kruskal-Wallis. A área basal por parcela foi comparada entre os capões através de uma Anova unifatorial. A homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Levene e a normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando diferenças significativas foram encontradas aplicou-se, a posteriori, um teste de Tukey (em caso de dados com distribuição normal) ou de Mann-Whitney (para dados sem distribuição normal) para localizar entre quais capões existem diferenças. As análises foram realizadas no software PAST 3.1 (HAMMER, 2011).

Para comparar a riqueza de espécies entre os capões utilizaram-se curvas de rarefação/extrapolação por indivíduos (curvas R/E), de acordo com COLWELL *et al.* (2012) e HSIEH *et al.* (2016a). As curvas foram extrapoladas até o maior valor de densidade em um capão (533 indivíduos). As curvas foram geradas no software R versão 3.4.0 (R CORE TEAM, 2017), usando os pacotes ggplot2 (WICKHAM, 2009) e iNEXT (HSIEH *et al.*, 2016b).

Usualmente, as curvas são comparadas de maneira pontual, tomando por base o valor de abundância da menor amostra (na porção rarefeita da curva) ou o valor do ponto de

estabilização estimado para as curvas (para a porção extrapolada das curvas). Ambos os procedimentos apresentam problemas estatísticos (CAYUELA *et al.*, 2015). Por isso, optou-se por testar a diferença entre as curvas seguindo os procedimentos descritos por CAYUELA *et al.* (2015), utilizando a função `BiogTest.individual` do pacote `rareNMtests` (CAYUELA e GOTELLI, 2014), que avalia a diferença entre as curvas como um todo, e não de maneira pontual.

Diferenças na composição de espécies foram analisadas com base em matrizes de similaridade entre todos os capões, utilizando os índices de similaridade Jaccard (para dados de incidência) e de Bray-Curtis (para dados de abundância). As análises foram realizadas no software PAST 3.1 (HAMMER, 2011). Para testar a similaridade entre os capões foi utilizado o teste de MRPP (“procedimento permutacional multi-resposta”), indicado para casos aonde existem dois ou mais grupos a serem testados (MCCUNE *et al.*, 2002). O teste foi realizado no software R versão 3.4.0 (R CORE TEAM, 2017) utilizando o pacote `vegan` (OKSANEN *et al.*, 2017).

Resultados

Composição florística e estrutura

Considerando toda a amostra, 4673 indivíduos arbóreos vivos e 615 indivíduos mortos em pé foram encontrados, representando 89 táxons distribuídos em 32 famílias e 49 gêneros (Tabela 1). Sessenta e seis táxons foram identificados ao nível de espécie, dez ao nível de gênero, quatro ao nível de família e nove não foram identificados. Myrtaceae foi a família mais rica, com 18 espécies, seguida de Melastomataceae (sete espécies) e Lauraceae (seis espécies). O gênero mais rico foi *Myrcia* (oito espécies), seguido de *Miconia* (cinco espécies) e *Myrceugenia* (quatro espécies).

Quatro espécies são consideradas em perigo de extinção (EN): *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Dicksonia sellowiana* (Pr.) Hook., *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer, e *Myrceugenia* cf. *bracteosa* (DC.) D.Legrand & Kausel (MARTINELLI e MORAES, 2013; CNCFLORA, 2017). Outras duas espécies são consideradas quase ameaçadas (NT): *Weinmannia paulliniifolia* Pohl ex Ser. e *Huberia nettoana* Brade (CNCFLORA, 2017).

A Tabela 1 mostra os parâmetros fitossociológicos de todas as espécies considerando o conjunto de dez capões. As tabelas fitossociológicas de cada capão são mostradas no Anexo 1: Tabelas fitossociológicas para os dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.. As espécies com os maiores valores de importância foram *Myrcia retorta*, *Myrceugenia* cf. *bracteosa*, e *Myrciaria floribunda*, todas pertencentes à família Myrtaceae, e juntas somaram 30% do valor de importância, 29% da densidade e 46% da área basal. Myrtaceae foi a família de maior importância com 18 espécies, quase 50% da densidade e 61% da área basal total.

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos para as 89 espécies encontradas em 10 capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência nas parcelas; NC= número de capões onde a espécie foi amostrada; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Família	Espécie	N	F	NC	D(ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR(%)	ABR(%)	FR(%)	VI	Voucher
Myrtaceae	<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	590	97	10	295	15.389	12.626	30.131	5.886	48.643	J.H.C.Ribeiro 561
Myrtaceae	<i>Myrceugenia cf. bracteosa</i> (DC.) D.Legrand & Kausel	293	83	10	146.5	5.375	6.269	10.523	5.036	21.829	J.H.C.Ribeiro 618
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> O.Berg	460	84	10	230	2.603	9.842	5.097	5.097	20.036	J.H.C.Ribeiro 583
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp1	235	82	10	117.5	3.428	5.028	6.712	4.976	16.715	J.H.C.Ribeiro 559
Melastomataceae	<i>Miconia pusilliflora</i> Naudin	449	79	10	224.5	1.006	9.606	1.971	4.794	16.371	J.H.C.Ribeiro582
Myrtaceae	<i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk	211	68	10	105.5	2.649	4.514	5.186	4.126	13.826	K. Antunes 596
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> DC.	285	84	10	142.5	1.145	6.098	2.242	5.097	13.437	L. D. Santana 21
Myrtaceae	<i>Siphoneugena crassifolia</i> (DC.) Proença & Sobral	170	70	10	85	1.115	3.637	2.184	4.248	10.069	J.H.C.Ribeiro584
Malpighiaceae	<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A.Juss.	127	57	10	63.5	1.633	2.717	3.197	3.459	9.373	J.H.C.Ribeiro 562
Rubiaceae	<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	199	69	10	99.5	0.470	4.258	0.920	4.187	9.364	J.H.C.Ribeiro 644
Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i> Mez	103	55	10	51.5	1.508	2.204	2.953	3.337	8.494	J.H.C.Ribeiro 599
Rubiaceae	<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	139	56	10	69.5	0.811	2.974	1.589	3.398	7.961	J.H.C.Ribeiro 619
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	87	44	10	43.5	1.297	1.861	2.539	2.670	7.070	J.H.C.Ribeiro 523

Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp1	79	40	10	39.5	1.263	1.690	2.472	2.427	6.590	J.H.C.Ribeiro 620
Primulaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	94	43	10	47	0.876	2.011	1.715	2.609	6.335	J.H.C.Ribeiro 607
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i> Sond. ex O.Berg	95	33	8	47.5	1.088	2.033	2.131	2.002	6.166	J.H.C.Ribeiro 621
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	61	35	10	30.5	0.952	1.305	1.864	2.124	5.293	J.H.C.Ribeiro 567
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	71	48	10	35.5	0.303	1.519	0.593	2.913	5.024	J.H.C.Ribeiro 622
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	74	38	10	37	0.318	1.583	0.622	2.306	4.511	J.H.C.Ribeiro 605
Lauraceae	Lauraceae sp1	56	33	10	28	0.554	1.198	1.084	2.002	4.285	J.H.C.Ribeiro 560
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	65	30	8	32.5	0.446	1.391	0.873	1.820	4.084	J.H.C.Ribeiro579
Lauraceae	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart.	42	22	8	21	0.658	0.899	1.289	1.335	3.523	J.H.C.Ribeiro 597
Myrtaceae	<i>Myrcia venulosa</i> DC.	45	27	8	22.5	0.224	0.963	0.439	1.638	3.040	J.H.C.Ribeiro 563
Symplocaceae	<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	38	26	9	19	0.288	0.813	0.565	1.578	2.955	J.H.C.Ribeiro 598
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	11	11	3	5.5	1.021	0.235	1.998	0.667	2.901	L.D.Santana 96
Myrtaceae	<i>Myrceugenia regnelliana</i> (O.Berg) D.Legrand & Kausel	73	16	6	36.5	0.164	1.562	0.320	0.971	2.853	J.H.C.Ribeiro581
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	38	20	7	19	0.360	0.813	0.706	1.214	2.732	J.H.C.Ribeiro 580
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	48	23	8	24	0.147	1.027	0.288	1.396	2.710	J.H.C.Ribeiro 596
Myrtaceae	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	33	21	9	16.5	0.251	0.706	0.492	1.274	2.472	J.H.C.Ribeiro 603

Myrtaceae	<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	51	7	4	25.5	0.424	1.091	0.830	0.425	2.345	J.H.C.Ribeiro 565
Monimiaceae	<i>Macropeplus dentatus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto	31	18	9	15.5	0.230	0.663	0.451	1.092	2.207	J.H.C.Ribeiro 623
Asteraceae	<i>Vernonanthura discolor</i> (Less.) H.Rob.	21	19	9	10.5	0.411	0.449	0.804	1.153	2.406	J.H.C.Ribeiro 624
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	17	15	8	8.5	0.244	0.364	0.477	0.910	1.751	J.H.C.Ribeiro 604
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	12	11	6	6	0.405	0.257	0.794	0.667	1.718	J.H.C.Ribeiro 606
Euphorbiaceae	<i>Croton alchorneicarpus</i> Croizat	19	13	6	9.5	0.089	0.407	0.175	0.789	1.371	J.H.C.Ribeiro 625
Araliaceae	<i>Schefflera</i> cf. <i>calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	20	8	4	10	0.198	0.428	0.387	0.485	1.301	J.H.C.Ribeiro 564
Melastomataceae	<i>Miconia buddlejoides</i> Triana	15	11	7	7.5	0.044	0.321	0.085	0.667	1.074	J.H.C.Ribeiro 643
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	6	6	4	3	0.242	0.128	0.473	0.364	0.966	J.H.C.Ribeiro 595
Symplocaceae	<i>Symplocos insignis</i> Brand	12	8	4	6	0.074	0.257	0.144	0.485	0.886	J.H.C.Ribeiro 639
Melastomataceae	<i>Leandra carassana</i> Cogn.	13	8	4	6.5	0.059	0.278	0.115	0.485	0.879	J.H.C.Ribeiro 644
Myrtaceae	<i>Myrceugenia rufescens</i> (DC.) D.Legrand & Kausel	9	7	4	4.5	0.110	0.193	0.216	0.425	0.833	J.H.C.Ribeiro 608
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	8	7	3	4	0.105	0.171	0.206	0.425	0.802	J.H.C.Ribeiro 640
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	8	6	2	4	0.133	0.171	0.261	0.364	0.796	J.H.C.Ribeiro 600
Monimiaceae	<i>Mollinedia</i> sp1.	9	8	4	4.5	0.051	0.193	0.100	0.485	0.778	J.H.C.Ribeiro 601
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.)	7	7	4	3.5	0.012	0.150	0.023	0.425	0.598	J.H.C.Ribeiro

	Müll.Arg.										610
Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp1	6	5	4	3	0.042	0.128	0.083	0.303	0.515	J.H.C.Ribeiro 594
Indeterminada	Indeterminada 1	10	3	2	5	0.059	0.214	0.115	0.182	0.511	J.H.C.Ribeiro 566
Annonaceae	<i>Annona</i> sp1	13	3	3	6.5	0.023	0.278	0.045	0.182	0.506	J.H.C.Ribeiro 576
Melastomataceae	<i>Miconia latecrenata</i> Naudin	9	4	3	4.5	0.027	0.193	0.052	0.243	0.488	J.H.C.Ribeiro 634
Symplocaceae	<i>Symplocos falcata</i> Brand	9	4	3	4.5	0.026	0.193	0.052	0.243	0.487	J.H.C.Ribeiro 635
Melastomataceae	<i>Huberia nettoana</i> Brade	7	4	4	3.5	0.038	0.150	0.074	0.243	0.467	J.H.C.Ribeiro 611
Theaceae	<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	5	5	5	2.5	0.027	0.107	0.052	0.303	0.463	J.H.C.Ribeiro 578
Melastomataceae	<i>Miconia acutifolia</i> Ule	11	3	2	5.5	0.022	0.235	0.043	0.182	0.460	J.H.C.Ribeiro 609
Ochnaceae	<i>Ouratea</i> sp2	5	5	3	2.5	0.013	0.107	0.026	0.303	0.436	J.H.C.Ribeiro 636
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	5	5	3	2.5	0.011	0.107	0.022	0.303	0.433	J.H.C.Ribeiro 593
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	5	3	3	2.5	0.061	0.107	0.120	0.182	0.409	J.H.C.Ribeiro 568
Primulaceae	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	6	4	2	3	0.017	0.128	0.032	0.243	0.404	J.H.C.Ribeiro 615
Indeterminada	Indeterminada 9	5	4	3	2.5	0.020	0.107	0.039	0.243	0.389	J.H.C.Ribeiro585
Cunoniaceae	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	3	2	2	1.5	0.095	0.064	0.186	0.121	0.372	J.H.C.Ribeiro 569
Indeterminada	Indeterminada 2	2	2	1	1	0.104	0.043	0.204	0.121	0.368	J.H.C.Ribeiro 637
Celastraceae	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	4	3	3	2	0.042	0.086	0.081	0.182	0.349	J.H.C.Ribeiro

												642
Indeterminada	Indeterminada 3	3	3	2	1.5	0.010	0.064	0.021	0.182	0.267	J.H.C.Ribeiro	641
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	3	2	2	1.5	0.041	0.064	0.081	0.121	0.267	J.H.C.Ribeiro	638
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp2	2	2	1	1	0.050	0.043	0.098	0.121	0.262	J.H.C.Ribeiro	612
Solanaceae	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	3	3	2	1.5	0.005	0.064	0.010	0.182	0.256	J.H.C.Ribeiro	633
Indeterminada	Indeterminada 8	2	2	2	1	0.030	0.043	0.058	0.121	0.222	J.H.C.Ribeiro	626
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	2	2	2	1	0.025	0.043	0.050	0.121	0.214	J.H.C.Ribeiro	571
Myrtaceae	<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand	2	1	1	1	0.010	0.043	0.020	0.061	0.123	J.H.C.Ribeiro	632
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp1	1	1	1	0.5	0.019	0.021	0.037	0.061	0.119	J.H.C.Ribeiro	627
Lauraceae	Lauraceae sp2	2	1	1	1	0.007	0.043	0.014	0.061	0.118	J.H.C.Ribeiro	616
Cyatheaceae	<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	1	1	1	0.5	0.014	0.021	0.027	0.061	0.109	J.H.C.Ribeiro	591
Fabaceae	<i>Dalbergia villosa</i> Benth.	1	1	1	0.5	0.012	0.021	0.023	0.061	0.105	J.H.C.Ribeiro	570
Myrtaceae	<i>Myrcia montana</i> Cambess.	1	1	1	0.5	0.007	0.021	0.014	0.061	0.096	J.H.C.Ribeiro	630
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	1	1	1	0.5	0.005	0.021	0.010	0.061	0.092	J.H.C.Ribeiro	617
Indeterminada	Indeterminada 5	1	1	1	0.5	0.004	0.021	0.007	0.061	0.089	J.H.C.Ribeiro	586
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> DC.	1	1	1	0.5	0.004	0.021	0.007	0.061	0.089	J.H.C.Ribeiro	592

Indeterminada	Indeterminada 7	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.007	0.061	0.089	J.H.C.Ribeiro 587
Myrtaceae	<i>Myrcia palustris</i> DC.	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.006	0.061	0.088	J.H.C.Ribeiro 613
Solanaceae	<i>Solanum capoeum</i> Dunal	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.006	0.061	0.088	J.H.C.Ribeiro 614
Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp1.	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.006	0.061	0.088	J.H.C.Ribeiro 631
Indeterminada	Indeterminada 4	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.005	0.061	0.087	J.H.C.Ribeiro 572
Myrtaceae	<i>Myrceugenia myrcioides</i> O.Berg	1	1	1	0.5	0.003	0.021	0.005	0.061	0.087	J.H.C.Ribeiro 628
Asteraceae	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.005	0.061	0.087	J.H.C.Ribeiro 629
Vochysiaceae	<i>Vochysia magnifica</i> Warm.	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.005	0.061	0.087	J.H.C.Ribeiro 573
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.004	0.061	0.087	J.H.C.Ribeiro590
Myrtaceae	Myrtaceae sp1	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.003	0.061	0.086	J.H.C.Ribeiro 575
Solanaceae	Solanaceae sp1	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.003	0.061	0.086	J.H.C.Ribeiro 589
Celastraceae	<i>Maytenus</i> sp2	1	1	1	0.5	0.002	0.021	0.003	0.061	0.085	J.H.C.Ribeiro 588
Indeterminada	Indeterminada 6	1	1	1	0.5	0.001	0.021	0.002	0.061	0.084	J.H.C.Ribeiro 574
	Total	4673	1648		2336.5	51.074	-	-	-	-	
	Mortas	615	97	10	307.5	4.315					

A distribuição apresentou o típico padrão J-reverso, com a maioria dos indivíduos nas menores classes de diâmetro(Figura 4.). A altura média foi de 11,2m, com árvores emergentes chegando ao máximo de 26m(Figura 5).

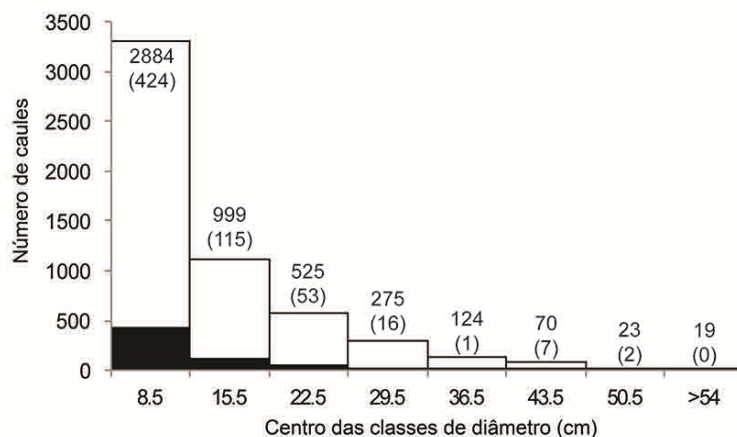


Figura 4: Histograma de classes de diâmetro para árvores com circunferência a altura do peito ≥ 15 cm para os dez capões de floresta nebulosa estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio. Barras brancas representam o número de caules vivos e barras pretas representam o número de caules mortos em pé. Números acima das barras representam os números de caules vivos em cada classe e os números entre parênteses representam o número de caules mortos em pé em cada classe.

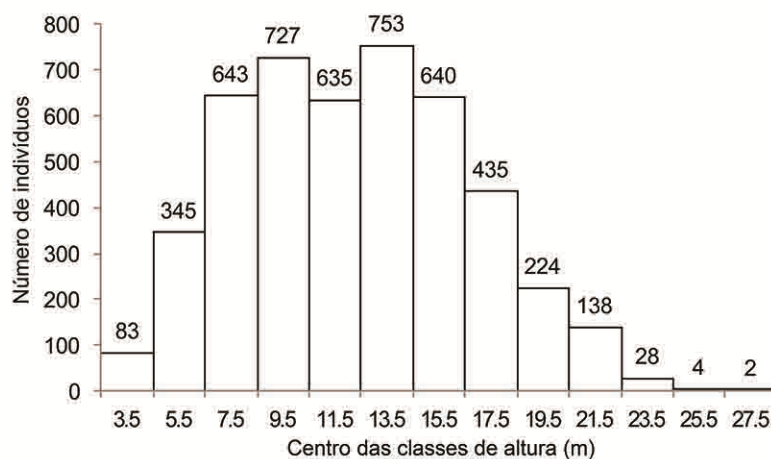


Figura 5: Histograma de classes de altura para árvores com circunferência a altura do peito ≥ 15 cm para os dez capões de floresta nebulosa estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio. Números acima das barras representam o número de indivíduos em cada classe.

Comparação da estrutura e composição entre os capões

A Tabela 2 mostra os parâmetros estruturais analisados para os dez capões de floresta nebular. As densidades variaram entre 1995 ind/ha a 2665 ind/ha. O teste de Levene mostrou que as variâncias não são homogêneas ($F=2,099$, $p=0,037$). Sendo assim, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, que não mostrou diferenças significativa entre os dez capões ($k=9,773$, $p=0,369$).

As áreas basais variaram de 37,68 m²/ha a 57,96 m²/ha. O teste de Levene mostrou que as variâncias são homogêneas ($F=0,734$, $p=0,676$) e o teste de Shapiro-Wilk mostrou que os resíduos apresentam distribuição normal ($W=0,987$, $p=0,446$). A Anova unifatorial apontou diferenças significativas entre os capões ($F=2,371$, $p=0,018$). O teste *a posteriori* de Tukey mostrou que apenas o capão C05 teve áreas basais significativamente menores quando comparado ao capão C01 ($p=0,004$), capão C09 ($p=0,038$) e capão C10 ($p=0,021$). Todas as outras comparações não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$).

A riqueza de espécies variou entre 37 a 49 espécies por capão. A Figura 6 mostra as curvas de rarefação/extrapolação para todos os capões analisados. As curvas mostram uma tendência à estabilização e são visualmente muito similares. Quando comparadas as curvas de rarefação, a hipótese nula de que as curvas são iguais (ou seja, que as amostras foram retiradas de comunidades que possuem a mesma riqueza específica e abundâncias relativas semelhantes) não pôde ser rejeitada ($Z=59916,09$, $p=0,291$).

Tabela 2: Parâmetros estruturais dos 10 capões de floresta nebular estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. S= riqueza de espécies; N= número de indivíduos; D= densidade (indivíduos/ha); \bar{N} = número médio de indivíduos por parcela; N (sd)= desvio padrão do número de indivíduos por parcela; AB= área basal (m²/ha); \overline{AB} =área basal média por parcela; AB (sd)= desvio padrão da área basal por parcela.

Capão	S	N	D	\bar{N}	N (sd)	AB	\overline{AB}	AB (sd)
C01	39	533	2665	53.3	24.4	57.964	1,159	0.149
C02	37	461	2305	46.1	8.8	50.254	1.005	0.243
C03	46	408	2040	40.8	11.1	49.344	0.987	0.238
C04	42	447	2235	44.7	10.4	50.867	1.017	0.207
C05	45	463	2315	46.3	8.1	37.678	0.754	0.277
C06	38	444	2220	44.4	6.4	52.364	1.047	0.179
C07	49	515	2575	51.5	13.2	48.998	0.980	0.129
C08	45	485	2425	48.5	10.9	53.169	1.064	0.281
C09	39	518	2590	51.8	12.8	55.548	1.111	0.227
C10	45	399	1995	39.9	7.3	54.550	1.091	0.275
Total	89	4673	2337	46.7	12.5	51.074	1.022	0.240

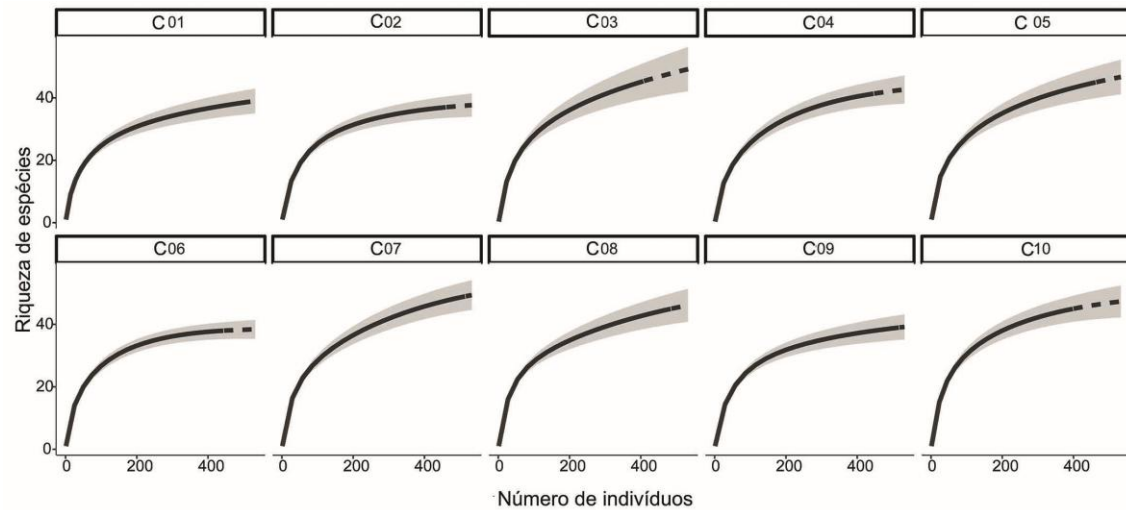


Figura 6: Curvas de rarefação/ extrapolação para os dez capões de floresta nebulosa estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. As curvas foram extrapoladas até o número de indivíduos do capão com mais indivíduos (533 indivíduos). Linhas sólidas= curvas de rarefação; linhas tracejadas= curva de extrapolação; área cinza= intervalos de confiança.

Os índices de similaridade foram altos tanto para os dados de incidência quanto para abundância (Tabela 3). Valores do índice de Jaccard variaram entre 0,42 a 0,65. Valores do índice de Bray-Curtis variaram entre 0,50 a 0,75. A análise MRPP mostrou diferenças significativas entre os capões para o índice de Jaccard ($\delta=0,567$, $p=0,001$, $A=0,069$) e para o índice de Bray-Curtis ($\delta=0,716$, $p=0,001$, $A=0,046$).

Tabela 3: Índices de similaridade entre os dez capões de florestas nebulares estudados no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Canto superior direito mostra os valores do índice de Bray-Curtis para dados de abundância e o canto inferior esquerdo mostra os valores do índice de Jaccard para dados de incidência.

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01	-	0.75	0.70	0.63	0.50	0.70	0.65	0.51	0.73	0.60
C02	0.62	-	0.70	0.63	0.52	0.72	0.63	0.58	0.73	0.67
C03	0.57	0.54	-	0.66	0.58	0.73	0.66	0.52	0.62	0.64
C04	0.59	0.61	0.54	-	0.66	0.72	0.69	0.55	0.61	0.65
C05	0.42	0.55	0.54	0.55	-	0.59	0.57	0.53	0.51	0.58
C06	0.51	0.60	0.53	0.63	0.54	-	0.72	0.68	0.74	0.71
C07	0.57	0.56	0.53	0.60	0.47	0.55	-	0.60	0.67	0.65
C08	0.53	0.55	0.52	0.53	0.55	0.63	0.52	-	0.55	0.65
C09	0.53	0.62	0.55	0.65	0.58	0.60	0.57	0.56	-	0.63
C10	0.53	0.55	0.49	0.61	0.50	0.51	0.57	0.55	0.65	-

Discussão

Composição florística e estrutura

A composição florística das florestas nebulares na região do Chapadão no Parque Estadual da Serra do Papagaio se mostrou similar aos padrões encontrados em florestas de altitude no sudeste do Brasil. As famílias mais ricas encontradas (Myrtaceae, Melastomataceae e Lauraceae) foram apontadas por OLIVEIRA-FILHO e FONTES (2000) como algumas das famílias mais importantes em número de espécies para florestas de altitude no Domínio Atlântico do sudeste do Brasil. Myrtaceae também foi encontrada entre as famílias mais ricas em outros estudos de florestas nebulares do sudeste (FRANÇA e STEHMANN, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2006; MEIRELES *et al.*, 2008; VALENTE *et al.*, 2011; POMPEU *et al.*, 2014). O mesmo padrão foi observado para os gêneros mais ricos, com *Myrcia*, *Miconia* e *Myrceugenia* dentre os mais importantes gêneros para florestas de altitude no Domínio Atlântico (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000).

Dentre as espécies encontradas, dez foram identificadas por OLIVEIRA-FILHO e FONTES (2000) como associadas às florestas de altitude do domínio da Floresta Atlântica: *Clethra scabra*, *Drimys brasiliensis*, *Laplacea fruticosa*, *Myrcia laruotteana*, *Myrsine lancifolia*, *Nectandra grandiflora*, *Pimenta pseudocaryophyllus*, *Schefflera* cf. *calva*, *Symplocos celastrinea* e *Weinmannia paulliniifolia*. BERTONCELLO *et al.* (2011) também apontaram *Drimys brasiliensis* e *Weinmannia paulliniifolia* como espécies indicadoras das florestas nebulares no sul e sudeste do Brasil. Eles também indicaram *Pimenta pseudocaryophyllus*, *Rhamnus sphaerosperma* e *Symplocos falcata* como espécies preferenciais das florestas nebulares.

Seis espécies foram consideradas como sob algum grau de ameaça de extinção. Dentre essas, *Myrceugenia* cf. *bracteosa* merece especial atenção. De acordo com MARTINELLI e MORAES (2013) e CNCFLORA (2017), essa espécie estaria ameaçada por apresentar uma área de ocupação pequena (148 km²) e estimativa de densidade populacional muito baixa (cerca de 3 indivíduos por hectare). POMPEU *et al.* (2014) também encontraram *M. bracteosa* com menores densidades (13,3 ind/ha) em uma área de floresta nebulosa próxima ao Parque Estadual da Serra do Papagaio, no município de Itamonte, MG. Em contraste, nesse estudo foram encontrados 293 indivíduos em dois hectares amostrados e SANTANA *et al.* (*in press.*) encontraram 498 ind/ha na Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual da Serra do Papagaio. No entanto, *Myrceugenia* é um gênero de difícil identificação e sua última revisão taxonômica data do início da década de 1980 (LANDRUM, 1981). É possível que outras populações, com mais indivíduos, ainda sejam pouco conhecidas ou tenham sido incorretamente identificadas. Os resultados aqui apresentados não modificam o *status* de conservação da espécie, uma vez

que não alteram significativamente a área de ocupação da espécie. Por outro lado, ressalta-se a necessidade de proteção dessa espécie e apontam para a importância do Parque Estadual da Serra do Papagaio para a sua conservação. Apontam ainda para a grande necessidade de mais estudos sobre a taxonomia e distribuição de espécies do gênero *Myrceugenia*, assim como de outros táxons típicos de florestas de altitude que ainda são pouco estudados.

A estrutura dos capões é similar a de outras florestas nebulares, especialmente as florestas nebulares tropicais altomontanas com uma alta densidade e baixa altura de dossel com apenas algumas árvores emergentes (SCATENA *et al.*, 2010; FAHEY *et al.*, 2016). Outra característica compartilhadas com essas florestas foram observadas em campo, como alta densidade de epífitas vasculares e não-vasculares, poucas lianas e a baixa expressividade de espécies com folhas compostas (apenas nove das 89 espécies encontradas possuem folhas compostas) (SCATENA *et al.*, 2010). No entanto, árvores perfilhadas e de troncos tortuosos, outra característica típica das florestas nebulares (FAHEY *et al.*, 2016), foram raramente observadas na área de estudo (apenas 120 indivíduos, 2,6% do total amostrado, possuem dois ou mais troncos a 1,3m do solo). BELLINGHAM e SPARROW (2009) discutem que a alta frequência de árvores perfilhadas nas florestas altomontanas pode estar relacionada à baixa disponibilidade de nutrientes do solo e alta frequência de perturbações como incêndios e ventos muito fortes. A baixa frequência de árvores perfilhadas nos capões estudados pode estar relacionada com a sua posição na paisagem, nos vales associados a nascentes e pequenos cursos d'água, o que oferece maior proteção contra os incêndios e menor exposição ao vento.

Comparação da estrutura e composição entre os capões

Os testes não mostraram diferenças significativas nas densidades, áreas basais ou riqueza entre os capões estudados. Embora a MRPP tenha apontado uma diferença significativa na composição de espécies entre os capões, o tamanho do efeito (medido pelo coeficiente A, que descreve a homogeneidade intra-grupos comparada à expectativa em relação ao acaso) foi pequeno ($A = 0,046$ para o índice de Jaccard e $A = 0,069$ para o índice de Bray-Curtis). MCCUNE *et al.* (2002) discutem que valores de A menores que 0,1 geralmente indicam que a diferença entre os grupos, mesmo que estatisticamente significativa, não possui significância ecológica. Isso, aliado aos altos valores de similaridade encontrados, permite discutir que os capões se apresentaram relativamente homogêneos.

Sendo assim, rejeitamos a hipótese inicial de que os capões de floresta nebulares estudados poderiam apresentar alta heterogeneidade na escala geográfica abordada, uma vez

que os capões foram altamente similares em termos de densidade, área basal, riqueza e composição florística. Isso pode ser devido à pequena distância entre os capões, que estão dispostos na mesma microbacia. Outros estudos que mostraram maior heterogeneidade nas florestas nebulares geralmente compararam áreas em uma escala geográfica maior ou em gradientes mais pronunciados de altitude e/ou outras condições ambientais (PEREIRA *et al.*, 2006; MEIRELES *et al.*, 2008; MEIRELES e SHEPHERD, 2015).

Conclusões

Os capões de floresta nebulosa estudados na região do Chapadão no Parque Estadual da Serra do Papagaio mostraram uma composição florística e estrutura semelhantes às de outras florestas de altitude no sudeste do Brasil. Estruturalmente, os dez capões foram homogêneos em termos de densidade, área basal, riqueza e composição de espécies. As florestas nebulares do Parque Estadual da Serra do Papagaio são de especial interesse para a conservação da biodiversidade, por abrigarem importantes populações de espécies ameaçadas de extinção.

Capítulo 2: Heterogeneidade ambiental e gradiente florístico em capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil

Resumo

As florestas nebulosas montanas tropicais ocorrem ao longo da região tropical do globo, sob diferentes condições ambientais. Apesar do crescente interesse sobre essas florestas, muitos dos seus processos ecológicos ainda são pouco conhecidos. Esse trabalho teve por objetivo investigar a heterogeneidade ambiental e sua relação com a comunidade arbórea de dez capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Em cada capão, foram alocadas de forma aleatória dez parcelas de 10m x 20m, onde foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15,5cm. Em cada parcela, foram coletadas amostras compostas de solo superficial para análise de parâmetros físicos e químicos. Foram testadas diferenças nas médias das variáveis ambientais entre os capões. Para analisar o gradiente florístico, utilizou-se uma análise de ordenação por NMDS. A relação entre as variáveis ambientais e o gradiente mostrado na NMDS foi investigada através da correlação das variáveis com os eixos da NMDS e da análise de partição de variância. Todas as variáveis testadas mostraram diferenças significativas entre os capões, indicando a presença de um gradiente ambiental. No entanto, apenas quatro variáveis apresentaram correlações significativas com os eixos da NMDS: Altitude, Ca, V, silte. Essas quatro variáveis foram capazes, em conjunto, de explicar apenas 2 % da variação florística. Dessa forma, concluiu-se que a heterogeneidade ambiental observada não se refletiu na variação das espécies e que os capões amostrados mostraram uma estrutura e abundâncias das espécies relativamente homogêneas.

Palavras-chave: análise de ordenação, Floresta Atlântica, Floresta Ombrófila Densa Altomontana, Serra da Mantiqueira, solo

Abstract

Tropical montane cloud forests occur along the tropical regions of the world, under varying environmental conditions. Although there is increasing interest on these forests, most of their ecological processes are still poorly known. This work aims to investigate environmental heterogeneity and its relations to tree community of ten cloud forest patches on Serra do Papagaio State Park, Minas Gerais, Brazil. In each patch, ten plots of 10m x 20m were randomly placed and all trees with circumference at breast height equal or greater than 15,5 cm were sampled. In each plot, a surface soil sample was collected for chemical and physical analysis. Differences in environmental variables means were tested among forest patches. Floristic gradient was analyzed with NMDS ordination. Relation between environmental variables and the NMDS gradient was investigated through the correlations between variables and NMDS axes and with variance partitioning analysis. All variables tested showed significant differences between forest patches, indicating an environmental gradient. However, only four variables were correlated with NMDS axes: altitude, Ca, V, silt. Together, the four variables explain only 2% of floristic variation. So, we can conclude that the observed environmental heterogeneity was not reflected on species variation and that forest patches studied were fairly homogeneous.

Keywords: Atlantic Forest, ordination analysis, Serra da Mantiqueira, soils, Upper Montane Rain Forest

Introdução

As florestas nebulares tropicais montanas (TMCFs) se distribuem por toda a região tropical do globo, em regiões montanhosas úmidas onde as condições topográficas e climáticas permitem a formação de nuvens próximas ao nível do solo durante boa parte do ano (DOUMENGE *et al.*, 1995; HAMILTON *et al.*, 1995). Ocorrem sob condições ambientais muito diversas, em diferentes tipos de solo, relevo, altitude, em uma ampla faixa de temperatura e precipitação. (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; FAHEY, *et al.*, 2016).

Apesar da grande variabilidade ambiental, as florestas nebulares apresentam um conjunto de características em comum, que as distiguem das florestas tropicais em terras mais baixas. Dentre essas características estão a baixa altura do dossel, alta densidade, muitos indivíduos perfilhados e de tronco tortuoso, alta densidade de epífitas. (FAHEY *et al.*, 2016). Diversos mecanismos já foram propostos para tentar explicar essas características comuns e quais seriam os fatores ambientais responsáveis mas ainda não há consenso na literatura (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; ROMAN *et al.*, 2010; FAHEY *et al.*, 2016).

Fatores climáticos, principalmente as baixas temperaturas, grande umidade e alta frequência de imersão em nuvens, são considerados alguns dos mais importantes para explicar a ocorrência de florestas nebulares (FAHEY *et al.*, 2016). As baixas temperaturas seriam um dos principais fatores que distinguem as florestas nebulares e outras florestas de altitude das demais florestas pluviais no domínio da Floresta Atlântica (NEVES *et al.*, 2017).

Vários estudos investigaram a importância de fatores edáficos na compreensão das características florísticas e estruturais das florestas nebulares (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; TANNER *et al.*, 1998; BENNER *et al.*, 2010; ROMAN *et al.*, 2010). Os solos das florestas nebulares podem ficar constantemente úmidos e com baixas concentrações de oxigênio o que, em conjunto com outros fatores como as baixas temperaturas, dificultaria o processo de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (BENNER *et al.*, 2010). No entanto, outros estudos mostram que muitas florestas nebulares ocorrem sobre solos com maior concentração de nutrientes do que as florestas de altitudes mais baixas e, portanto, se realmente existe uma influência da deficiência de nutrientes sobre a estrutura da floresta, essa deficiência se deveria mais a capacidade das plantas em acessar os nutrientes presentes no solo (COX *et al.*, 2002; ROMAN *et al.*, 2010).

No Brasil, alguns estudos foram capazes de detectar uma forte correlação entre características edáficas e o gradiente florístico em florestas de altitude. Características como a altitude, composição química do solo e sua estrutura física, entre outros, podem influenciar a

composição das florestas de altitude (OLIVEIRA-FILHO *et al.*,2004; CARVALHO *et al.*, 2005; MARCON *et al.*, 2014). Neste trabalho, foi testada a ocorrência de heterogeneidade nas características físicas e químicas do solo entre os capões de floresta nebulosa do PESP. Testamos também a hipótese de que variações nas características ambientais investigadas seriam refletidas em variações na distribuição das espécies entre os capões.

Objetivos

Objetivo geral

Investigar a relação entre variáveis ambientais e o gradiente florístico em capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil

Objetivos específicos

- Testar se existe variação nas características edáficas e na altitude entre os capões de floresta nebulosa do Parque Estadual da Serra do Papagaio.
- Investigar a relação entre as variáveis ambientais selecionadas e a distribuição da comunidade arbórea dos capões de floresta nebulosa do Parque Estadual da Serra do Papagaio.

Metodologia

Para detalhes sobre a área de estudo e a metodologia de amostragem, ver Metodologia Geral

Váriavéis ambientais

Em cada parcela foram coletadas cinco amostras simples de solo superficial (0 a 20cm de profundidade, desprezando-se a serapilheira), nos vértices e centro da parcela. Para cada parcela as cinco amostras foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta de cerca de 0,5 kg para cada parcela. As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa, seguindo o protocolo da EMBRAPA (1997). Em conjunto com altitude, váriaveis químicas e texturais do solo, foram 17 variáveis analisadas (Anexo 2: Variáveis ambientais utilizadas nas análises).

As diferenças nas 17 variáveis ambientais entre os capões foram testadas através de uma Anova unifatorial (para dados com distribuição normal) ou pelo teste de Kruskal-Wallis (para dados sem distribuição normal). A homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Levene e a normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando diferenças significativas foram encontradas aplicou-se, *a posteriori*, um teste de Tukey (em caso de dados com distribuição normal) ou de Mann-Whitney (para dados sem distribuição normal) para localizar entre quais capões existem diferenças. As análises foram realizadas no software PAST 3.1(HAMMER, 2011).

Análise de gradientes

Para reduzir a dimensionalidade dos dados e representar a relação entre as parcelas na comunidade, foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) utilizando o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis e número de indivíduos das espécies por parcela. A NMDS é considerada um dos melhores métodos de ordenação para dados de comunidade, apresentando boa performance em testes empíricos e com gradientes simulados (MCCUNE *et al.*, 2002). Apresenta como vantagem uma boa flexibilidade, permitindo a escolha de métodos adequados às hipóteses a serem testadas (como a escolha da transformação/padronização dos dados e do coeficiente de similaridade apropriados), além de preservar bem o ranking de distâncias entre as amostras estudadas (MCCUNE *et al.*, 2002). A análise foi realizada no software R versão 3.4.3 (R CORE TEAM, 2017) utilizando o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2017). Para representação gráfica dos resultados da NMDS, utilizou-se também o pacote ggplot2 (WICHAM, 2009).

Relação entre as variáveis ambientais e o gradiente florístico

As variáveis ambientais foram padronizadas (média zero e variância unitária), para evitar o efeito de diferentes unidades de medida. Em seguida, procurou-se remover as variáveis que apresentavam alta colinearidade. Para isso foram eliminadas progressivamente as variáveis com maior fator de inflação até que todas as variáveis restantes apresentassem fatores de inflação menores que 10, como sugerido por (FELFILLI *et al.*, 2007). Dessa forma, foram selecionadas 12 variáveis para a análise: altitude, pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, CTC(t), V, MO, Argila e Silte. As análises foram realizadas no software R versão 3.4.3 (R CORE TEAM, 2017) utilizando os pacotes Vegan (OKSANEN *et al.*, 2017) e USDM (NAIMI *et al.*, 2014).

A relação das variáveis ambientais com o gradiente florístico foi avaliada de forma indireta, pelo ajuste dos vetores das variáveis ambientais aos eixos da NMDS. Para isso, utilizou-se a função “envfit” do pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2017). Foram excluídas as variáveis em que as correlações com os eixos não apresentaram valores significativos ($p \geq 0.05$).

Para avaliar a contribuição relativa das variáveis ambientais selecionadas e dos componentes espaciais para explicar a variação florística nos dados da comunidade foi realizada uma análise de partição de variância, utilizando autovetores de Moran como variáveis espaciais. A análise foi realizada com a função “varpart” do pacote Vegan (OKSANEN *et al.* 2017).

Resultados

Variáveis ambientais

A Tabela 4 apresenta os valores médios e desvios padrões das 17 variáveis testadas em cada capão. Os valores de cada parcela são mostrados no Anexo 2. Apenas altitude, V, argila e areia apresentaram variâncias homogêneas e resíduos normais. Todas as 17 variáveis testadas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os capões. Os resultados dos testes constam no Anexo 3.

Análise de ordenação

O resultado da NMDS com três dimensões é mostrado na Figura 7. O valor do *stress* encontrado foi de 0,19 o que indica que a ordenação apresenta uma boa representação das distâncias originais (CLARKE, 1993). Não foi possível observar uma boa distinção entre os capões, e apenas algumas parcelas se distanciaram na ordenação em relação às demais.

Apenas algumas parcelas se posicionaram de forma mais distanciada da grande maioria das parcelas: a parcela 4 do capão C02, as parcelas 7 e 8 do capão C05 e a parcela 8 do capão C10. Essas quatro parcelas são caracterizadas pela baixa riqueza de espécies (9 a 15 espécies) e densidade mediana. Apresentaram também uma composição florística diferenciada das demais parcelas, destacando-se populações de algumas espécies. *Myrcia laruotteana* e *Myrceugenia regnelliana* contribuíram, respectivamente, com 17,8% e 25% da densidade dessas parcelas. Além disso, as quatro parcelas abrigaram cerca de 68,6% de todos indivíduos amostrados de *Myrcia laruotteana* e 68,5% dos indivíduos de *Myrceugenia regnelliana*. *Myrciaria floribunda* também se destaca, contribuindo com 13,7% da densidade dessas parcelas, mas ocorreu de forma mais homogênea na área de estudo, estando presente em todos os capões e 83% das parcelas.

Apenas quatro variáveis apresentaram correlações significativas ($p < 0,05$) com os dois primeiros eixos da NMDS: Altitude, Ca, V, Silte (Tabela 5, Figura 8). No entanto, a análise de partição de variância mostrou que apenas 2% da variação nos dados das espécies pode ser explicada pelas variáveis ambientais, enquanto a fração explicada pela estrutura espacial foi de 11%. 2% da variação dos dados só pode ser explicada pelo efeito conjunto das variáveis ambientais e estrutura ambiental. A maior parte da variação (85%), no entanto, não pôde ser explicada.

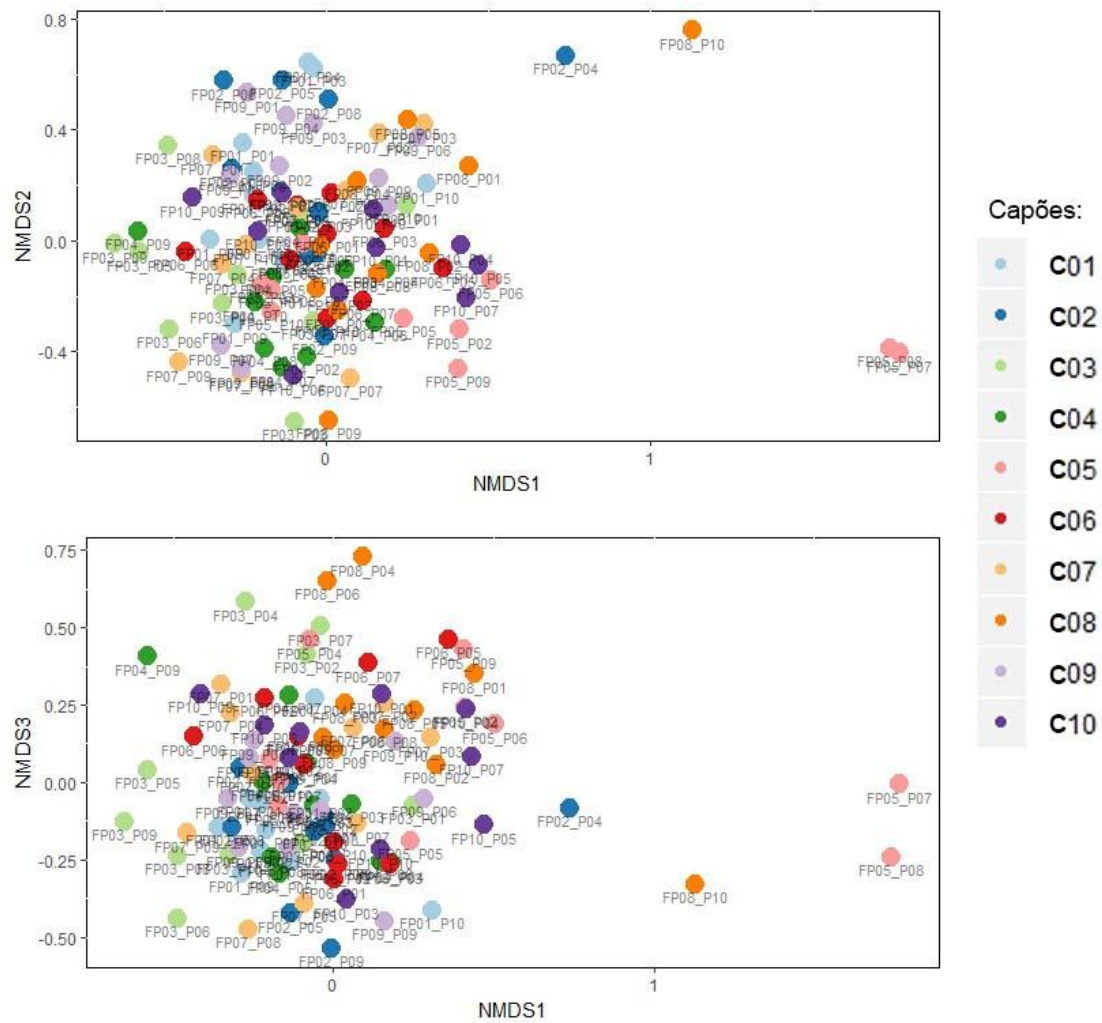


Figura 7: Ordenação por NMDS produzido pelos dados de densidade das espécies nos 10 capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. São mostrados os três eixos da ordenação. Stress= 0,19.

Tabela 4: Valores (média \pm desvio padrão) das 17 variáveis ambientais para cada capão de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. As siglas e unidades de medida das variáveis estão no Anexo 2.

Variável	Capões										Média Geral
	FP01	FP02	FP03	FP04	FP05	FP06	FP07	FP08	FP09	FP10	
Altitude	1908.86 \pm 13.88	1902.23 \pm 11.21	1893.12 \pm 17.73	1919.41 \pm 16.53	1930.74 \pm 8.21	1909.25 \pm 20.81	1898.43 \pm 15.13	1965.22 \pm 12.77	1940.98 \pm 16.79	1954.84 \pm 10.01	1922.31 \pm 27.46
pH	4.16 \pm 0.23	3.93 \pm 0.17	3.93 \pm 0.16	3.87 \pm 0.19	3.96 \pm 0.16	4.04 \pm 0.11	4.08 \pm 0.14	4.25 \pm 0.16	4.01 \pm 0.09	3.31 \pm 0.11	3.95 \pm 0.28
P	11.25 \pm 3.53	11.9 \pm 2.65	14.46 \pm 3.3	9.25 \pm 5.3	10.42 \pm 2.99	11.11 \pm 2.52	11.49 \pm 4.83	12.69 \pm 2.38	9.58 \pm 3.1	3.62 \pm 1.39	10.58 \pm 4.23
K	80.8 \pm 12.93	84.6 \pm 25.51	95.8 \pm 8.63	61.8 \pm 24.4	70.7 \pm 17.66	91.4 \pm 13.87	88 \pm 20.54	98.1 \pm 8.57	72.2 \pm 14.23	45.6 \pm 8.21	78.9 \pm 22.3
Ca	0.09 \pm 0.03	0.1 \pm 0	0.1 \pm 0	0.1 \pm 0.05	0.12 \pm 0.06	0.06 \pm 0.07	0.11 \pm 0.03	0.16 \pm 0.08	0.1 \pm 0.05	0.08 \pm 0.06	0.1 \pm 0.06
Mg	0.14 \pm 0.05	0.13 \pm 0.05	0.2 \pm 0	0.13 \pm 0.05	0.15 \pm 0.05	0.14 \pm 0.05	0.16 \pm 0.08	0.18 \pm 0.06	0.12 \pm 0.04	0.1 \pm 0	0.15 \pm 0.06
Al	4.57 \pm 0.53	4.92 \pm 0.75	6.19 \pm 1.04	5.92 \pm 0.52	5.02 \pm 1.37	5.58 \pm 1.02	5.32 \pm 1.19	5.14 \pm 0.75	5.22 \pm 0.82	5.52 \pm 0.89	5.34 \pm 0.99
H+Al	23.53 \pm 3.3	24.08 \pm 3.51	30.33 \pm 6.01	28.07 \pm 2.58	25.71 \pm 7.07	27.38 \pm 3.52	26.8 \pm 7.86	25.74 \pm 2.88	25.15 \pm 4.17	24.23 \pm 4.49	26.1 \pm 5.04
SB	0.44 \pm 0.07	0.45 \pm 0.11	0.55 \pm 0.02	0.39 \pm 0.14	0.45 \pm 0.13	0.44 \pm 0.12	0.5 \pm 0.15	0.59 \pm 0.13	0.41 \pm 0.1	0.3 \pm 0.07	0.45 \pm 0.13
CTC(t)	5.01 \pm 0.53	5.37 \pm 0.76	6.74 \pm 1.05	6.31 \pm 0.54	5.47 \pm 1.44	6.02 \pm 1	5.82 \pm 1.23	5.73 \pm 0.72	5.63 \pm 0.81	5.82 \pm 0.91	5.79 \pm 1.01
CTC(T)	23.97 \pm 3.3	24.52 \pm 3.53	30.88 \pm 6.02	28.46 \pm 2.66	26.16 \pm 7.12	27.81 \pm 3.54	27.29 \pm 7.93	26.34 \pm 2.85	25.55 \pm 4.19	24.52 \pm 4.52	26.55 \pm 5.08
V	1.7 \pm 0.48	1.9 \pm 0.57	1.8 \pm 0.42	1.3 \pm 0.48	1.9 \pm 0.57	1.5 \pm 0.53	2 \pm 0.47	2.3 \pm 0.67	1.7 \pm 0.67	1.3 \pm 0.48	1.74 \pm 0.6
M	91.1 \pm 1.91	91.6 \pm 2.01	91.7 \pm 1.06	93.9 \pm 2.13	91.3 \pm 2.31	92.7 \pm 2.45	91.4 \pm 2.91	89.5 \pm 2.95	92.5 \pm 2.46	95 \pm 1.15	92.07 \pm 2.58
MO	12.07 \pm 3.13	12.15 \pm 2.73	18.81 \pm 4.64	16.63 \pm 2.98	12.5 \pm 3.8	13.4 \pm 2.62	14.36 \pm 3.77	14.95 \pm 2.84	12.37 \pm 3.06	12.57 \pm 3.03	13.98 \pm 3.82
Argila	16.5 \pm 4.14	19 \pm 4.52	19.7 \pm 2.95	17.8 \pm 3.52	18.3 \pm 4.57	17.4 \pm 4.81	20.1 \pm 6.28	13.1 \pm 5.9	21.7 \pm 4.67	22.7 \pm 4.85	18.63 \pm 5.19
Silte	16.2 \pm 2.44	16.3 \pm 3.06	22.9 \pm 3.96	19.4 \pm 2.37	17.8 \pm 4.64	22.1 \pm 3.03	17.3 \pm 6.31	18.3 \pm 2.91	16.5 \pm 3.69	19.4 \pm 2.55	18.62 \pm 4.17
Areia	67.3 \pm 3.77	64.7 \pm 4.67	57.4 \pm 3.89	62.8 \pm 3.43	63.9 \pm 6.19	60.5 \pm 5.66	62.6 \pm 6.15	68.6 \pm 6.33	62 \pm 7.69	57.9 \pm 5.11	62.77 \pm 6.23

Tabela 5: Valores de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos da NMDS. A siglas das variáveis ambientais e suas respectivas unidades de medida estão no Anexo 2.

Variável	Eixos		r^2	p
	NMDS1	NMDS2		
Altitude	0.991	-0.133	0.088	0.009
pH	0.510	-0.860	0.036	0.165
P	-0.289	0.957	0.003	0.864
K	-0.311	-0.950	0.007	0.714
Ca	0.998	-0.058	0.110	0.003
Mg	-0.052	0.999	0.029	0.229
H.Al	-0.505	0.863	0.050	0.077
CTC.t.	-0.714	0.700	0.047	0.110
V	0.966	-0.260	0.075	0.027
MO	-0.153	0.988	0.037	0.152
Argila	-0.197	-0.980	0.015	0.489
Silte	-0.078	0.997	0.156	0.001

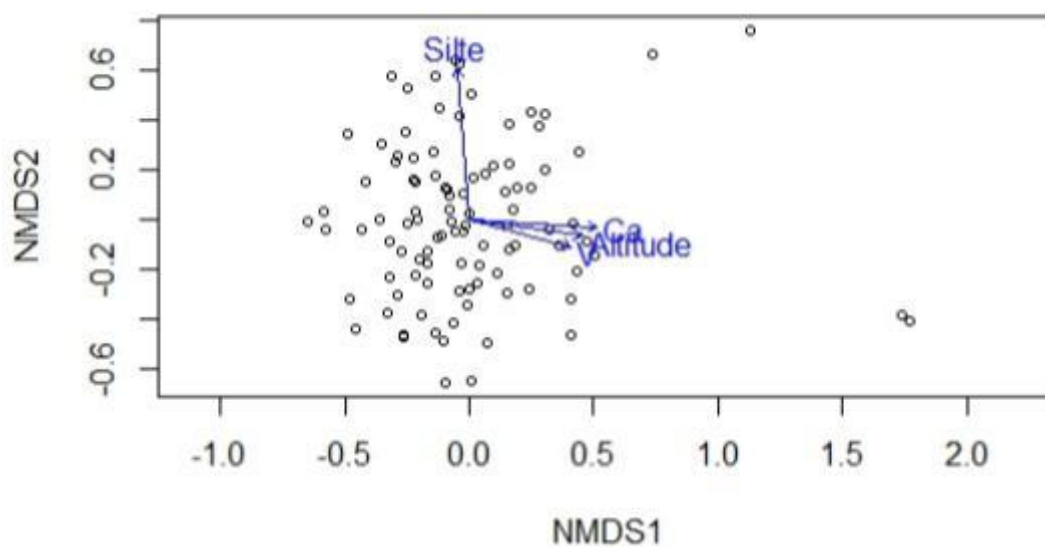


Figura 8: Relação entre as variáveis ambientais seleccionadas e os eixos da NMDS. . A siglas das variáveis ambientais e suas respectivas unidades de medida estão no Anexo 2.

Discussão

Solos

De forma geral, os solos dos capões apresentaram caráter ácido, arenoso a franco-argilo-arenoso com baixos níveis de nutrientes minerais ($V < 3\%$) e altas concentrações de matéria orgânica (EMBRAPA, 1999; EMBRAPA, 2006; OLIVEIRA-FILHO, 2009). Essas características são comuns em solos de ambientes altomontanos, úmidos e frios (BENITES *et al.*, 2003; EMBRAPA, 2006; LARCHER, 2006; BENITES *et al.*, 2007; ROMAN *et al.*, 2010; FAHEY *et al.*, 2016). O solo de florestas nebulares está constantemente úmido, o que pode levar a baixas concentrações de oxigênio e prejudicar a decomposição da matéria orgânica (SILVER *et al.*, 1999). As baixas temperaturas a que as florestas nebulares estão expostas em pelo menos parte do ano também podem prejudicar o processo de decomposição da matéria orgânica (DALLING *et al.*, 2016). Isso, em conjunto com outros fatores, leva ao acúmulo de matéria orgânica e a baixa disponibilidade de nutrientes no solo (TANNER *et al.*, 1998).

A Tabela 6 resume a comparação das variáveis edáficas com outras áreas de florestas de altitude na Floresta Atlântica. Os valores encontrados nas florestas nebulares do Chapadão em geral estão dentro da variação encontrada nas outras áreas. Os valores de fósforo, alumínio, matéria orgânica e potássio estão entre os maiores valores encontrados. Já a os valores de cálcio e saturação de bases são menores do que o da maioria das demais áreas.

Gradiente florístico

Não foi possível distinguir grupos na análise de ordenação por NMDS. As parcelas permaneceram bem agrupadas, não havendo separação entre os diferentes capões. Esse resultado está de acordo com os altos índices de similaridade florística encontrados entre os capões e com o resultado da análise MRPP (ver Capítulo 1). Esses resultados sugerem que o gradiente florístico presente é muito sutil e, como discutido no capítulo anterior, reforça que a composição florística entre os capões é relativamente homogênea.

As três espécies possuem ampla ocorrência (BFG, 2015) e geralmente estão associadas a solos mal drenados (LORENZI, 1998; TONIATO *et al.*, 1998; LOURES, 2006; TEIXEIRA, 2008; MAGALHÃES e RODELLA, 2012). De fato conforme observado em campo, as quatro parcelas se encontravam em áreas mais baixas e planas do terreno, onde seria possível o alagamento em eventos de chuvas mais fortes. Isso poderia explicar a diferenciação florística dessas parcelas com relação às demais.

Tabela 6: Comparação de valores das variáveis edáficas analisadas entre áreas selecionadas de florestas de altitude na Floresta Atlântica. São mostrados os valores médios de cada variável. As siglas e unidades de medida das variáveis estão no Anexo 2.

Trabalho	Tipo de solo	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	M	MO	Argila	Silte	Areia
Este trabalho	cambissolos húmicos e hísticos	3.95	10.58	78.90	0.10	0.15	5.34	26.10	0.45	5.79	26.55	1.74	92.07	13.98	18.63	18.62	62.77
VALENTE et al. (2011)	-	3.70	2.80	39.00	0.70	0.20	2.20	11.00	1.00	3.20	12.00	8.30	69.00	3.40	-	-	-
CARVALHO et al. (2005)	latossolo amarelo	4.30	1.70	14.00	0.30	0.10	2.00	11.40	0.40	-	-	3.70	-	3.10	34.60	12.80	52.60
CARVALHO et al. (2005)	latossolo vermelho- amarelo	4.50	2.10	16.00	0.40	0.20	1.60	10.30	0.60	-	-	5.90	-	3.60	34.60	12.80	52.60
CARVALHO et al. (2005)	latossolo vermelho	4.50	1.60	15.00	0.30	0.10	1.50	10.10	0.50	-	-	4.50	-	4.40	43.60	10.30	43.60
POMPEU et al. (2014)	cambissolo	4.60	3.30	63.00	0.10	0.10	2.80	18.00	0.40	3.20	18.20	0.00	0.90	14.60	39.00	39.00	23.00
MARCON et al. (2014)	cambissolo	3.87	2.02	100.68	1.27	0.24	6.84	-	-	8.61	-	3.73	-	12.21	11.84	11.32	77.08
BERGAMINI et al. (2011)	gleissolo	3.00	23.30	-	1.20	1.70	1.80	42.80	3.50	-	46.30	7.60	33.80	-	-	-	-
OLIVEIRA-FILHO et al. (2004)	cambissolo húmico	4.00	3.80	51.00	0.30	0.10	3.70	21.00	0.50	-	-	2.60	-	6.80	25.40	12.90	61.70
OLIVEIRA-FILHO et al. (2004)	neossolo litólico	4.30	3.10	63.00	0.30	0.10	3.00	17.50	0.50	-	-	4.90	-	-	20.70	13.90	65.40
OLIVEIRA-FILHO et al. (2004)	neossolo regolítico	4.20	4.50	79.00	0.40	0.10	1.70	9.70	0.70	-	-	7.10	-	3.10	12.50	7.50	80.00

Heterogeneidade ambiental e gradiente florístico

Todas as variáveis testadas apresentaram diferenças significativas entre os capões. Dessa forma, pode-se concluir que existe heterogeneidade ambiental entre os capões analisados. No entanto, essa heterogeneidade ambiental não foi refletida na composição florística observada. Comparando os capões, não foi possível observar diferenças significativas nos parâmetros estruturais (área basal, densidade e riqueza de espécies, ver Capítulo 1) ou no gradiente florístico observado na análise de ordenação. Mesmo considerando todas as parcelas, as variáveis ambientais testadas conseguem explicar apenas 2% da variação nos dados das espécies.

Esses resultados diferem daqueles encontrados em outros estudos em florestas de altitude na Floresta Atlântica. OLIVEIRA-FILHO *et al.* (2004) encontraram relações significativas entre o gradiente florístico e valores de pH e fósforo para uma floresta altomontana na Chapada dos Perdizes, MG. MARCON *et al.* (2014), estudando uma floresta nebulosa em Santa Catarina, encontraram boa correlação entre os eixos da NMDS produzida com os dados das espécies arbóreas e um conjunto de variáveis edáficas: capacidade de troca catiônica efetiva, alumínio, matéria orgânica, areia, silte, saturação de bases cálcio e pH. Já CARVALHO *et al.* (2005) encontraram relações significativas entre o gradiente florístico e o teor de matéria orgânica, argila e areia para uma área de floresta altomontana em Bocaina de Minas, MG. HIGUCHI *et al.* (2013), estudando uma Floresta Ombrófila Mista Altomontana em Santa Catarina, também apontaram o teor de argila do solo como uma das variáveis correlacionadas ao gradiente florístico. Esses estudos também encontraram relações significativas com outras variáveis não abordadas aqui, como declividade e classes de drenagem do solo. Por outro lado, POMPEU *et al.* (2014), ao estudarem uma floresta nebulosa próxima à área do presente estudo, no município de Itamonte, MG, também não encontraram gradientes florísticos ou edáficos significativos.

Esses estudos abordaram principalmente o gradiente florístico presente dentro de cada mancha florestal, ao contrário do presente estudo que abordou também a variação florística entre diferentes manchas florestais, o que poderia explicar as diferenças nos padrões observados. Porém, estudos que compararam diferentes manchas florestais em um sistema semelhante ao estudado (capões de mata de galeria em matriz de campos nativos no Cerrado) também apontam a presença de variação florística entre as manchas correlacionada a variáveis edáficas e de relevo (SAMPAIO, *et al.*, 2000; COELHO *et al.*, 2017). As florestas nebulosas ocorrem sobre uma grande diversidade de tipos de solo, com características físicas e químicas muito distintas (BRUIJNZEEL e PROCTOR, 1995; DALLING *et al.*, 2016; FAHEY *et al.*,

2016). As características do solo podem afetar a estrutura e composição das florestas nebulares de diversas maneiras, mas os mecanismos por trás dessas relações ainda não são bem conhecidos (DALLING *et al.*, 2016). FAHEY *et al.* (2016) discutem que as florestas nebulares são influenciadas principalmente pelas condições climáticas, mais do que pelas características do substrato onde se encontram. Os capões estudados se encontram sob as mesmas condições microclimáticas devido a sua grande proximidade e por estarem posicionados na mesma cadeia montanhosa. Dessa forma, a homogeneidade florística encontrada, apesar da heterogeneidade de condições edáficas, pode estar relacionada a maior homogeneidade de condições microclimáticas.

Conclusões

Os capões de floresta nebulosa estudados na região do Chapadão no Parque Estadual da Serra do Papagaio mostraram heterogeneidade ambiental em relação a suas características edáficas. No entanto, essa heterogeneidade não foi refletida em sua comunidade arbórea, que se mostrou relativamente homogênea. O fato dos capões estarem na mesma paisagem e sob condições microclimáticas muito semelhantes pode ser a razão dessa homogeneidade. As variáveis testadas conseguiram explicar apenas uma mínima parte da variação florística, mesmo essa sendo pequena. Futuros estudos que acrescentem outras variáveis, como aquelas relacionadas ao relevo, declividade e saturação hídrica do solo, podem contribuir para a explicação da variabilidade florística presente.

Considerações finais

As florestas nebulares apresentam grande importância para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. No entanto, muito de sua flora ainda permanece desconhecida ou pouco estudada. Este trabalho veio contribuir para o entendimento da flora das florestas nebulares ao descrever, pela primeira vez, a estrutura e composição da comunidades arbóreas das florestas nebulares da região estudada.

Os capões de floresta nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio apresentaram composição florística semelhante ao padrão de florestas de altitude para o sudeste do Brasil. Sua estrutura também foi semelhante ao padrão encontrado para outras florestas nebulares, com características típicas das florestas nebulares tropicais altomontanas descritas na literatura (como a alta densidade de indivíduos e baixa altura do dossel). Ao contrário do esperado, os capões apresentaram baixa heterogeneidade florística, embora haja heterogeneidade ambiental. As variáveis edáficas, que em outros estudos se mostraram eficientes para explicar a variação florística, tiveram pouca correlação com o gradiente florístico.

As parcelas permanentes implantadas durante esse estudo poderão servir de base para diversos novos estudos futuramente, como estudos sobre a diversidade funcional que estão em andamento. O acompanhamento da dinâmica florestal trará importantes informações sobre os processos ecológicos que ocorrem nas florestas nebulares. Além disso, as parcelas permanentes poderão ser utilizadas para monitorar os efeitos das mudanças climáticas globais sobre essas florestas, trazendo informações cruciais para o planejamento de futuras ações de conservação.

Nos capões de floresta nebulosa estudados, destaca-se a presença de importantes populações de espécies ameaçadas de extinção, inclusive com densidades mais altas do que o reportado na literatura. Isso mostra a grande importância dos capões para a preservação dessas espécies e a necessidade de proteção efetiva desses ambientes. Estudos sobre a viabilidade dessas populações e sua diversidade genética seriam de especial interesse para o planejamento de ações de conservação na área.

Os dados também mostram que as florestas estudadas podem conter um importante estoque de carbono, por apresentarem alta densidade de indivíduos arbóreos e altos valores de área basal (um indicativo de alta biomassa). Os estudos de diversidade funcional em

andamento poderão trazer mais informações sobre essa questão ao coletar, por exemplo, informações sobre a densidade de madeira que poderão ser utilizadas para cálculos mais precisos de biomassa e estoque de carbono. Esse tema é de especial interesse, em vista da intensificação das mudanças climáticas globais e a suscetibilidade das florestas de altitude aos efeitos dessas mudanças.

Apesar da área de estudo estar inserida em uma unidade de conservação de proteção integral, apenas isso não garante sua proteção efetiva. As principais ameaças a sua conservação estão muitas vezes relacionadas à conflitos com a população do entorno. É o caso dos incêndios florestais, que ocorrem com certa frequência dentro da área do parque, e que muitas vezes decorrem da falta de manejo apropriado das queimadas em áreas particulares do entorno. A equipe de funcionários e gestores do PESP realiza diversas ações de combate e prevenção aos incêndios florestais, inclusive com a participação de pessoas da comunidade como brigadistas contratados e voluntários. No entanto, o corte de verbas que vem atingindo diversos setores dos órgãos públicos brasileiros atualmente já se faz sentir também em nossas unidades de conservação. Muitas ações estão sendo prejudicadas, pela falta de verbas para sua implantação e pela pequena disponibilidade de pessoal no quadro de funcionários do parque. Essas questões precisam, cada vez mais, de um amplo debate na sociedade para que possamos realmente almejar a efetiva conservação dos recursos naturais.

Referências bibliográficas

AGUIAR, A.; CHIARELLO, A.; MENDES, S.; MATOS, E. Os corredores Central e da Serra do Mar na Mata Atlântica brasileira. In: Galindo-Leal, C and Câmara, IG (Ed.). Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. v. 11, p.119-132. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica. 2005.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

APARECIDO, L. M. T.; TEODORO, G. S.; MOSQUERA, G.; BRUM, M.; BARROS, F. V.; POMPEU, P. V.; RODAS, M.; LAZO, P.; MÜLLER, C.; MULLIGAN, M.; ASBJORNSEN H.; MOORE, G. W.; OLIVEIRA, R. S. Ecohydrological drivers of Neotropical vegetation in montane ecosystems. *Ecohydrology* v.1932, p. 1-17, 2018.

APG-IV- Angiosperm Phylogeny Group IV. 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, n. 1, p. 1-20, 2016.

BELLINGHAM, P.J.; SPARROW, A.D. Multi-stemmed trees in montane rain forests: their frequency and demography in relation to elevation, soil nutrients and disturbance. *Journal of Ecology*, v. 97, n. 3, p. 472-483, 2009.

BENITES, V. M.; CAIAFA, A.; MENDONÇA, E. DE S.; SCHAEFER, C.; KER, J. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e Ambiente*, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2003.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G.; SIMAS, F. N.; SANTOS, H. G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BENNER, J.; VITOUSEK, P.; OSTERTAG, R. Nutrient cycling and nutrient limitation in tropical montane cloud forests. In: Brujinzeel, L. A.; Scatena, F. N.; Hamilton, L. S. (Eds.); *Tropical Montane Cloud Forests, Science for Conservation and Management*. p.90-100. New York: Cambridge University Press . 2010.

BERTONCELLO, R.; YAMAMOTO, K.; MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G. J. A phylogeographic analysis of cloud forests and other forest subtypes amidst the Atlantic forests in south and southeast Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 20, n. 14, p. 3413-3433, 2011.

BFG- Brazilian Flora Group. Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia*, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

BRUIJNZEEL, L. A.; PROCTOR, J. Hydrology and Biogeochemistry of Tropical Montane Cloud Forests: What Do We Really Know? In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Eds.); *Tropical Montane Cloud Forests*. p.38-78. Nova York: Springer. 1995.

BRUIJNZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. Tropical montane cloud forests: science for conservation and management. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

CABRAL, A.; ROMÃO, G. O.; SALIMENA, F. R. G.; NETO, L. M. Ericaceae do Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica*, v. 34, n. 1, p. 7-19, 2016.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A.; VILELA, E. A.; SÁ, J. J. G.; MARQUES, M; CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v. 19, n. 1, p. 91-109, 2005.

CATALAN, J.; NINOT, J. M.; ANIZ, M. M. The high mountains conservation in a changing world. In: CATALAN, J.; NINOT, J. M.; ANIZ, M. M (Eds.). *High mountain conservation in a changing world*. p.3-36, Nova York: Springer. 2017.

CAYUELA, L.; GOTELLI, N. J. (2014). rareNMtests: Ecological and biogeographical null model tests for comparing rarefaction curves. R package version 1.1. 2014. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=rareNMtests>. Acesso em: 08/07/2017.

CAYUELA, L., GOTELLI, N.J., COLWELL, R.K. . Ecological and biogeographic null hypotheses for comparing rarefaction curves. *Ecological Monographies* v. 85, n. 3, p. 437-455. 2015.

CHAVERRI-POLINI, A. Mountains, biodiversity and conservation. *UNASYLVA*, v. 49, p. 47-54, 1998.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

CNCFLORA- Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.ibri.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>. Acesso em: 10/05/2017.

COELHO, G. A. O., TERRA, M. C. N. S., ALMEIDA, H. S., VAN DEN BERG, E. What can natural edges of gallery forests teach us about woody community performance in sharp ecotones? *Journal of Plant Ecology*, v. 10, n.6, pp 937-948. 2017.

COLWELL, R.K., CHAO, A., GOTELLI, N.J., LIN, S.Y., MAO, C.X., CHAZDON, R.L.; LONGINO, J.T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, v. 5, n. 1, p. 3–21. 2012.

COSTA, C.; HERMANN, G. Plano de Ação do Corredor Ecológico da Mantiqueira. Belo Horizonte: Valor Natural, 2006.

COX, S.; WILLIG, M.; SCATENA, F. Variation in nutrient characteristics of surface soils from the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico: A multivariate perspective. *Plant and soil*, v. 247, n. 2, p. 189-198, 2002.

DALLING, J. W.; HEINEMAN, K.; GONZÁLEZ, G.; OSTERTAG, R. Geographic, environmental and biotic sources of variation in the nutrient relations of tropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology*, p. 1-16, 2016.

DOUMENGE, C.; GILMOUR, D.; PEREZ, M. R.; BLOCKHUS, J. Tropical montane cloud forests: Conservation status and management issues. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Eds.). *Tropical montane cloud forests*. p.24-37, Nova Yorque: Springer Science & Business Media. 1995.

DUARTE, H. M.; GEßLER, A.; SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C.; MATOS, E. A.; NAHM, M; RENNENBERG, H.; RODRIGUES, P. J. F. P.; ZALUAR, H. L. T.; LÜTTGE, U. Ecophysiology of six selected shrub species in different plant communities at the periphery of the Atlantic Forest of SE-Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, v. 200, n. 5, p. 456-476, 2005.

ELLER, C. B.; LIMA, A. L.; OLIVEIRA, R. S. Foliar uptake of fog water and transport belowground alleviates drought effects in the cloud forest tree species, *Drimys brasiliensis* (Winteraceae). *New Phytologist*, v. 199, n. 1, p. 151-162, 2013.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação do solo. 1 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006.

FAHEY, T. J.; SHERMAN, R. E.; TANNER, E. V. Tropical montane cloud forest: environmental drivers of vegetation structure and ecosystem function. *Journal of Tropical Ecology*, v. 32, n. 5, p. 355-367, 2016

FALKENBERG, D. B.; VOLTOLINI, J. C. The montane cloud forest in southern Brazil. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (EdS.). *Tropical montane cloud forests*. p.138-149, Nova Yorque: Springer. 1995.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. DA S. Análise multivariada em estudos de vegetação. Brasília: Universidade de Brasília. 2007.

FELFILI, J.M. ; RESENDE, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília: Universidade Federal de Brasília. 2003.

FISHER, J. B.; MALHI, Y.; TORRES, I. C.; METCALFE, D. B.; WEG, M. J.; MEIR, P.; SILVA-ESPEJO, J. E, HUASCO, W. H. Nutrient limitation in rainforests and cloud forests along a 3,000-m elevation gradient in the Peruvian Andes. *Oecologia*, v. 172, n. 3, p. 889-902, 2013.

FOSTER, P. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, v. 55, n. 1, p. 73-106, 2001

FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} Companion to Applied Regression. 2011. Disponível em: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>. Acesso em: 08/06/2017.

FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 1, p. 19–30. 2004.

FURTADO, S. G.; MENINI NETO, L. Vascular epiphytic flora of a high montane environment of Brazilian Atlantic Forest: composition and floristic relationships with other ombrophilous forests. *Acta Botanica Brasilica*, v. 30, n. 3, p. 422-436, 2016.

FURTADO, S. G.; MENINI NETO, L. Diversity of vascular epiphytes in two high altitude biotopes of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Botany*, v. 38, n. 2, p. 295-310, 2015.

HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. *Tropical montane cloud forests*. New York: Springer. 1995a.

HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. The Puerto Rico Tropical Montane Cloud Forest symposium: introduction and workshop synthesis. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Eds.); Tropical montane cloud forests. p.1-23, Nova York: Springer. 1995b.

HAMMER, Ø. PAST- Paleontological Statistics Reference Manual- Version 3.1. Oslo: University of Oslo, 2011.

HIGUCHI, P., DA SILVA, A. C., DE ALMEIDA, J. A., BORTOLUZZI, R. L. C., MANTOVANI, A., FERREIRA, T. S., SOUZA, S. T., GOMES, J. P., SILVA, K. M. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painel, SC. *Ciência Florestal*, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.

HSIEH, T., MA, K., CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods Ecology and Evolution*, v. 7, n. 12, p. 1451-1456. 2016a.

HSIEH, T., MA, K., CHAO, A. iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0.12. 2016b. disponível em: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>. Acesso em: 08/06/2017.

IBGE. Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico da Vegetação Brasileira . 2nd ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

ICMBIO. Mosaico da Mantiqueira. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/mosaicosecorredoresecologicos/moscaicos-reconhecidos-oficialmente/1861-mosaico-mantiqueira>. Acesso em: 1/2018.

IEF. Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Papagaio-Encarte 1: Diagnóstico do Parque. 2009.

IPNI. The International Plant Names Index. Disponível em: <http://www.ipni.org/>. Acesso em: 7/2017.

KENT, M. & COKER, P. *Vegetation description and analysis*. London: John Wiley & Sons. 1992.

KWAMME, A. I. DE A. S. Mapeamento geológico e geoturístico da região norte do Parque Estadual da Serra do Papagaio, MG. Dissertação de mestrado, UFRJ. 2015.

LANDRUM, L. R. A monograph of the genus *Myrceugenia* (Myrtaceae). *Flora Neotropica* v.29, p. 1-135. 1981.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RIMA, 2006.

LE SAOUT, S. HOFFMANN, M., SHI, Y., HUGHES, A., BERNARD, C., BROOKS, T.M., BERTZKY, B., BUTCHART, S.H.M., STUART, S.N., BADMAN, T. & RODRIGUES, A.S.L. Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, v. 342, n. 6160, p. 803–805. 2013.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998.

LOURES, L. Variações florísticas e estruturais em um fragmento de floresta paludosa no Alto Rio Pardo em Santa Rita de Caldas, MG. Dissertação de mestrado, UFV. 2006.

MAGALHÃES, J. H. R.; MAIMONI-RODELLA, R. C. Floristic composition of a freshwater swamp forest remnant in southeastern Brazil. *Check List*, v. 8, n. 4, p. 832-838, 2012.

MARCON, A. K.; SILVA, A. C. DA; HIGUCHI, P.; FERREIRA, T. S.; MISSIO, F. F.; SALAMI, B.; ROSA, A. D.; NEGRINI, M.; BENTO, M. A.; BUZZI-JÚNIOR, F. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebulosa em Ubirici, Planalto Catarinense. *Scientia Forestalis*, v. 42, n. 103, p. 439-450, 2014.

MARTIN, P. H.; BELLINGHAM, P. J. Towards integrated ecological research in tropical montane cloud forests. *Journal of Tropical Ecology*, v. 32, n. 5, p. 345-354, 2016.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. Livro vermelho da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

MCCUNE, B.; GRACE, J. B.; URBAN, D. L. Analysis of ecological communities. MjM software design Gleneden Beach, OR, 2002.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; DE MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A. M. Estabelecimento de matas ripárias e capões nos ecossistemas campestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, p. 1-11, 1996.

MEIRELES, L.D. & SHEPHERD, G.J. Structure and floristic similarities of upper montane forests in Serra Fina mountain range, southeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* v. 29, n. 1, p. 58–72. 2015.

MEIRELES, L.D., SHEPHERD, G.J.; KINOSHITA, L.S. 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, n. 4, p. 559–574, 2008.

MENDONÇA, J. G. F. Campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio: florística, fitossociologia e relação solo-vegetação. Dissertação de mestrado: UFJF. 2017.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. Introduction: the Brazilian atlantic forest. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 786-792, 2000.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NAIMI, B.; A.S. HAMM, N.; GROEN, T. A.; SKIDMORE, A. K.; TOXOPEUS, A. G. Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling. *Ecography*, v. 37, p. 191-203, 2014.

NEVES, D. M.; DEXTER, K. G.; PENNINGTON, R. T.; VALENTE, A. S. M.; BUENO, M. L.; EISENLOH, P. V.; FONTES, M. A. L.; MIRANDA, P. L. S.; MOREIRA, S. N.; REZENDE, V. L.; SAITER, F. Z.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Dissecting a biodiversity hotspot: The importance of environmentally marginal habitats in the Atlantic Forest Domain of South America. *Diversity and Distributions*, p. 1-12, 2017.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLIN, D; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G. L; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E; WAGNER, H. *Vegan: Community Ecology Package*. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 04/04/2016.

OLIVEIRA-FILHO, A. 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, n. 2, p. 237-258, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 2, p. 291-309, 2004.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. *Biotropica*, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

PEREIRA, I.M., OLIVEIRA-FILHO, A.T., BOTELHO, S.A., CARVALHO, W.A.C., FONTES, M.A.L., SCHIAVINI, I.; SILVA, A.F. Composição florística do compartimento arbóreo de cinco remanescentes florestais do maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. *Rodriguésia* v. 57, n. 1, p. 103-126. 2006.

PEREIRA, L. C.; CHAUTEMS, A.; DE MACÊDO MELLO, R.; NETO, L. M. Gesneriaceae no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica*, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2013.

POMPEU, P. V.; FONTES, M. A. L.; SANTOS, R. M.; GARCIA, P. O.; BATISTA, T. A.; CARVALHO, W. A. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Floristic composition and structure of an upper montane cloud forest in the Serra da Mantiqueira Mountain Range of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 28, n. 3, p. 456-464, 2014.

PPG-I: The Pteridophyte Phylogeny Group. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, v 54, n 6, p. 563-603., 2016

PRATT, D.J.; PRESTON, L. The economics of mountain resource flows. *Unasylva* 195: 42-53. 1998.

PRICE, M. F. Mountains: globally important ecosystems. *Unasylva*, p. 3-12, 1998.

R-CORE-TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

ROMAN, L.; SCATENA, F.; BRUIJNZEEL, L. Global and local variations in tropical montane cloud forest soils. In: BRUIJNZEEL, L. A.; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (Eds.); *Tropical montane cloud forests: Science for conservation and management*. p.77-89, Cambridge: Cambridge University Press. 2010.

SAMPAIO, A. B., WALTER, B. M. T., FELFILI, J. M. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. *Acta Botanica Brasilica*, v. 14, n. 2, pp. 197-214. 2000.

SANTANA, L. D. Impacto do incêndio florestal na comunidade arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial Altomontana na Serra da Mantiqueira Meridional (Minas Gerais). Dissertação de mestrado, UFJF. 2016.

SANTANA, L.D., RIBEIRO, J. H. C., IVANAUSKAS, N. M., CARVALHO, F. A. Estrutura, diversidade e heterogeneidade de uma Floresta Ombrófila Mista Altomontana em seu extremo norte de distribuição (Minas Gerais). *Ciência Florestal* (In press).

SANTIAGO, D. S. Composição florística, similaridade e influência de variáveis ambientais de uma Floresta de Araucária na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de mestrado, UFJF. 2014.

SCARANO, F.; DUARTE, H.; FRANCO, A.; GEBLER, A.; MATTOS, E. A.; RENNENBERG, H, LÜTTGE, U. Physiological synecology of tree species in relation to geographic distribution and ecophysiological parameters at the Atlantic forest periphery in Brazil: an overview. *Trees*, v. 19, n. 5, p. 493-496, 2005.

SCARANO, F.; DUARTE, H.; RIBEIRO, K. T.; RODRIGUES, P. J. F. P.; BARCELLOS, E.M.B. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 136, n. 4, p. 345-364, 2001.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SCARANO, F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1201-1208, 2009.

SCATENA, F.; BRUIJNZEEL, L.; BUBB, P.; DAS, S. Setting the stage. In: BRUIJNZEEL, L. A. ; SCATENA, F. N.; HAMILTON, L. S. (Eds.); , *Tropical montane cloud forests: Science for Conservation and Management*. v. 1, p.3-13, Cambridge University Press: Cambridge, UK. 2010.

SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, V. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 4, 2011.

SILVER, W. L.; LUGO, A.; KELLER, M. Soil oxygen availability and biogeochemistry along rainfall and topographic gradients in upland wet tropical forest soils. *Biogeochemistry*, v. 44, n. 3, p. 301-328, 1999.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P.; KAMINO, L. H. Y. *Plantas da floresta atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.

TANNER, E.; VITOUSEK, P. M.; CUEVAS, E. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. *Ecology*, v. 79, n. 1, p. 10-22, 1998.

TEIXEIRA, A. P. *Composição florística e distribuição das espécies arbóreas em florestas paludosas interioranas do sudeste e centro-oeste do Brasil*. Tese de doutorado, UEP. 2008.

THIERS, B. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 1/2018.

TONIATO, M. T. Z.; LEITÃO FILHO, H. DE F.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. *Brazilian Journal of Botany*, v. 21, n. 2, p. 197-210, 1998.

TURNER, I. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of applied Ecology*, p. 200-209. 1996.

UNEP/CBD/AHTEG-MB. *Programme of work on mountain biological diversity*. United Nations Environmental Program, Convention of Biological Diversity, Ad Hoc Technical Expert Group on Mountain Biodiversity. Montreal: United Nations Environment Programme. 2003.

VALENTE, A. S. M.; GARCIA, P. O.; SALIMENA, F. R. G.; DE OLIVEIRA-FILHO, A. T. *Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica na Serra Negra, Rio Preto-MG*. *Rodriguésia*, v. 62, n. 2, p. 321-340. 2011.

VÁZQUEZ-GÁRCIA, J.A. *Cloud forests archipelagos: Preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America*. In: HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O.; SCATENA, F.N. (eds) *Tropical Montane Cloud Forests*, pp.315-332. New York: Springer-Verlag. 1995.

WICKHAM, H. *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. 2009. Disponível em: <http://ggplot2.org>. Acesso em: 08/06/2017.

Anexo 1: Tabelas fitossociológicas para os dez capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Anexo 1- A: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C01 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	102	10	510	20.634	19.137	35.599	6.536	61.272
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	46	10	230	6.752	8.630	11.648	6.536	26.814
<i>Myrciaria floribunda</i>	68	10	340	3.513	12.758	6.061	6.536	25.355
<i>Ilex</i> sp1	41	10	205	3.204	7.692	5.528	6.536	19.756
<i>Miconia pusilliflora</i>	53	8	265	1.101	9.944	1.900	5.229	17.072
<i>Myrcia pulchra</i>	26	7	130	3.088	4.878	5.327	4.575	14.780
<i>Lauraceae</i> sp3	12	5	60	3.299	2.251	5.691	3.268	11.210
<i>Psychotria vellosiana</i>	17	7	85	1.343	3.189	2.317	4.575	10.082
<i>Maytenus</i> sp1	14	7	70	1.417	2.627	2.445	4.575	9.647
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	10	5	50	2.588	1.876	4.465	3.268	9.609
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	19	5	95	0.841	3.565	1.451	3.268	8.284
<i>Cabralea canjerana</i>	11	5	55	1.535	2.064	2.647	3.268	7.979
<i>Myrcia splendens</i>	12	7	60	0.398	2.251	0.686	4.575	7.512
<i>Cordia concolor</i>	14	6	70	0.205	2.627	0.353	3.922	6.902
<i>Nectandra grandiflora</i>	5	3	25	2.022	0.938	3.489	1.961	6.388
<i>Roupala montana</i>	11	4	55	0.525	2.064	0.906	2.614	5.584
<i>Prunus myrtifolia</i>	7	6	35	0.214	1.313	0.368	3.922	5.603
<i>Clethra scabra</i>	5	3	25	0.657	0.938	1.134	1.961	4.033

<i>Myrsine umbellata</i>	6	3	30	0.442	1.126	0.762	1.961	3.849
<i>Lamanonia ternata</i>	2	2	10	0.969	0.375	1.672	1.307	3.355
<i>Eugenia cf. widgrenii</i>	4	3	20	0.340	0.750	0.586	1.961	3.297
Indeterminada 1	7	2	35	0.288	1.313	0.497	1.307	3.118
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	2	10	0.765	0.375	1.320	1.307	3.003
<i>Annona</i> sp1	10	1	50	0.158	1.876	0.272	0.654	2.802
<i>Rudgea jasminoides</i>	3	3	15	0.040	0.563	0.069	1.961	2.593
<i>Symplocos celastrinea</i>	3	2	15	0.400	0.563	0.690	1.307	2.560
<i>Ocotea corymbosa</i>	4	2	20	0.254	0.750	0.439	1.307	2.496
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	5	2	25	0.137	0.938	0.236	1.307	2.481
<i>Drimys brasiliensis</i>	2	2	10	0.255	0.375	0.440	1.307	2.123
<i>Alchornea triplinervia</i>	2	2	10	0.085	0.375	0.147	1.307	1.830
<i>Myrsine gardneriana</i>	2	1	10	0.278	0.375	0.480	0.654	1.509
Indeterminada 3	1	1	5	0.070	0.188	0.121	0.654	0.962
<i>Macropelplus dentatus</i>	1	1	5	0.031	0.188	0.054	0.654	0.895
<i>Cinnamomum</i> sp.	1	1	5	0.030	0.188	0.052	0.654	0.893
<i>Miconia sellowiana</i>	1	1	5	0.021	0.188	0.036	0.654	0.878
<i>Myrtaceae</i> sp1	1	1	5	0.018	0.188	0.030	0.654	0.871
<i>Schefflera cf. calva</i>	1	1	5	0.018	0.188	0.030	0.654	0.871
<i>Laplacea fruticosa</i>	1	1	5	0.017	0.188	0.029	0.654	0.870
<i>Leandra carassana</i>	1	1	5	0.011	0.188	0.020	0.654	0.861
Total	533	153	2665	57.964	100	100	100	300
mortas	56	10	280	4.244	9.318	6.643	5.882	21.843

Anexo 1- B: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C02 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m²/ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	61	9	305	11.488	13.232	22.860	6.294	42.386
<i>Myrciaria floribunda</i>	93	10	465	5.006	20.174	9.962	6.993	37.128
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	35	7	175	4.893	7.592	9.737	4.895	22.224
<i>Miconia pusilliflora</i>	53	8	265	1.108	11.497	2.205	5.594	19.296
<i>Ilex</i> sp1	22	7	110	4.044	4.772	8.047	4.895	17.714
<i>Maytenus</i> sp1	18	7	90	4.102	3.905	8.163	4.895	16.963
<i>Myrcia pulchra</i>	18	8	90	1.475	3.905	2.935	5.594	12.434
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	12	5	60	2.383	2.603	4.742	3.497	10.842
<i>Myrcia splendens</i>	12	8	60	0.651	2.603	1.295	5.594	9.493
<i>Nectandra grandiflora</i>	8	2	40	3.126	1.735	6.221	1.399	9.355
<i>Ocotea corymbosa</i>	10	5	50	1.712	2.169	3.406	3.497	9.071
<i>Cabralea canjerana</i>	11	5	55	1.551	2.386	3.087	3.497	8.970
<i>Myrsine umbellata</i>	15	4	75	1.108	3.254	2.204	2.797	8.255
<i>Cordia concolor</i>	13	7	65	0.204	2.820	0.406	4.895	8.121
<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i>	8	5	40	1.148	1.735	2.284	3.497	7.516
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	6	40	0.642	1.735	1.277	4.196	7.208
<i>Vernonanthura discolor</i>	4	4	20	1.251	0.868	2.489	2.797	6.154
<i>Ocotea odorifera</i>	4	4	20	0.416	0.868	0.827	2.797	4.492
<i>Psychotria vellosiana</i>	6	3	30	0.368	1.302	0.733	2.098	4.132
<i>Drimys brasiliensis</i>	5	4	25	0.070	1.085	0.140	2.797	4.022
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	2	2	10	1.049	0.434	2.088	1.399	3.921
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	5	3	25	0.259	1.085	0.515	2.098	3.698
<i>Myrsine gardneriana</i>	6	2	30	0.505	1.302	1.004	1.399	3.705

<i>Symplocos falcata</i>	6	1	30	0.174	1.302	0.346	0.699	2.347
<i>Lauraceae</i> sp3	3	2	15	0.090	0.651	0.179	1.399	2.229
<i>Myrcia venulosa</i>	2	2	10	0.134	0.434	0.266	1.399	2.099
<i>Miconia sellowiana</i>	2	2	10	0.108	0.434	0.214	1.399	2.047
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	5	1	25	0.064	1.085	0.127	0.699	1.911
<i>Rudgea jasminoides</i>	2	2	10	0.023	0.434	0.046	1.399	1.879
<i>Schefflera</i> cf. <i>calva</i>	1	1	5	0.348	0.217	0.692	0.699	1.608
<i>Macropelplus dentatus</i>	3	1	15	0.083	0.651	0.165	0.699	1.515
<i>Roupala montana</i>	2	1	10	0.178	0.434	0.353	0.699	1.486
<i>Myrceugenia rufescens</i>	1	1	5	0.192	0.217	0.382	0.699	1.299
<i>Guatteria</i> sp1	1	1	5	0.189	0.217	0.377	0.699	1.293
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	2	1	10	0.070	0.434	0.139	0.699	1.272
<i>Clethra scabra</i>	1	1	5	0.021	0.217	0.042	0.699	0.958
<i>Laplacea fruticosa</i>	1	1	5	0.021	0.217	0.042	0.699	0.958
Total	461	143	2305	50.254	100	100	100	300
mortas	52	9	260	3.599	9.981	6.431	5.732	22.144

Anexo 1- C: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C03 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	DA	FA	DA (ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	59	10	295	19.095	14.461	38.697	6.329	59.487
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	45	9	225	10.002	11.029	20.270	5.696	36.996
<i>Miconia pusilliflora</i>	48	7	240	0.835	11.765	1.691	4.430	17.886
<i>Maytenus</i> sp1	17	5	85	2.607	4.167	5.283	3.165	12.615
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	20	8	100	1.262	4.902	2.558	5.063	12.523
<i>Ilex</i> sp1	16	7	80	1.585	3.922	3.211	4.430	11.563
<i>Psychotria vellosiana</i>	24	6	120	0.611	5.882	1.238	3.797	10.918
<i>Myrcia pulchra</i>	12	7	60	1.627	2.941	3.297	4.430	10.669
<i>Myrcia splendens</i>	20	7	100	0.679	4.902	1.376	4.430	10.709
<i>Myrciaria floribunda</i>	14	5	70	1.249	3.431	2.531	3.165	9.127
<i>Drimys brasiliensis</i>	14	7	70	0.465	3.431	0.943	4.430	8.804
<i>Cordia concolor</i>	12	6	60	0.165	2.941	0.335	3.797	7.074
<i>Prunus myrtifolia</i>	10	5	50	0.480	2.451	0.973	3.165	6.588
<i>Myrsine umbellata</i>	9	5	45	0.514	2.206	1.042	3.165	6.413
<i>Cabralea canjerana</i>	8	4	40	0.907	1.961	1.838	2.532	6.331
<i>Ocotea corymbosa</i>	7	4	35	0.869	1.716	1.762	2.532	6.009
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	6	5	30	0.476	1.471	0.964	3.165	5.600
<i>Symplocos celastrinea</i>	7	4	35	0.587	1.716	1.189	2.532	5.436
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	3	30	0.557	1.471	1.128	1.899	4.498
<i>Leandra carassana</i>	6	3	30	0.494	1.471	1.002	1.899	4.371
<i>Nectandra grandiflora</i>	4	4	20	0.111	0.980	0.224	2.532	3.736
<i>Clethra scabra</i>	2	2	10	0.919	0.490	1.863	1.266	3.619
<i>Myrsine lancifolia</i>	5	3	25	0.096	1.225	0.194	1.899	3.318

<i>Myrsine gardneriana</i>	3	3	15	0.259	0.735	0.525	1.899	3.159
<i>Myrcia venulosa</i>	3	3	15	0.148	0.735	0.299	1.899	2.933
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	3	3	15	0.135	0.735	0.274	1.899	2.908
<i>Ilex</i> sp2	2	2	10	0.499	0.490	1.012	1.266	2.768
<i>Lauraceae</i> sp3	3	2	15	0.194	0.735	0.393	1.266	2.394
<i>Miconia budlejoides</i>	2	2	10	0.092	0.490	0.186	1.266	1.942
<i>Macropeplus dentatus</i>	3	1	15	0.176	0.735	0.357	0.633	1.726
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	1	1	5	0.344	0.245	0.697	0.633	1.575
<i>Vernonanthura discolor</i>	1	1	5	0.284	0.245	0.576	0.633	1.454
<i>Huberia nettoana</i>	2	1	10	0.155	0.490	0.315	0.633	1.438
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	5	0.212	0.245	0.430	0.633	1.308
<i>Lauraceae</i> sp4	2	1	10	0.072	0.490	0.146	0.633	1.269
<i>Roupala montana</i>	1	1	5	0.134	0.245	0.271	0.633	1.149
<i>Maytenus evonymoides</i>	1	1	5	0.096	0.245	0.194	0.633	1.072
<i>Ouratea</i> sp1	1	1	5	0.088	0.245	0.178	0.633	1.056
<i>Myrcia laruotteana</i>	1	1	5	0.077	0.245	0.156	0.633	1.034
<i>Alsophila setosa</i>	1	1	5	0.049	0.245	0.099	0.633	0.977
<i>Rudgea jasminoides</i>	1	1	5	0.042	0.245	0.085	0.633	0.963
Indeterminada 7	1	1	5	0.033	0.245	0.068	0.633	0.946
<i>Schefflera</i> cf. <i>calva</i>	1	1	5	0.026	0.245	0.052	0.633	0.930
<i>Solanaceae</i> sp1	1	1	5	0.018	0.245	0.036	0.633	0.914
<i>Annona</i> sp1	1	1	5	0.010	0.245	0.021	0.633	0.899
Indeterminada 9	1	1	5	0.010	0.245	0.021	0.633	0.899
Total	408	158	2040	49.344	100	100	100	300
mortas	64	10	320	3.729	13.389	6.911	5.780	26.081

Anexo 1- D: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C04 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	DA(ind/ha)	AB(m²/ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	53	10	265	12.918	11.857	25.396	6.173	43.426
<i>Myrcia pulchra</i>	47	9	235	6.683	10.515	13.139	5.556	29.209
<i>Miconia pusilliflora</i>	77	10	385	1.720	17.226	3.381	6.173	26.779
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	26	6	130	6.461	5.817	12.702	3.704	22.222
<i>Myrcia splendens</i>	42	9	210	2.201	9.396	4.326	5.556	19.278
<i>Myrciaria floribunda</i>	27	8	135	1.404	6.040	2.760	4.938	13.739
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	17	9	85	1.405	3.803	2.762	5.556	12.121
<i>Ocotea corymbosa</i>	10	6	50	2.909	2.237	5.720	3.704	11.661
<i>Ilex</i> sp1	12	7	60	2.044	2.685	4.019	4.321	11.024
<i>Alchornea triplinervia</i>	14	6	70	1.506	3.132	2.960	3.704	9.796
<i>Roupala montana</i>	10	5	50	2.057	2.237	4.043	3.086	9.367
<i>Cordia concolor</i>	20	7	100	0.313	4.474	0.614	4.321	9.410
<i>Myrsine gardneriana</i>	9	5	45	1.655	2.013	3.253	3.086	8.353
<i>Maytenus</i> sp1	7	6	35	1.431	1.566	2.812	3.704	8.082
<i>Psychotria vellosiana</i>	9	5	45	0.841	2.013	1.653	3.086	6.753
<i>Prunus myrtifolia</i>	5	5	25	0.082	1.119	0.162	3.086	4.367
<i>Miconia sellowiana</i>	6	4	30	0.227	1.342	0.446	2.469	4.257
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	5	3	25	0.291	1.119	0.573	1.852	3.543
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	4	3	20	0.376	0.895	0.740	1.852	3.487
<i>Symplocos insignis</i>	3	3	15	0.270	0.671	0.531	1.852	3.054
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	2	2	10	0.596	0.447	1.172	1.235	2.854
<i>Symplocos celastrinea</i>	3	3	15	0.129	0.671	0.254	1.852	2.777
<i>Nectandra grandiflora</i>	3	3	15	0.072	0.671	0.141	1.852	2.664

<i>Ouratea</i> sp2	3	3	15	0.047	0.671	0.092	1.852	2.615
<i>Lauraceae</i> sp3	2	2	10	0.420	0.447	0.825	1.235	2.507
<i>Drimys brasiliensis</i>	4	2	20	0.167	0.895	0.329	1.235	2.458
<i>Mollinedia</i> sp.	3	2	15	0.236	0.671	0.463	1.235	2.369
<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i>	2	2	10	0.278	0.447	0.547	1.235	2.229
<i>Cabralea canjerana</i>	2	2	10	0.232	0.447	0.457	1.235	2.139
<i>Macropeplus dentatus</i>	2	2	10	0.222	0.447	0.436	1.235	2.118
Indeterminada 1	3	1	15	0.300	0.671	0.590	0.617	1.879
<i>Myrcia venulosa</i>	2	2	10	0.067	0.447	0.132	1.235	1.814
<i>Lamanonia ternata</i>	1	1	5	0.473	0.224	0.929	0.617	1.770
<i>Clethra scabra</i>	1	1	5	0.398	0.224	0.782	0.617	1.623
<i>Miconia budlejoides</i>	3	1	15	0.068	0.671	0.133	0.617	1.421
<i>Laplacea fruticosa</i>	1	1	5	0.139	0.224	0.272	0.617	1.113
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	2	1	10	0.028	0.447	0.054	0.617	1.119
<i>Myrsine lancifolia</i>	1	1	5	0.070	0.224	0.138	0.617	0.979
<i>Vernonanthura discolor</i>	1	1	5	0.070	0.224	0.138	0.617	0.979
<i>Myrceugenia myrcioides</i>	1	1	5	0.027	0.224	0.053	0.617	0.894
<i>Croton alchorneicarpus</i>	1	1	5	0.018	0.224	0.034	0.617	0.875
<i>Maytenus</i> sp2	1	1	5	0.017	0.224	0.033	0.617	0.874
Total	447	162	2235	50.867	100	100	100	300
mortas	73	10	365	5.721	14.038	10.110	5.587	29.735

Anexo 1- E: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C05 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m²/ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	44	9	220	9.996	9.503	26.531	5.590	41.625
<i>Myrcia splendens</i>	45	10	225	2.018	9.719	5.355	6.211	21.286
<i>Myrcia laruotteana</i>	47	4	235	3.136	10.151	8.323	2.484	20.959
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	35	10	175	2.331	7.559	6.188	6.211	19.958
<i>Myrcia pulchra</i>	30	8	150	3.204	6.479	8.505	4.969	19.953
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	25	8	125	3.312	5.400	8.789	4.969	19.158
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	25	9	125	1.516	5.400	4.024	5.590	15.013
<i>Miconia pusilliflora</i>	31	7	155	0.644	6.695	1.709	4.348	12.752
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	35	4	175	0.901	7.559	2.392	2.484	12.436
<i>Myrciaria floribunda</i>	13	7	65	1.258	2.808	3.338	4.348	10.494
<i>Ilex</i> sp1	9	6	45	1.509	1.944	4.006	3.727	9.676
<i>Cordia concolor</i>	14	7	70	0.408	3.024	1.083	4.348	8.455
<i>Alchornea triplinervia</i>	12	5	60	0.844	2.592	2.239	3.106	7.937
<i>Myrsine gardneriana</i>	8	6	40	0.809	1.728	2.146	3.727	7.600
<i>Ocotea corymbosa</i>	8	5	40	0.599	1.728	1.590	3.106	6.423
<i>Lauraceae</i> sp3	10	4	50	0.443	2.160	1.175	2.484	5.819
<i>Cabralea canjerana</i>	5	4	25	0.700	1.080	1.859	2.484	5.423
<i>Psychotria vellosiana</i>	7	4	35	0.441	1.512	1.171	2.484	5.168
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	7	3	35	0.659	1.512	1.750	1.863	5.126
<i>Ocotea odorifera</i>	4	2	20	0.918	0.864	2.435	1.242	4.542
<i>Myrcia venulosa</i>	4	3	20	0.111	0.864	0.295	1.863	3.022
<i>Drimys brasiliensis</i>	3	3	15	0.140	0.648	0.372	1.863	2.883
<i>Prunus myrtifolia</i>	3	3	15	0.076	0.648	0.201	1.863	2.713

<i>Miconia budlejoides</i>	4	2	20	0.110	0.864	0.293	1.242	2.399
<i>Symplocos insignis</i>	4	2	20	0.102	0.864	0.271	1.242	2.377
<i>Macropeplus dentatus</i>	3	2	15	0.160	0.648	0.425	1.242	2.315
<i>Myrceugenia rufescens</i>	4	2	20	0.073	0.864	0.194	1.242	2.301
<i>Croton alchorneicarpus</i>	2	2	10	0.134	0.432	0.357	1.242	2.031
<i>Symplocos falcata</i>	2	2	10	0.057	0.432	0.150	1.242	1.825
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2	2	10	0.037	0.432	0.097	1.242	1.771
<i>Guatteria australis</i>	2	1	10	0.264	0.432	0.701	0.621	1.754
<i>Nectandra grandiflora</i>	2	2	10	0.020	0.432	0.052	1.242	1.727
<i>Maytenus</i> sp1	1	1	5	0.189	0.216	0.503	0.621	1.340
<i>Cyathea corcovadensis</i>	1	1	5	0.136	0.216	0.361	0.621	1.199
<i>Huberia nettoana</i>	2	1	10	0.023	0.432	0.062	0.621	1.115
<i>Symplocos celastrinea</i>	1	1	5	0.099	0.216	0.264	0.621	1.101
<i>Myrcia montana</i>	1	1	5	0.070	0.216	0.186	0.621	1.023
<i>Roupala montana</i>	1	1	5	0.046	0.216	0.122	0.621	0.959
<i>Myrcia guianensis</i>	1	1	5	0.036	0.216	0.095	0.621	0.932
<i>Myrcia palustris</i>	1	1	5	0.031	0.216	0.083	0.621	0.920
<i>Solanum capoerum</i>	1	1	5	0.031	0.216	0.083	0.621	0.920
Indeterminada 9	1	1	5	0.029	0.216	0.078	0.621	0.915
<i>Vernonanthura discolor</i>	1	1	5	0.025	0.216	0.066	0.621	0.903
<i>Clethra scabra</i>	1	1	5	0.017	0.216	0.044	0.621	0.881
<i>Ouratea</i> sp1	1	1	5	0.013	0.216	0.034	0.621	0.871
Total	463	161	2315	37.678	100	100	100	300
mortas	49	9	245	3.307	9.459	7.917	5.143	22.519

Anexo 1- F: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C06 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	DA(ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	56	10	280	15.928	12.613	30.418	6.098	49.129
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	30	9	150	7.368	6.757	14.071	5.488	26.315
<i>Myrciaria floribunda</i>	48	9	240	3.074	10.811	5.870	5.488	22.168
<i>Ilex</i> sp1	25	8	125	4.386	5.631	8.376	4.878	18.885
<i>Miconia pusilliflora</i>	49	7	245	1.277	11.036	2.438	4.268	17.743
<i>Myrcia splendens</i>	39	9	195	1.586	8.784	3.028	5.488	17.299
<i>Myrsine gardneriana</i>	19	8	95	1.310	4.279	2.502	4.878	11.660
<i>Psychotria vellosiana</i>	21	6	105	1.611	4.730	3.076	3.659	11.464
<i>Cordia concolor</i>	21	9	105	0.475	4.730	0.907	5.488	11.125
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	14	6	70	1.096	3.153	2.092	3.659	8.904
<i>Myrcia pulchra</i>	8	6	40	1.428	1.802	2.727	3.659	8.187
<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i>	10	4	50	1.805	2.252	3.448	2.439	8.139
<i>Roupala montana</i>	5	5	25	1.725	1.126	3.294	3.049	7.469
<i>Drimys brasiliensis</i>	10	6	50	0.581	2.252	1.110	3.659	7.021
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	9	3	45	1.448	2.027	2.764	1.829	6.621
<i>Ocotea corymbosa</i>	7	5	35	0.899	1.577	1.716	3.049	6.342
<i>Cabralea canjerana</i>	8	5	40	0.695	1.802	1.327	3.049	6.177
<i>Maytenus</i> sp1	5	4	25	0.548	1.126	1.046	2.439	4.612
<i>Prunus myrtifolia</i>	7	4	35	0.308	1.577	0.588	2.439	4.603
<i>Lauraceae</i> sp3	7	4	35	0.302	1.577	0.576	2.439	4.592
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	3	3	15	0.901	0.676	1.721	1.829	4.226
<i>Lamanonia ternata</i>	2	2	10	0.762	0.450	1.456	1.220	3.125
<i>Symplocos celastrinea</i>	4	3	20	0.210	0.901	0.402	1.829	3.132

<i>Podocarpus lambertii</i>	3	2	15	0.632	0.676	1.206	1.220	3.101
<i>Myrsine umbellata</i>	4	3	20	0.168	0.901	0.322	1.829	3.052
<i>Myrcia venulosa</i>	4	3	20	0.149	0.901	0.284	1.829	3.014
<i>Miconia sellowiana</i>	4	3	20	0.144	0.901	0.275	1.829	3.005
<i>Clethra scabra</i>	3	3	15	0.218	0.676	0.417	1.829	2.922
<i>Vernonanthura discolor</i>	3	2	15	0.493	0.676	0.941	1.220	2.837
<i>Ouratea</i> sp1	3	2	15	0.050	0.676	0.096	1.220	1.991
<i>Myrceugenia rufescens</i>	2	2	10	0.081	0.450	0.155	1.220	1.825
<i>Croton alchorneicarpus</i>	2	2	10	0.068	0.450	0.130	1.220	1.800
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	2	2	10	0.034	0.450	0.066	1.220	1.736
<i>Maytenus evonymoides</i>	2	1	10	0.280	0.450	0.535	0.610	1.595
<i>Solanum pseudoquina</i>	2	1	10	0.259	0.450	0.494	0.610	1.554
<i>Miconia budlejoides</i>	1	1	5	0.027	0.225	0.051	0.610	0.886
<i>Aspidosperma olivaceum</i>	1	1	5	0.023	0.225	0.044	0.610	0.879
<i>Ouratea</i> sp2	1	1	5	0.017	0.225	0.032	0.610	0.867
Total	444	164	2220	52.364	100	100	100	300
mortas	67	9	335	4.135	12.786	7.080	5.056	24.922

Anexo 1- G: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C07 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	55	10	275	13.116	10.680	26.768	5.405	42.853
<i>Myrcia pulchra</i>	36	7	180	3.968	6.990	8.098	3.784	18.872
<i>Ocotea corymbosa</i>	22	9	110	3.833	4.272	7.823	4.865	16.960
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	29	10	145	2.119	5.631	4.324	5.405	15.360
<i>Miconia pusilliflora</i>	44	9	220	0.850	8.544	1.735	4.865	15.143
<i>Psychotria vellosiana</i>	34	10	170	1.469	6.602	2.998	5.405	15.005
<i>Myrciaria floribunda</i>	38	7	190	1.878	7.379	3.833	3.784	14.996
<i>Myrcia splendens</i>	31	10	155	1.241	6.019	2.532	5.405	13.957
<i>Ilex</i> sp1	21	8	105	2.588	4.078	5.282	4.324	13.684
<i>Cordia concolor</i>	35	7	175	0.790	6.796	1.613	3.784	12.193
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	14	9	70	2.071	2.718	4.227	4.865	11.810
<i>Cabralea canjerana</i>	14	5	70	2.132	2.718	4.351	2.703	9.772
<i>Schefflera</i> cf. <i>calva</i>	17	5	85	1.587	3.301	3.239	2.703	9.242
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	15	7	75	1.229	2.913	2.508	3.784	9.205
<i>Symplocos celastrinea</i>	13	6	65	1.084	2.524	2.213	3.243	7.981
<i>Roupala montana</i>	9	5	45	1.486	1.748	3.034	2.703	7.484
<i>Myrsine umbellata</i>	9	4	45	0.753	1.748	1.537	2.162	5.447
<i>Macropeplus dentatus</i>	6	4	30	0.673	1.165	1.373	2.162	4.700
<i>Miconia sellowiana</i>	8	4	40	0.273	1.553	0.557	2.162	4.272
<i>Myrcia venulosa</i>	7	4	35	0.217	1.359	0.444	2.162	3.965
<i>Maytenus</i> sp1	4	2	20	0.926	0.777	1.891	1.081	3.748
<i>Prunus myrtifolia</i>	5	4	25	0.290	0.971	0.593	2.162	3.726
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	4	3	20	0.372	0.777	0.760	1.622	3.158

<i>Eugenia cf. widgrenii</i>	4	3	20	0.271	0.777	0.552	1.622	2.951
<i>Myrcia laruotteana</i>	2	1	10	0.926	0.388	1.890	0.541	2.819
<i>Clethra scabra</i>	3	3	15	0.194	0.583	0.395	1.622	2.599
<i>Lauraceae</i> sp3	4	3	20	0.048	0.777	0.098	1.622	2.496
<i>Weinmannia paulliniifolia</i>	2	1	10	0.537	0.388	1.095	0.541	2.024
<i>Araucaria angustifolia</i>	2	2	10	0.252	0.388	0.515	1.081	1.984
<i>Myrsine gardneriana</i>	2	2	10	0.115	0.388	0.234	1.081	1.704
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	2	2	10	0.067	0.388	0.138	1.081	1.607
<i>Solanum pseudoquina</i>	2	1	10	0.331	0.388	0.676	0.541	1.605
<i>Solanum swartzianum</i>	2	2	10	0.028	0.388	0.057	1.081	1.527
<i>Croton alchorneicarpus</i>	2	1	10	0.202	0.388	0.412	0.541	1.341
<i>Ouratea</i> sp1	1	1	5	0.274	0.194	0.559	0.541	1.294
<i>Drimys brasiliensis</i>	2	1	10	0.090	0.388	0.184	0.541	1.113
<i>Annona</i> sp1	2	1	10	0.064	0.388	0.131	0.541	1.060
<i>Dicksonia sellowiana</i>	1	1	5	0.148	0.194	0.302	0.541	1.037
<i>Miconia acutifolia</i>	2	1	10	0.040	0.388	0.081	0.541	1.010
<i>Dalbergia villosa</i>	1	1	5	0.118	0.194	0.241	0.541	0.976
<i>Vernonanthura discolor</i>	1	1	5	0.099	0.194	0.203	0.541	0.938
<i>Ouratea</i> sp2	1	1	5	0.067	0.194	0.137	0.541	0.871
Indeterminada 8	1	1	5	0.046	0.194	0.094	0.541	0.829
<i>Alchornea triplinervia</i>	1	1	5	0.045	0.194	0.091	0.541	0.826
<i>Piptocarpha regnellii</i>	1	1	5	0.025	0.194	0.051	0.541	0.785
<i>Laplacea fruticosa</i>	1	1	5	0.022	0.194	0.045	0.541	0.780
<i>Symplocos insignis</i>	1	1	5	0.018	0.194	0.036	0.541	0.771
<i>Rudgea jasminoides</i>	1	1	5	0.014	0.194	0.029	0.541	0.764
<i>Mollinedia</i> sp.	1	1	5	0.010	0.194	0.021	0.541	0.756
Total	515	185	2575	48.998	100	100	100	300
morta	46	10	230	2.508	8.014	4.646	4.926	17.586

Anexo 1- H: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C08 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m²/ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	31	9	155	11.252	6.392	21.164	5.085	32.640
<i>Eugenia cf. widgrenii</i>	48	8	240	4.879	9.897	9.176	4.520	23.593
<i>Araucaria angustifolia</i>	7	7	35	9.188	1.443	17.281	3.955	22.679
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	37	10	185	4.828	7.629	9.080	5.650	22.359
<i>Myrciaria floribunda</i>	41	9	205	2.723	8.454	5.122	5.085	18.660
<i>Ilex sp1</i>	22	9	110	3.484	4.536	6.553	5.085	16.174
<i>Myrcia splendens</i>	34	9	170	1.210	7.010	2.276	5.085	14.371
<i>Cordia concolor</i>	34	9	170	0.705	7.010	1.325	5.085	13.420
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	17	7	85	2.230	3.505	4.194	3.955	11.654
<i>Roupala montana</i>	12	6	60	2.182	2.474	4.103	3.390	9.967
<i>Myrsine gardneriana</i>	19	6	95	1.331	3.918	2.504	3.390	9.811
<i>Myrcia venulosa</i>	15	6	75	1.065	3.093	2.002	3.390	8.485
<i>Miconia pusilliflora</i>	22	5	110	0.475	4.536	0.893	2.825	8.254
<i>Prunus myrtifolia</i>	14	7	70	0.352	2.887	0.663	3.955	7.504
<i>Myrsine umbellata</i>	12	5	60	1.037	2.474	1.950	2.825	7.249
<i>Ocotea corymbosa</i>	8	6	40	0.997	1.649	1.875	3.390	6.914
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	19	4	95	0.377	3.918	0.709	2.260	6.886
<i>Miconia sellowiana</i>	18	4	90	0.411	3.711	0.773	2.260	6.744
<i>Croton alchorneicarpus</i>	11	6	55	0.408	2.268	0.767	3.390	6.425
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	8	4	40	0.479	1.649	0.901	2.260	4.811
<i>Myrcia pulchra</i>	8	2	40	0.693	1.649	1.303	1.130	4.083

<i>Lauraceae</i> sp3	5	4	25	0.251	1.031	0.472	2.260	3.763
<i>Psychotria vellosiana</i>	5	3	25	0.480	1.031	0.903	1.695	3.629
<i>Miconia latecrenata</i>	6	2	30	0.187	1.237	0.351	1.130	2.718
<i>Vernonanthura discolor</i>	3	3	15	0.095	0.619	0.178	1.695	2.492
Indeterminada 9	3	2	15	0.162	0.619	0.304	1.130	2.053
<i>Podocarpus lambertii</i>	2	2	10	0.226	0.412	0.424	1.130	1.967
<i>Macropeplus dentatus</i>	2	2	10	0.121	0.412	0.228	1.130	1.771
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	2	2	10	0.062	0.412	0.117	1.130	1.660
<i>Miconia budlejoides</i>	2	2	10	0.039	0.412	0.074	1.130	1.616
Indeterminada 3	2	2	10	0.035	0.412	0.065	1.130	1.608
<i>Leandra carassana</i>	2	2	10	0.031	0.412	0.058	1.130	1.601
<i>Nectandra grandiflora</i>	1	1	5	0.418	0.206	0.786	0.565	1.557
<i>Maytenus</i> sp1	1	1	5	0.242	0.206	0.455	0.565	1.226
<i>Drimys brasiliensis</i>	2	1	10	0.062	0.412	0.116	0.565	1.094
<i>Cabralea canjerana</i>	1	1	5	0.143	0.206	0.269	0.565	1.041
<i>Myrcia laruotteana</i>	1	1	5	0.097	0.206	0.183	0.565	0.955
<i>Maytenus evonymoides</i>	1	1	5	0.039	0.206	0.074	0.565	0.845
Indeterminada 5	1	1	5	0.036	0.206	0.067	0.565	0.839
<i>Symplocos falcata</i>	1	1	5	0.033	0.206	0.063	0.565	0.834
Indeterminada 4	1	1	5	0.027	0.206	0.051	0.565	0.822
<i>Solanum pseudoquina</i>	1	1	5	0.023	0.206	0.043	0.565	0.814
<i>Solanum swartzianum</i>	1	1	5	0.023	0.206	0.043	0.565	0.814
<i>symplocos celastrinea</i>	1	1	5	0.019	0.206	0.036	0.565	0.807
<i>Clethra scabra</i>	1	1	5	0.011	0.206	0.022	0.565	0.793
Total	485	177	2425	53.169	100	100	100	300
morta	92	10	460	6.406	15.945	10.752	5.263	31.960

Anexo 1- I: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C09 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	N	F	D (ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	91	10	455	23.221	17.568	41.804	6.061	65.432
<i>Myrciaria floribunda</i>	90	10	450	4.778	17.375	8.602	6.061	32.037
<i>Ilex</i> sp1	36	10	180	5.042	6.950	9.078	6.061	22.088
<i>Miconia pusilliflora</i>	46	9	230	1.393	8.880	2.508	5.455	16.843
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	25	10	125	1.792	4.826	3.226	6.061	14.112
<i>Cabralea canjerana</i>	15	8	75	2.675	2.896	4.816	4.848	12.560
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	11	8	55	2.744	2.124	4.939	4.848	11.911
<i>Myrcia splendens</i>	26	7	130	0.893	5.019	1.607	4.242	10.868
<i>Cordia concolor</i>	21	5	105	0.643	4.054	1.158	3.030	8.243
<i>Psychotria vellosiana</i>	11	8	55	0.396	2.124	0.713	4.848	7.685
<i>Nectandra grandiflora</i>	17	5	85	0.764	3.282	1.376	3.030	7.688
<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i>	10	5	50	1.495	1.931	2.691	3.030	7.652
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	9	5	45	0.838	1.737	1.509	3.030	6.277
<i>Ocotea corymbosa</i>	8	5	40	0.925	1.544	1.666	3.030	6.241
<i>Myrcia pulchra</i>	7	6	35	0.628	1.351	1.131	3.636	6.119
<i>Myrsine gardneriana</i>	12	3	60	0.974	2.317	1.753	1.818	5.888
<i>Macropelplus dentatus</i>	10	4	50	0.828	1.931	1.490	2.424	5.845
<i>Drimys brasiliensis</i>	8	4	40	0.423	1.544	0.761	2.424	4.730
<i>Myrcia venulosa</i>	8	4	40	0.351	1.544	0.631	2.424	4.600
<i>Roupala montana</i>	7	4	35	0.430	1.351	0.774	2.424	4.550
<i>Lauraceae</i> sp3	5	4	25	0.152	0.965	0.273	2.424	3.663
<i>Miconia acutifolia</i>	9	2	45	0.178	1.737	0.320	1.212	3.270
<i>Myrceugenia rufescens</i>	2	2	10	0.755	0.386	1.359	1.212	2.957

<i>Prunus myrtifolia</i>	3	3	15	0.302	0.579	0.543	1.818	2.941
<i>Maytenus sp1</i>	5	2	25	0.273	0.965	0.491	1.212	2.668
<i>Mollinedia sp.</i>	3	3	15	0.142	0.579	0.255	1.818	2.653
<i>Symplocos celastrinea</i>	3	3	15	0.109	0.579	0.196	1.818	2.594
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	1	1	5	0.758	0.193	1.364	0.606	2.163
<i>Myrsine umbellata</i>	3	2	15	0.163	0.579	0.293	1.212	2.084
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	3	2	15	0.150	0.579	0.269	1.212	2.061
<i>Huberia nettoana</i>	2	1	10	0.191	0.386	0.344	0.606	1.336
<i>Eugenia handroana</i>	2	1	10	0.100	0.386	0.180	0.606	1.172
<i>Guatteria australis</i>	1	1	5	0.150	0.193	0.271	0.606	1.070
<i>Croton alchorneicarpus</i>	1	1	5	0.065	0.193	0.117	0.606	0.917
<i>Miconia budlejoides</i>	1	1	5	0.016	0.193	0.029	0.606	0.828
<i>Miconia latecrenata</i>	1	1	5	0.015	0.193	0.027	0.606	0.826
<i>Miconia sellowiana</i>	1	1	5	0.013	0.193	0.023	0.606	0.822
<i>Vernonanthura discolor</i>	3	3	15	0.774	0.579	1.393	1.818	3.790
<i>Alchornea triplinervia</i>	1	1	5	0.010	0.193	0.018	0.606	0.817
Total	518	165	2590	55.548	100	100	100	300
Morta	53	10	265	4.046	9.282	6.789	5.525	21.595

Anexo 1- J: Parâmetros fitossociológicos para as espécies encontradas no capão C10 no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os vouchers foram depositados no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) e no laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Botânica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. N= número de indivíduos; F= frequência; D= densidade (indivíduos/ha); AB= área basal (m²/ha); DR= densidade relativa (%); ABR= área basal relativa (%); FR= frequência relativa (%); VI= valor de importância. Espécies ordenadas em valores decrescentes de VI.

Espécie	DA	FA	DA (ind/ha)	AB(m ² /ha)	DR (%)	ABR(%)	FR(%)	VI
<i>Myrcia retorta</i>	38	10	190	16.241	9.524	29.773	5.556	44.852
<i>Ilex</i> sp1	31	10	155	6.393	7.769	11.719	5.556	25.044
<i>Myrceugenia bracteosa</i>	23	9	115	6.159	5.764	11.291	5.000	22.055
<i>Myrcia pulchra</i>	19	8	95	3.692	4.762	6.767	4.444	15.974
<i>Myrciaria floribunda</i>	28	9	140	1.150	7.018	2.109	5.000	14.126
<i>Ocotea corymbosa</i>	19	8	95	2.082	4.762	3.818	4.444	13.024
<i>Miconia pusilliflora</i>	26	9	130	0.663	6.516	1.215	5.000	12.732
<i>Drimys brasiliensis</i>	24	8	120	0.922	6.015	1.690	4.444	12.150
<i>Myrcia splendens</i>	24	8	120	0.576	6.015	1.057	4.444	11.516
<i>Myrsine gardneriana</i>	14	7	70	1.524	3.509	2.793	3.889	10.191
<i>Cabralea canjerana</i>	12	5	60	2.396	3.008	4.391	2.778	10.177
<i>Cordia concolor</i>	15	6	75	0.790	3.759	1.447	3.333	8.540
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	11	5	55	1.585	2.757	2.906	2.778	8.440
<i>Maytenus</i> sp1	7	5	35	0.891	1.754	1.634	2.778	6.166
<i>Siphoneugena crassifolia</i>	8	6	40	0.386	2.005	0.707	3.333	6.045
<i>Prunus myrtifolia</i>	9	5	45	0.281	2.256	0.515	2.778	5.549
<i>Myrceugenia regnelliana</i>	10	4	50	0.231	2.506	0.424	2.222	5.152
<i>Eugenia</i> cf. <i>widgrenii</i>	9	3	45	0.669	2.256	1.227	1.667	5.149
<i>Miconia sellowiana</i>	8	4	40	0.272	2.005	0.499	2.222	4.726
<i>Vernonanthura discolor</i>	4	3	20	1.016	1.003	1.863	1.667	4.532
<i>Psychotria vellosiana</i>	5	4	25	0.553	1.253	1.014	2.222	4.490
<i>Myrsine umbellata</i>	7	4	35	0.273	1.754	0.500	2.222	4.477
<i>Roupala montana</i>	3	3	15	0.759	0.752	1.391	1.667	3.809

Indeterminada 2	2	2	10	1.040	0.501	1.907	1.111	3.519
Lauraceae sp3	5	3	25	0.341	1.253	0.625	1.667	3.545
Jacaranda cuspidifolia	2	2	10	0.935	0.501	1.714	1.111	3.326
Symplocos celastrinea	3	3	15	0.246	0.752	0.451	1.667	2.869
Podocarpus lambertii	3	3	15	0.197	0.752	0.361	1.667	2.779
Symplocos insignis	4	2	20	0.347	1.003	0.636	1.111	2.750
Alchornea triplinervia	2	2	10	0.558	0.501	1.023	1.111	2.636
Leandra carassana	4	2	20	0.052	1.003	0.096	1.111	2.209
Pimenta pseudocaryophyllus	3	2	15	0.101	0.752	0.185	1.111	2.048
Mollinedia sp.	2	2	10	0.121	0.501	0.222	1.111	1.835
Miconia budlejoides	2	2	10	0.084	0.501	0.154	1.111	1.766
Nectandra grandiflora	2	2	10	0.051	0.501	0.093	1.111	1.705
Weinmannia paulliniifolia	1	1	5	0.414	0.251	0.759	0.556	1.565
Indeterminada 8	1	1	5	0.251	0.251	0.461	0.556	1.267
Miconia latecrenata	2	1	10	0.066	0.501	0.121	0.556	1.178
Dicksonia sellowiana	1	1	5	0.106	0.251	0.193	0.556	1.000
Laplacea fruticosa	1	1	5	0.069	0.251	0.126	0.556	0.932
Vochysia magnifica	1	1	5	0.024	0.251	0.044	0.556	0.850
Rhamnus sphaerosperma	1	1	5	0.014	0.251	0.026	0.556	0.833
Indeterminada 6	1	1	5	0.010	0.251	0.019	0.556	0.825
Huberia nettoana	1	1	5	0.010	0.251	0.018	0.556	0.824
Macropeplus dentatus	1	1	5	0.010	0.251	0.018	0.556	0.824
Total	399	180	1995	55	100	100	100	300
Morta	63	10	315	5.458	13.636	9.096	5.155	27.887

Anexo 2: Variáveis ambientais utilizadas nas análises

Anexo 2 A: Variáveis ambientais e suas respectivas siglas e unidades de medida

Variável	Sigla	Unidade
Altitude	-	m
Potencial hidrogeniônico	pH	-
Fósforo disponível	P	mg/dm ³
Potássio trocável	K	mg/dm ³
Cálcio trocável	Ca	cmol _c /dm ³
Magnésio trocável	Mg	cmol _c /dm ³
Alumínio trocável	Al	cmol _c /dm ³
Acidez total	H+Al	cmol _c /dm ³
Soma de bases	SB	cmol _c /dm ³
Capacidade de troca catiônica efetiva	CTC(t)	cmol _c /dm ³
Capacidade de troca catiônica a pH 7,0	CTC(T)	cmol _c /dm ³
Saturação por bases	V	%
Saturação por Alumínio	M	%
Matéria orgânica	MO	dag/kg
Argila	-	%
Silte	-	%
Areia	-	%

Anexo 2 B: Valores das variáveis ambientais em cada uma das 100 parcelas amostradas para os capões de floresta nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Capão	Parcela	Altitude	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	M	MO	Argila	Silte	Areia
C01	1	1929	4.5	18.5	90	0	0.2	4.5	27.06	0.43	4.93	27.49	2	91	19.65	12	20	68
C01	2	1912	4	11.2	91	0.1	0.2	5.5	27.23	0.53	6.03	27.76	2	91	12.85	16	18	66
C01	3	1932	4.5	10	90	0.1	0.2	4	20.96	0.53	4.53	21.49	2	88	11.27	21	17	62
C01	4	1906	4.4	8.5	89	0.1	0.1	4	19.47	0.43	4.43	19.9	2	90	9.43	22	15	63
C01	5	1912	4.1	11.2	81	0.1	0.1	4.6	24.42	0.41	5.01	24.83	2	92	12.18	15	15	70
C01	6	1913	4	11.5	71	0.1	0.1	4.8	26.9	0.38	5.18	27.28	1	93	11.56	14	15	71
C01	7	1900	3.9	6.7	53	0.1	0.1	5	23.6	0.34	5.34	23.94	1	94	12.18	23	15	62
C01	8	1891	4	14.9	68	0.1	0.1	5	25.58	0.37	5.37	25.95	1	93	13.56	16	13	71
C01	9	1893	4	12.6	92	0.1	0.2	4.5	22.11	0.54	5.04	22.65	2	89	9.67	11	20	69
C01	10	1900	4.2	7.4	83	0.1	0.1	3.8	17.99	0.41	4.21	18.4	2	90	8.31	15	14	71
C02	1	1907	3.9	8.4	115	0.1	0.2	4.9	21.29	0.59	5.49	21.88	3	89	9.43	18	18	64
C02	2	1907	3.9	12	136	0.1	0.2	5.5	27.89	0.65	6.15	28.54	2	89	13.2	16	19	65
C02	3	1905	3.8	10.7	106	0.1	0.2	4.6	24.59	0.57	5.17	25.16	2	89	11.27	22	15	63
C02	4	1883	4.2	11.6	68	0.1	0.1	4.2	21.45	0.37	4.57	21.82	2	92	13.2	14	12	74
C02	5	1888	3.8	16.2	64	0.1	0.1	4.5	23.6	0.36	4.86	23.96	2	93	12.18	24	14	62
C02	6	1896	3.8	12.7	62	0.1	0.1	5.5	26.73	0.36	5.86	27.09	1	94	12.18	19	13	68
C02	7	1902	3.8	16.2	76	0.1	0.1	6.5	31.19	0.39	6.89	31.57	1	94	18.96	10	21	69
C02	8	1899	3.8	8.6	64	0.1	0.1	5	21.29	0.36	5.36	21.65	2	93	10.17	22	16	62
C02	9	1917	4.1	11.6	74	0.1	0.1	4.5	22.11	0.39	4.89	22.5	2	92	9.92	22	15	63
C02	10	1918	4.2	11	81	0.1	0.1	4	20.63	0.41	4.41	21.04	2	91	10.98	23	20	57
C03	1	1912	3.8	14.4	107	0.1	0.2	6.5	32.67	0.57	7.07	33.24	2	92	18.32	20	19	61
C03	2	1921	4.2	15.3	102	0.1	0.2	5.8	26.24	0.56	6.36	26.8	2	91	19.65	19	18	63
C03	3	1905	4.1	14	90	0.1	0.2	4.6	25.58	0.53	5.13	26.11	2	90	15.64	20	29	51
C03	4	1905	4	12.6	86	0.1	0.2	5.8	26.4	0.52	6.32	26.92	2	92	17.71	16	28	56

C03	5	1896	4	20.6	94	0.1	0.2	7.5	37.46	0.54	8.04	38	1	93	28.53	15	23	62
C03	6	1889	3.8	9.7	85	0.1	0.2	7	32.67	0.52	7.52	33.19	2	93	17.15	22	23	55
C03	7	1870	3.7	17	106	0.1	0.2	8	43.07	0.57	8.57	43.64	1	93	25.4	18	26	56
C03	8	1870	3.9	10	86	0.1	0.2	5.5	25.91	0.52	6.02	26.43	2	91	13.94	25	21	54
C03	9	1877	4	17	102	0.1	0.2	5.5	26.9	0.56	6.06	27.46	2	91	16.12	22	18	60
C03	10	1887	3.8	14	100	0.1	0.2	5.7	26.4	0.56	6.26	26.96	2	91	15.64	20	24	56
C04	1	1898	4	16.1	110	0.1	0.2	6	29.7	0.58	6.58	30.28	2	91	16.62	15	18	67
C04	2	1913	4.2	8.2	51	0.1	0.1	5	24.75	0.33	5.33	25.08	1	94	17.15	18	21	61
C04	3	1917	4.1	14.9	82	0.2	0.2	5.5	30.53	0.61	6.11	31.14	2	90	19.65	14	18	68
C04	4	1920	4	18	92	0.1	0.2	6.2	31.52	0.54	6.74	32.06	2	92	22.09	15	24	61
C04	5	1889	3.8	9.4	61	0.1	0.1	6.5	26.9	0.36	6.86	27.26	1	95	13.94	15	20	65
C04	6	1936	3.7	3.1	41	0.1	0.1	6.5	25.91	0.3	6.8	26.21	1	96	13.2	22	18	60
C04	7	1924	3.7	7.7	47	0.1	0.1	6.5	30.03	0.32	6.82	30.35	1	95	17.71	20	22	58
C04	8	1941	3.8	6.2	51	0	0.1	5.5	28.22	0.23	5.73	28.45	1	96	18.32	15	19	66
C04	9	1923	3.6	4.1	40	0.1	0.1	6	29.21	0.3	6.3	29.51	1	95	14.75	24	16	60
C04	10	1934	3.8	4.8	43	0.1	0.1	5.5	23.93	0.31	5.81	24.24	1	95	12.85	20	18	62
C05	1	1945	3.8	8.8	84	0.1	0.1	5.5	28.71	0.41	5.91	29.12	1	93	12.85	15	22	63
C05	2	1938	4	8	66	0.1	0.1	3.5	17.16	0.37	3.87	17.53	2	90	7.12	9	13	78
C05	3	1936	4	11.2	92	0.1	0.2	5	23.6	0.54	5.54	24.14	2	90	11.56	19	16	65
C05	4	1924	3.9	14.1	74	0.1	0.2	5.5	28.22	0.49	5.99	28.71	2	92	13.94	17	16	67
C05	5	1929	3.9	8.8	83	0.2	0.2	6.5	32.84	0.61	7.11	33.45	2	91	12.85	20	17	63
C05	6	1922	4	13.7	93	0.2	0.2	6.6	32.84	0.64	7.24	33.48	2	91	17.15	19	15	66
C05	7	1928	4.1	6.4	53	0.2	0.1	3	16.5	0.44	3.44	16.94	3	87	7.69	27	13	60
C05	8	1930	3.8	14.5	66	0.1	0.2	5.6	28.22	0.47	6.07	28.69	2	92	17.71	19	27	54
C05	9	1919	4.3	7.2	40	0.1	0.1	3	15.51	0.3	3.3	15.81	2	91	8.52	21	16	63
C05	10	1937	3.8	11.5	56	0	0.1	6	33.5	0.24	6.24	33.74	1	96	15.64	17	23	60
C06	1	1919	3.9	6.2	95	0	0.1	6.5	27.56	0.34	6.84	27.9	1	95	10.7	26	20	54
C06	2	1923	4	9.4	78	0	0.1	6	26.73	0.3	6.3	27.03	1	95	12.18	25	21	54

C06	3	1931	3.9	12.6	87	0	0.1	7	29.37	0.32	7.32	29.69	1	96	17.71	18	29	53
C06	4	1918	4	13.7	116	0.1	0.2	6.5	31.35	0.6	7.1	31.95	2	92	16.62	12	22	66
C06	5	1905	4.2	10.9	112	0.2	0.1	4.8	24.59	0.59	5.39	25.18	2	89	11.27	15	21	64
C06	6	1885	4	8.2	90	0.1	0.2	5	26.24	0.53	5.53	26.77	2	90	12.51	18	24	58
C06	7	1881	4.2	13.7	82	0	0.1	4.5	24.26	0.31	4.81	24.57	1	94	11.87	12	18	70
C06	8	1885	4	13.3	85	0	0.2	6.5	34.32	0.42	6.92	34.74	1	94	16.62	15	22	63
C06	9	1903	4.1	12.2	73	0.1	0.1	4.2	22.44	0.39	4.59	22.83	2	92	10.98	18	20	62
C06	10	1942	4.1	10.9	96	0.1	0.2	4.8	26.9	0.55	5.35	27.45	2	90	13.56	15	24	61
C07	1	1919	4	6.2	73	0.1	0.1	4.3	20.63	0.39	4.69	21.02	2	92	9.43	20	17	63
C07	2	1927	4.1	8.8	89	0.1	0.1	5	25.58	0.43	5.43	26.01	2	92	13.56	22	14	64
C07	3	1900	4	7.4	61	0.1	0.1	5.5	24.75	0.36	5.86	25.11	1	94	12.85	28	14	58
C07	4	1901	4.2	16.1	94	0.1	0.2	4.8	25.41	0.54	5.34	25.95	2	90	15.19	21	16	63
C07	5	1889	4	12.9	103	0.1	0.1	6	28.71	0.46	6.46	29.17	2	93	16.62	26	14	60
C07	6	1904	4.1	8.8	79	0.1	0.1	6	26.07	0.4	6.4	26.47	2	94	15.19	29	11	60
C07	7	1888	3.9	22.6	124	0.1	0.3	7	44.72	0.72	7.72	45.44	2	91	22.09	15	32	53
C07	8	1887	4.1	9.4	58	0.1	0.1	3.6	16.5	0.35	3.95	16.85	2	91	9.19	12	12	76
C07	9	1887	4.4	11.5	104	0.2	0.3	4	21.62	0.77	4.77	22.39	3	84	12.85	16	23	61
C07	10	1881	4	11.2	95	0.1	0.2	7	33.99	0.54	7.54	34.53	2	93	16.62	12	20	68
C08	1	1965	4.3	15.7	98	0.3	0.2	4.6	24.42	0.75	5.35	25.17	3	86	16.12	5	20	75
C08	2	1964	4.2	9.6	88	0.1	0.1	4.5	23.43	0.43	4.93	23.86	2	91	11.87	15	20	65
C08	3	1978	4.2	11.2	97	0.1	0.2	4.8	23.43	0.55	5.35	23.98	2	90	12.18	5	19	76
C08	4	1975	4.2	11.5	110	0.1	0.3	5	25.74	0.68	5.68	26.42	3	88	13.2	12	22	66
C08	5	1990	4.2	10	112	0.2	0.2	5	25.91	0.69	5.69	26.6	3	88	15.19	15	12	73
C08	6	1949	4.4	11.2	96	0.1	0.1	6	30.2	0.45	6.45	30.65	1	93	20.39	14	18	68
C08	7	1958	4	16.1	92	0.1	0.1	5.5	26.24	0.44	5.94	26.68	2	93	12.18	12	16	72
C08	8	1965	4.1	15.3	106	0.2	0.2	6.5	29.87	0.67	7.17	30.54	2	91	18.32	26	20	54
C08	9	1959	4.3	13.7	88	0.1	0.2	5.5	27.23	0.53	6.03	27.76	2	91	16.12	12	20	68
C08	10	1949	4.6	12.6	94	0.3	0.2	4	20.96	0.74	4.74	21.7	3	84	13.94	15	16	69

C09	1	1951	3.9	7.4	96	0.1	0.1	5.5	24.26	0.45	5.95	24.71	2	92	12.18	18	16	66
C09	2	1957	4.1	6.4	63	0	0.1	5.5	23.6	0.26	5.76	23.86	1	95	10.44	26	13	61
C09	3	1956	3.9	9.1	60	0.1	0.1	6	23.76	0.35	6.35	24.11	1	94	9.67	18	12	70
C09	4	1952	4	10.3	67	0.1	0.1	5	21.95	0.37	5.37	22.32	2	93	9.19	18	15	67
C09	5	1936	4.1	8.8	72	0.1	0.1	5.5	33.17	0.38	5.88	33.55	1	94	14.75	23	19	58
C09	6	1942	4.1	8	62	0.1	0.1	4.5	23.43	0.36	4.86	23.79	2	93	11.27	26	22	52
C09	7	1900	4	12.2	65	0.2	0.2	3.5	21.12	0.57	4.07	21.69	3	86	10.17	15	11	74
C09	8	1937	3.9	7.2	73	0.1	0.1	5.2	23.6	0.39	5.59	23.99	2	93	11.87	29	20	51
C09	9	1946	4	9.4	64	0.1	0.1	5	24.09	0.36	5.36	24.45	1	93	15.19	25	19	56
C09	10	1932	4.1	17	100	0.1	0.2	6.5	32.51	0.56	7.06	33.07	2	92	18.96	19	18	65
C10	1	1969	3.5	3.3	57	0	0.1	3.8	22.28	0.25	4.05	22.53	1	94	9.67	26	18	56
C10	2	1959	3.4	2.9	51	0.1	0.1	5	21.29	0.33	5.33	21.62	2	94	11.27	28	17	55
C10	3	1965	3.2	4.3	35	0.1	0.1	5.5	23.27	0.29	5.79	23.56	1	95	12.18	26	21	53
C10	4	1957	3.4	2.4	36	0.1	0.1	4.3	17	0.29	4.59	17.29	2	94	8.1	25	15	60
C10	5	1954	3.2	5.2	52	0.1	0.1	6	33.99	0.33	6.33	34.32	1	95	18.96	12	18	70
C10	6	1960	3.2	3.5	37	0.1	0.1	6	23.1	0.29	6.29	23.39	1	95	13.94	23	19	58
C10	7	1945	3.3	6.6	55	0.2	0.1	6.5	28.22	0.44	6.94	28.66	2	94	15.19	17	23	60
C10	8	1944	3.2	2.9	41	0	0.1	6.3	24.26	0.2	6.5	24.46	1	97	11.27	24	22	54
C10	9	1937	3.4	3.1	43	0	0.1	5.8	23.1	0.21	6.01	23.31	1	97	11.87	21	19	60
C10	10	1958	3.3	2	49	0.1	0.1	6	25.74	0.33	6.33	26.07	1	95	13.2	25	22	53

Anexo 3: Valores dos testes de comparação de médias entre os dez capões de floresta nebular estudados

Anexo 3- A: Valores dos testes de comparação de altitude dos capões de florestas nebular no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,160$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9949$, $p=0,9733$). SQ= soma dos quadrados; GL= graus de liberdade; QM+ quadrado médio. Para o teste de Tukey são mostrado os valores de Q (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Anova unifatorial

	SQ	GL	QM	F	p
Entre grupos	55043,3	9	6115,92	28,05	1,69E-22
Dentro dos grupos	19622,9	90	218,032		
Total	74666,1	99			

Teste de Tukey

Capões	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,99	0,35	0,85	0,04	1,00	0,85	0,00	0,00	0,00
C02	1,42		0,93	0,23	0,00	0,99	1,00	0,00	0,00	0,00
C03	3,37	1,95		0,01	0,00	0,31	1,00	0,00	0,00	0,00
C04	2,26	3,68	5,63		0,78	0,87	0,06	0,00	0,05	0,00
C05	4,69	6,11	8,06	2,43		0,05	0,00	0,00	0,87	0,02
C06	0,08	1,50	3,46	2,18	4,60		0,83	0,00	0,00	0,00
C07	2,23	0,81	1,14	4,49	6,92	2,32		0,00	0,00	0,00
C08	12,07	13,49	15,44	9,81	7,38	11,99	14,30		0,01	0,86
C09	6,88	8,30	10,25	4,62	2,19	6,80	9,11	5,19		0,53
C10	9,85	11,27	13,22	7,59	5,16	9,76	12,08	2,22	2,97	

Anexo 3- C: Valores dos testes de comparação de fósforo (P) dos capões de florestas nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,057$) mas não apresentam normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9604$, $p=0,0043$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de $p (<0,05)$ são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	38,52
p	1,39E-05

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,47	0,06	0,23	0,70	0,94	0,97	0,25	0,23	0,00
C02	40,00		0,09	0,10	0,31	0,79	0,47	0,73	0,06	0,00
C03	25,00	27,00		0,04	0,02	0,02	0,05	0,23	0,00	0,00
C04	33,50	28,00	22,00		0,47	0,29	0,26	0,08	0,55	0,00
C05	44,50	36,00	18,00	40,00		0,79	0,79	0,10	0,60	0,00
C06	48,50	46,00	17,50	35,50	46,00		0,73	0,23	0,12	0,00
C07	49,00	40,00	24,00	34,50	46,00	45,00		0,21	0,38	0,00
C08	34,50	45,00	33,50	26,50	28,00	33,50	33,00		0,01	0,00
C09	33,50	25,00	12,00	41,50	42,50	29,00	38,00	17,00		0,00
C10	0,00	0,00	0,00	11,50	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	

Anexo 3- D: Valores dos testes de comparação de potássio (K) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,0017$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9679$, $p=0,0153$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	48,09
p	2,43E-07

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,68	0,02	0,06	0,29	0,21	0,33	0,00	0,19	0,00
C02	44,00		0,11	0,04	0,41	0,16	0,79	0,10	0,17	0,00
C03	18,00	28,50		0,01	0,00	0,34	0,41	0,57	0,00	0,00
C04	24,50	22,00	14,00		0,21	0,01	0,02	0,00	0,09	0,16
C05	35,50	38,50	8,00	33,00		0,02	0,06	0,00	0,97	0,00
C06	33,00	31,00	37,00	16,50	19,00		0,79	0,14	0,01	0,00
C07	36,50	46,00	38,50	19,50	25,00	46,00		0,23	0,13	0,00
C08	10,50	27,50	42,00	11,00	5,50	30,00	33,50		0,00	0,00
C09	32,00	31,50	10,50	27,00	50,00	16,00	29,50	11,50		0,00
C10	2,00	0,00	0,00	31,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Anexo 3- E: Valores dos testes de comparação de cálcio (Ca) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 8,12E-07$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,8898$, $p= 4,83E-07$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	9,994
p	0,0363

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,37	0,37	0,63	0,20	0,18	0,19	0,03	0,63	0,62
C02	45,00		1,00	0,94	0,30	0,07	0,37	0,03	0,94	0,30
C03	45,00	44,50		0,94	0,30	0,07	0,37	0,03	0,94	0,30
C04	45,50	50,00	50,00		0,43	0,13	0,63	0,08	0,96	0,43
C05	36,50	40,00	40,00	41,00		0,06	0,62	0,37	0,43	0,18
C06	34,50	30,00	30,00	32,00	27,00		0,05	0,01	0,13	0,48
C07	40,50	45,00	45,00	45,50	44,50	27,50		0,12	0,63	0,20
C08	27,00	30,00	30,00	31,00	39,00	19,00	34,00		0,08	0,04
C09	45,50	50,00	50,00	50,00	41,00	32,00	45,50	31,00		0,43
C10	44,50	40,00	40,00	41,00	34,00	41,00	36,50	25,00	41,00	

Anexo 3- F: Valores dos testes de comparação magnésio (Mg) dos capões de florestas nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 7,75E-12$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9314$, $p= 4,83E-07$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	19,69
p	0,001753

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,68	0,01	0,68	0,69	0,96	0,76	0,16	0,37	0,03
C02	45,00		0,00	0,96	0,40	0,68	0,50	0,07	0,65	0,08
C03	20,00	15,00		0,00	0,01	0,01	0,09	0,30	0,00	0,00
C04	45,00	50,00	15,00		0,40	0,68	0,50	0,07	0,65	0,08
C05	45,00	40,00	25,00	40,00		0,69	0,97	0,30	0,19	0,01
C06	50,00	45,00	20,00	45,00	45,00		0,76	0,16	0,37	0,03
C07	46,00	42,00	30,00	42,00	50,00	46,00		0,43	0,28	0,03
C08	33,00	28,50	40,00	28,50	37,50	33,00	40,00		0,03	0,00
C09	40,00	45,00	10,00	45,00	35,00	40,00	38,00	24,00		0,17
C10	30,00	35,00	0,00	35,00	25,00	30,00	30,00	15,00	40,00	

Anexo 3- G: Valores dos testes de comparação alumínio (Al) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,01329$) mas apresentaram normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9866$, $p= 0,411$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	21,35
p	0,01034

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,36	0,00	0,00	0,21	0,04	0,16	0,09	0,04	0,02
C02	37,50		0,01	0,01	0,47	0,17	0,47	0,45	0,25	0,12
C03	5,50	13,00		0,70	0,09	0,30	0,16	0,02	0,03	0,40
C04	3,50	14,00	44,50		0,21	0,51	0,21	0,02	0,04	0,36
C05	33,00	40,00	27,50	33,00		0,54	0,70	0,73	0,88	0,45
C06	22,00	31,50	36,00	41,00	41,50		0,65	0,40	0,65	0,76
C07	31,00	40,00	31,00	33,00	44,50	43,50		0,79	0,94	0,65
C08	27,00	39,50	20,00	19,50	45,00	38,50	46,00		0,65	0,27
C09	22,50	34,50	21,50	23,00	47,50	43,50	48,50	43,50		0,32
C10	19,00	29,00	38,50	37,50	39,50	45,50	43,50	35,00	36,50	

Anexo 3- H: Valores dos testes de comparação acidez total (H+Al) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,01541$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9584$, $p= 0,0031$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	18,88
p	0,02618

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,91	0,02	0,01	0,29	0,05	0,45	0,23	0,79	0,97
C02	48,00		0,01	0,01	0,36	0,04	0,41	0,31	0,52	0,79
C03	18,00	17,00		0,62	0,57	0,43	0,08	0,04	0,01	0,01
C04	14,50	17,00	43,00		0,68	0,50	0,23	0,10	0,04	0,02
C05	35,50	37,50	42,00	44,00		0,97	0,97	0,62	0,68	0,47
C06	23,50	23,00	39,00	40,50	49,00		0,38	0,29	0,06	0,05
C07	39,50	38,50	26,50	33,50	50,00	38,00		0,85	0,43	0,45
C08	33,50	36,00	23,00	27,50	43,00	35,50	47,00		0,43	0,15
C09	46,00	41,00	14,00	22,00	44,00	24,50	39,00	39,00		0,60
C10	49,00	46,00	15,00	17,50	40,00	23,50	39,50	30,50	42,50	

Anexo 3- I: Valores dos testes de comparação soma de bases (SB) dos capões de florestas nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,0005$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,962$, $p= 0,0056$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	35,78
p	4,26E-05

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,70	0,00	0,15	0,68	0,82	0,47	0,00	0,34	0,00
C02	44,50		0,12	0,07	0,68	0,65	0,45	0,01	0,34	0,00
C03	11,50	29,00		0,06	0,06	0,11	0,12	0,54	0,01	0,00
C04	30,50	25,50	24,50		0,27	0,34	0,06	0,01	0,31	0,09
C05	44,00	44,00	24,50	35,00		0,76	0,79	0,03	0,33	0,01
C06	46,50	43,50	28,50	37,00	45,50		0,33	0,02	0,82	0,01
C07	40,00	39,50	29,00	24,50	46,00	36,50		0,13	0,16	0,00
C08	12,00	15,00	41,50	14,00	21,50	18,00	29,50		0,01	0,00
C09	37,00	37,00	15,50	36,00	36,50	46,50	31,00	12,50		0,01
C10	7,00	7,00	0,00	27,50	14,50	15,00	5,00	1,50	13,00	

Anexo 3- J: Valores dos testes de comparação de capacidade de troca catiônica efetiva (CTC(t)) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil. Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,017$) mas apresentaram normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9894$, $p= 0,62$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de $p (<0,05)$ são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	21,17
p	0,01192

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,38	0,00	0,00	0,21	0,02	0,11	0,03	0,06	0,04
C02	38,00		0,01	0,02	0,47	0,14	0,45	0,27	0,34	0,19
C03	5,00	13,00		0,47	0,05	0,21	0,16	0,03	0,01	0,12
C04	5,00	19,00	40,00		0,24	0,82	0,27	0,06	0,08	0,26
C05	33,00	40,00	23,00	34,00		0,62	0,73	0,91	0,73	0,52
C06	18,00	30,00	33,00	46,50	43,00		0,73	0,62	0,57	0,65
C07	28,50	39,50	31,00	35,00	45,00	45,00		0,97	0,91	0,97
C08	21,00	35,00	20,00	25,00	48,00	43,00	50,00		0,97	0,62
C09	24,50	37,00	17,00	26,00	45,00	42,00	48,00	49,00		0,52
C10	22,00	32,00	29,00	34,50	41,00	43,50	50,00	43,00	41,00	

Anexo 3- K: Valores dos testes de comparação de capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC(T)) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados não apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,0157$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9573$, $p= 0,0026$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	19,25
p	0,0231

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,91	0,01	0,01	0,27	0,05	0,41	0,17	0,79	0,97
C02	48,00		0,01	0,02	0,34	0,05	0,47	0,21	0,47	0,85
C03	17,00	17,00		0,57	0,57	0,38	0,08	0,05	0,01	0,01
C04	15,00	19,00	42,00		0,73	0,57	0,24	0,16	0,04	0,02
C05	35,00	37,00	42,00	45,00		0,97	0,97	0,62	0,57	0,43
C06	23,00	23,00	38,00	42,00	49,00		0,34	0,27	0,06	0,05
C07	38,50	40,00	26,00	34,00	50,00	37,00		0,73	0,38	0,43
C08	31,50	33,00	23,00	31,00	43,00	35,00	45,00		0,29	0,12
C09	46,00	40,00	14,00	22,00	42,00	25,00	38,00	35,50		0,52
C10	50,00	47,00	14,00	18,00	39,00	23,00	39,00	29,00	41,00	

Anexo 3- L: Valores dos testes de comparação saturação por bases (V) dos capões de florestas nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,2333$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9776$, $p=0,08654$). SQ= soma dos quadrados; GL= graus de liberdade; QM= quadrado médio. Para o teste de Tukey são mostrados os valores de Q (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Anova unifatorial

	SQ	GL	QM	F	p
Entre grupos	8,84	9	0,982222	3,348	0,001415
Dentro dos grupos	26,4	90	0,293333		
Total	35,24	99			

Teste de Tukey

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		1,00	1,00	0,82	1,00	1,00	0,96	0,30	1,00	0,82
C02	1,17		1,00	0,30	1,00	0,82	1,00	0,82	1,00	0,30
C03	0,58	0,58		0,56	1,00	0,96	1,00	0,56	1,00	0,56
C04	2,34	3,50	2,92		0,30	1,00	0,12	0,00	0,82	1,00
C05	1,17	0,00	0,58	3,50		0,82	1,00	0,82	1,00	0,30
C06	1,17	2,34	1,75	1,17	2,34		0,56	0,04	1,00	1,00
C07	1,75	0,58	1,17	4,09	0,58	2,92		0,96	0,96	0,12
C08	3,50	2,34	2,92	5,84	2,34	4,67	1,75		0,30	0,00
C09	0,00	1,17	0,58	2,34	1,17	1,17	1,75	3,50		0,82
C10	2,34	3,50	2,92	0,00	3,50	1,17	4,09	5,84	2,34	

Anexo 3- M: Valores dos testes de comparação de saturação por alumínio(m) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,2312$), mas não apresentaram normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9566$, $p= 0,0023$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	35,07
p	4,58E-05

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,59	0,46	0,01	0,91	0,15	0,42	0,27	0,07	0,00
C02	42,50		0,91	0,02	0,65	0,25	0,91	0,09	0,23	0,00
C03	40,00	48,00		0,03	0,48	0,34	0,70	0,07	0,05	0,00
C04	16,00	19,50	20,50		0,04	0,23	0,03	0,00	0,13	0,55
C05	48,00	43,50	40,50	22,50		0,29	0,47	0,25	0,06	0,00
C06	30,50	34,50	37,00	34,00	35,50		0,38	0,03	0,91	0,05
C07	39,00	48,00	44,50	21,50	40,00	38,00		0,10	0,20	0,00
C08	35,00	27,50	26,50	11,00	34,50	21,00	28,00		0,01	0,00
C09	26,00	34,00	24,00	30,00	25,00	48,00	33,00	16,50		0,00
C10	2,00	4,00	0,00	42,00	8,00	24,00	4,00	0,00	10,00	

Anexo 3- N: Valores dos testes de comparação de matéria orgânica(MO) dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,7978$) mas não apresentaram normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9501$, $p= 0,0008$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	30,6
p	0,000338

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,97	0,00	0,00	0,65	0,34	0,10	0,03	0,97	0,70
C02	49,00		0,00	0,00	0,73	0,27	0,15	0,02	1,00	0,65
C03	7,50	7,00		0,36	0,01	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00
C04	11,00	11,00	37,50		0,02	0,02	0,13	0,20	0,01	0,01
C05	43,50	45,00	12,50	19,50		0,88	0,38	0,20	0,85	0,94
C06	37,00	35,00	13,50	17,50	47,50		0,54	0,23	0,26	0,62
C07	28,00	30,50	18,00	29,50	38,00	41,50		0,85	0,20	0,24
C08	20,00	20,00	23,00	32,50	32,50	33,50	47,00		0,04	0,06
C09	49,00	49,50	9,00	15,50	47,00	34,50	32,50	22,00		0,76
C10	44,50	43,50	8,50	16,00	48,50	43,00	34,00	25,00	45,50	

Anexo 3- O: Valores dos testes de comparação de argila dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,6359$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9943$, $p=0,9536$). SQ= soma dos quadrados; GL= graus de liberdade; QM+ quadrado médio. Para o teste de Tukey são mostrados os valores de Q (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal), Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Anova unifatorial

	SQ	GL	QM	F	p
Entre grupos	668,61	9	74,29	3,342	0,00144
Dentro dos grupos	2000,7	90	22,23		
Total	2669,31	99			

Teste de Tukey

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,97	0,88	1,00	1,00	1,00	0,79	0,84	0,30	0,11
C02	1,68		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,15	0,96	0,76
C03	2,15	0,47		1,00	1,00	0,98	1,00	0,07	0,99	0,92
C04	0,87	0,80	1,27		1,00	1,00	0,98	0,45	0,70	0,38
C05	1,21	0,47	0,94	0,34		1,00	1,00	0,30	0,84	0,54
C06	0,60	1,07	1,54	0,27	0,60		0,96	0,57	0,57	0,28
C07	2,42	0,74	0,27	1,54	1,21	1,81		0,04	1,00	0,97
C08	2,28	3,96	4,43	3,15	3,49	2,88	4,70		0,00	0,00
C09	3,49	1,81	1,34	2,62	2,28	2,88	1,07	5,77		1,00
C10	4,16	2,48	2,01	3,29	2,95	3,56	1,74	6,44	0,67	

Anexo 3- P: Valores dos testes de comparação de silte dos capões de florestas nebulares no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p= 0,07946$), mas não apresentaram normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W= 0,9535$, $p= 0,00141$). Para o teste de Mann-Whitney são mostrados os valores de U (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Teste de Kruskal-Wallis

H	31,16
p	0,000254

Teste de Mann-Whitney

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		1,00	0,00	0,01	0,49	0,00	0,79	0,08	0,85	0,02
C02	49,50		0,00	0,04	0,49	0,00	0,91	0,15	0,94	0,04
C03	7,00	10,00		0,05	0,01	0,70	0,02	0,02	0,01	0,05
C04	17,00	23,00	23,50		0,14	0,04	0,09	0,67	0,13	0,94
C05	40,50	40,50	17,00	30,00		0,04	0,59	0,54	0,65	0,20
C06	4,50	7,50	44,50	23,00	22,00		0,02	0,01	0,00	0,07
C07	46,00	48,00	18,00	27,00	42,50	19,00		0,28	0,97	0,10
C08	26,50	30,50	19,50	44,00	41,50	15,50	35,50		0,22	0,57
C09	47,00	48,50	13,00	29,50	43,50	10,50	49,00	33,50		0,11
C10	18,50	22,50	23,50	48,50	32,50	26,00	28,00	42,00	28,50	

Anexo 3- Q: Valores dos testes de comparação de areia dos capões de florestas nebulosa no Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil.

Os dados apresentaram variâncias homogêneas segundo o teste de Levene ($p=0,5012$) e normalidade dos resíduos segundo o teste de Shapiro-Wilk ($W=0,9855$, $p=0,5404$). SQ= soma dos quadrados; GL= graus de liberdade; QM= quadrado médio. Para o teste de Tukey são mostrados os valores de Q (abaixo da diagonal) e de p (acima da diagonal). Valores significativos de p ($<0,05$) são destacados em negrito.

Anova unifatorial

	SQ	GL	QM	F	p
Entre grupos	1178,41	9	130,934	4,418	8,38E-05
Dentro dos grupos	2667,3	90	29,6367		
Total	3845,71	99			

Teste de Tukey

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
C01		0,99	0,00	0,70	0,93	0,15	0,65	1,00	0,48	0,01
C02	1,51		0,10	1,00	1,00	0,78	1,00	0,84	0,98	0,15
C03	5,75	4,24		0,45	0,20	0,96	0,51	0,00	0,68	1,00
C04	2,61	1,10	3,14		1,00	0,99	1,00	0,35	1,00	0,59
C05	1,98	0,46	3,78	0,64		0,93	1,00	0,65	1,00	0,30
C06	3,95	2,44	1,80	1,34	1,98		1,00	0,04	1,00	0,99
C07	2,73	1,22	3,02	0,12	0,76	1,22		0,30	1,00	0,65
C08	0,76	2,27	6,51	3,37	2,73	4,71	3,49		0,19	0,00
C09	3,08	1,57	2,67	0,46	1,10	0,87	0,35	3,83		0,80
C10	5,46	3,95	0,29	2,85	3,49	1,51	2,73	6,22	2,38	