

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

**Lucas Nogueira Gonçalves**

**CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA  
MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E  
ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

**Juiz de Fora**

**2019**

**Lucas Nogueira Gonçalves**

**CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA  
MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E  
ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

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

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Menini Neto**

**Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho**

Juiz de Fora

2019

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

Gonçalves, Lucas Nogueira.

CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO / Lucas Nogueira Gonçalves. -- 2019.

109 p.

Orientador: Luiz Menini Neto

Coorientador: Fabrício Alvim Carvalho

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ecologia, 2019.

1. Campo de altitude. 2. Ecologia. 3. Florística. 4. Mantiqueira. 5. Montanha. I. Menini Neto, Luiz, orient. II. Carvalho, Fabrício Alvim, coorient. III. Título.

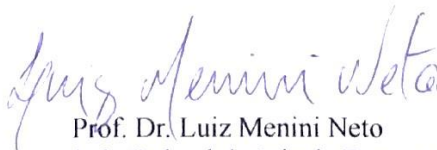
**"CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA  
MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E  
ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO,"**

***Lucas Nogueira Gonçalves***

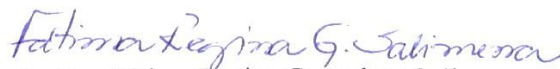
Orientador: Prof. Dr. Luiz Menini Neto

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

Aprovado em 25 de fevereiro de 2019.



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



Profa. Dra. Fátima Regina Gonçalves Salimena  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. Ruy José Válka Alves  
Museu Nacional/UFRJ



*“As montanhas são uma espécie de reino mágico onde, por meio de algum encantamento, eu me sinto a pessoa mais feliz no mundo”.*

Bernardo Collares (\*08.08.1964 †05.11.2011)  
Montanhista, presidente da FEMERJ e vice-presidente da CBME

## Agradecimentos

Ao finalizar este ciclo, olho para trás e vejo como sou privilegiado em poder chamar de amigos tantas pessoas que entraram e permaneceram na minha vida durante este curto período de tempo. Agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para que eu concluísse esta etapa da minha vida acadêmica e para que este trabalho fosse realizado: ao meu amigo Quico Ribeiro por, há muitos, anos ter me contagiado com a paixão pelo Maciço Marins-Itaguaré; ao meu ex-professor Msc. Luiz Fernando Silva Martins, através de quem eu tive o primeiro contato com a Botânica; ao meu amigo e eterno professor Msc. Luiz Eduardo Corrêa Lima por nos instigar a paixão pela ciência; aos meus colegas de graduação, em especial aos meus amigos Whasinhgton (*in memorian*), Claudinei, Bruno, Ellen, Suzana, Alex, Edson, Lucas (e toda família Areco), Sotirios, Luiz Carlos “Lulu”; agradeço especialmente ao Zé Ricardo, meu grande amigo e companheiro de TCC, pela ajuda em trabalhos de campo e pelas parcerias profissionais; ao meu amigo Milton Gouveia pelo apoio logístico nos trabalhos de campo; agradeço também ao apoio do Sr. Benedito e família, proprietários do Refúgio Base Marins. Algumas pessoas são corresponsáveis por eu estar aqui hoje e que talvez não saibam disso. Meu grande amigo, biólogo e parceiro de escalada, Silvio Rossi, pelo incentivo e pelas palavras de apoio em momentos de dúvida, e meu amigo e ex-professor ainda na faculdade de Engenharia Ambiental e mais tarde na Biologia, Eduardo Guimarães. Vocês foram determinantes por eu ter escolhido a Biologia. Aos meus amigos Gabriela Kiss Cornia, Prof. Dr. Rodrigo Polisel, Dra. Natália Ivanauskas, Dra. Marta Camargo de Assis, muito obrigado pelo aprendizado durante esses anos de pesquisa; ao Dr. Gustavo Martinelli, pela acolhida no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e pelo apoio nas primeiras etapas deste trabalho; Eduardo Fernandez e Thalís pelo apoio nas coletas; aos colegas e amigos da Universidade Federal do Espírito Santo: Prof. Dr. Henrique Dias, Prof. Dra. Sustanis Horn Kunz, Eduardo, Kalil, Roberto Rorras; ao Prof. Dr. Ruy José Válka Alves pelo auxílio na identificação e nas contribuições para a versão final da dissertação; aos especialistas que auxiliaram nas determinações das espécies; aos colegas MSc. Júlia Gaió Furtado de Mendonça e Dr. Izar Aximoff pelo compartilhamento de dados; ao aos queridos amigos que fiz na Universidade Federal de Juiz de Fora: André, Mariano, Kelly, Pedro, Monize, Zé Hugo, Daniel, Luciana, Ludmila, Camila, Samyra, Felipe, Talys, Fernanda, Manhães, Murilo, Prof. Dr. Vinicius Dittrich e todos os professores e funcionários do PGEcol. Vocês fizeram com que esses dias fossem incríveis. Um

agradecimento muito especial à Prof. Dra. Fátima Salimena e aos meus orientadores Prof. Dr. Luiz Menini Neto e Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho, a quem sou eternamente grato pela acolhida generosa, pela confiança, pelo aprendizado e por terem me proporcionado o convívio com todos acima mencionados. Quero agradecer à minha família pelo apoio e compreensão: minha mãe, Dora, meu pai, José Gonçalves, meus irmãos, Jonas, Douglas e Rodolpho, meu primo/irmão Eduardo, meu padrasto José Benedito (*in memoriam*), minha madrasta Madalena e minhas irmãs de coração (também chamadas de cunhadas) Carla e Myriam. Por fim, agradeço imensamente à minha esposa, Prof. Dra. Patrícia Duffles pelo apoio, incentivo, orientação, paciência, críticas e uma lista infinita de *etceteras*. Obrigado por acreditar em mim! Não existem palavras suficientes no mundo que possam expressar a minha gratidão. Eu te amo!

**Sumário**

RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS .....	15
CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO.....	16
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. OBJETIVOS .....	19
2.1. Objetivo geral.....	19
2.2. Objetivos específicos .....	19
3. ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.1. Histórico de fogo no Maciço Marins-Itaguapé .....	24
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RELAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS DOS CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA, SP/MG .....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT .....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	36
2.1. Levantamento florístico .....	36
2.2. Similaridade florística .....	37
3. RESULTADOS .....	39
3.1. Composição florística .....	39
3.2. Similaridade florística .....	57
4. DISCUSSÃO .....	59
4.1. Composição florística .....	59
4.2. Similaridade florística .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4. DISCUSSÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.1. Composição florística.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2. Similaridade florística.....	60
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62



Anexo 1 – Índices de similaridade e distância .....	70
CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DO GRADIENTE ALTITUDINAL NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DOS CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA, SP/MG .....	71
RESUMO .....	71
ABSTRACT .....	73
1. INTRODUÇÃO .....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	75
2.1. Amostragem .....	75
2.2. Análise fitossociológica .....	78
2.3. Diversidade e similaridade .....	79
3. RESULTADOS .....	80
3.1. Análise fitossociológica .....	80
3.2. Diversidade e similaridade .....	88
4. DISCUSSÃO .....	94
5. CONCLUSÃO .....	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	109

## RESUMO

O Maciço Marins-Itaguapé (MI) situa-se na porção Meridional da Serra da Mantiqueira, na divisa dos estados de Minas Gerais (MG) e São Paulo (SP), composto por formações vegetacionais altomontanas com altitudes que alcançam 2.420,7m. Os objetivos deste trabalho foram: i) conhecer a composição florística dos campos de altitude do Maciço MI; ii) avaliar suas relações fitogeográficas com outras áreas campestres das regiões Sul e Sudeste do Brasil e iii) analisar a estrutura da vegetação ao longo de um gradiente altitudinal. Foram realizadas expedições mensais de campo nos meses de nos meses de fevereiro, março, abril, julho, setembro, outubro e dezembro de 2013, abril, maio, junho, julho, outubro de 2017 e janeiro de 2018 para coleta de material botânico e realização dos inventários fitossociológicos. Para a avaliação da estrutura da vegetação foi utilizado o método de parcelas. Foram implantadas linhas horizontais de 150 metros de extensão em cada faixa altitudinal (2000m, 2100m, 2200m, 2300m e 2400m) nas quais foram alocadas parcelas de 1m<sup>2</sup> com intervalo de 5m de distância entre elas, totalizando 30 parcelas em cada linha. Para analisar as relações fitogeográficas foram selecionadas 17 localidades do Sul e Sudeste do país. Foram realizadas análises de similaridade quantitativas e qualitativas além do cálculo da diversidade para cada faixa altitudinal para avaliar a formação de grupos relacionados à altitude. O capítulo 1 trata da composição florística dos campos de altitude do Maciço MI, onde foram encontradas 240 espécies, 141 gêneros e 54 famílias. As famílias com maior riqueza foram Asteraceae (46 spp.), Melastomataceae (19 spp.), Poaceae (16 spp.), Rubiaceae (12 spp.), e Cyperaceae e Orchidaceae (11 spp.), representando 58,9% da flora do Maciço. Desesseis espécies apresentam algum grau de ameaça. Foram também confirmadas 16 novas ocorrências para MG e 22 para SP. A análise de similaridade florística mostrou que a flora do Maciço MI relaciona-se principalmente com a Serra Fina e Parque Nacional do Itatiaia. Os resultados mostraram também uma associação entre a composição florística e a litologia das áreas analisadas. O capítulo 2 apresenta a distribuição das espécies ao longo de diferentes faixas altitudinais. Foram encontradas 84 espécies nas altitudes amostradas, sendo Poaceae (21%), Cyperaceae (18,7%) e Asteraceae (15,6%) as famílias com maiores valores de cobertura. A diversidade de Shannon ( $H'$ ) para cada altitude apresentou diferenças significativas entre as altitudes 1 e 2 e não apresentou diferenças entre as altitudes 3, 4 e 5. Já a análise de variância de similaridade apontou uma diferença

significativa entre as faixas altitudinais, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, demonstrando que outros fatores além da altitude podem influenciar na estrutura da vegetação e na composição de espécies em ecossistemas de montanha tropicais. O elevado grau de conservação da flora do Maciço MI e os novos registros de espécies mostram a importância da preservação dessas áreas da Mantiqueira.

Palavras-chave: Floresta Atlântica; gradiente altitudinal; Serra da Mantiqueira; vegetação altomontana.

## ABSTRACT

The Marins-Itaguapé Massif (MI) is located in the southern portion of the Serra da Mantiqueira, on the border of the states of Minas Gerais and São Paulo, and consists of altimontaneous vegetation formations with altitudes that reach 2,420.7m. The objectives of this study were: i) to identify the floristic composition of the altitude fields of the MI Massif, ii) to evaluate their phytogeographical relationships with other rural areas of the South and Southeast regions of Brazil, and iii) to analyze the vegetation structure along an altitudinal gradient. Monthly field trips were carried out in the months of February, March, April, July, September, October, and December 2013, April, May, June, July, October 2017 and January 2018 for the collection of botanical material and the performance of phytosociological inventories. Horizontal lines of 150 meters in length were implanted in each altitudinal range (2000m, 2100m, 2200m, 2300m and 2400m), in which were parcels of 1m<sup>2</sup> allocated with an interval of the 5m distance between them, totaling 30 plots in each line. To analyze the phytogeographic relationships, 17 locations in Southern and Southeastern Brazil were selected. Quantitative and qualitative similarity analyses were carried out in addition to the calculation of the diversity for each altitudinal range to evaluate the formation of groups related to altitude. Chapter 1 shows the floristic composition of the MI Massif, where 240 species, 141 genera, and 54 families were found. The richest families were Asteraceae (46 spp.), Melastomataceae (19 spp.), Poaceae (16 spp.), Rubiaceae (12 spp.) and Cyperaceae and Orchidaceae (11 spp.), with 58.9 percent of the massif flora. Seven species present some degree of threat. Sixteen new occurrences were also confirmed for MG and 22 for SP. The analysis of floristic similarity showed that the flora of the massif MI is related mainly to the Serra Fina and Itatiaia National Park. The results also showed an association between the floristic composition and the lithology of the analyzed areas. Chapter 2 presents the distribution of species along different altitudinal ranges. A total of 84 species were found at the sampled altitudes, with Poaceae (21%), Cyperaceae (18.7%) and Asteraceae (15.6%) being the families with the highest coverage values. The Shannon Diversity Index ( $H'$ ) for each altitude showed significant differences between altitudes 1 and 2 and did not show differences between altitudes 3, 4, and 5. The analysis of similarity variance showed a significant difference between the altitudinal bands, both qualitatively and quantitatively, demonstrating that factors other than altitude can influence vegetation structure and species composition in tropical mountain ecosystems. The high degree of conservation of

the flora of the MI massif and the new records of species show the importance of the preservation of these areas of the Serra da Mantiqueira.

Keywords: Atlantic Forest; altitudinal gradient Serra da Mantiqueira; upper montane vegetation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Maciço Marins-Itaguaré e montanhas adjacentes (fonte: Modificado de <i>Google Earth</i> ).....	20
Figura 2: Principais cumes do Maciço Marins-Itaguaré (fonte: modificado de <i>Google Earth</i> ).....	21
Figura 3: Maciço Marins-Itaguaré visto do antecume do Pico do Itaguaré (foto: arquivo pessoal).....	21
Figura 4: Floresta Ombrófila Mista e Florestas Nebulares na vertente norte do Maciço Marins – Itaguaré (foto: arquivo pessoal).....	22
Figura 5: Floresta Ombrófila Mista na base do Pico do Itaguaré (foto: arquivo pessoal). .....	23
Figura 6: Vegetação dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguaré (foto: arquivo pessoal).....	23
Figura 7: pequeno foco de incêndio causado por fogueira nos campos de altitude do Pico dos Marins em julho de 2012 (foto: arquivo pessoal) .....	24
Figura 8: pequeno foco de incêndio causado por raio na encosta do Pico dos Marins em dezembro de 2013 (foto: arquivo pessoal).....	25
Figura 9: <i>Cortaderia modesta</i> e <i>Machaerina ensifolia</i> em floração alguns dias após incêndio causado por raio (foto: arquivo pessoal) .....	25
Figura 10: Localização das áreas utilizadas para a análise de similaridade florística ....	37
Figura 11: Porcentagem das famílias mais representativas nos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguaré .....	51
Figura 12: Campo de altitude com presença dominante de <i>Baccharis stylosa</i> Gardner.	53
Figura 13: <i>Valeriana organensis</i> Gardner (CR) .....	54
Figura 14: <i>Barbacenia gounelleana</i> Beauverd (EN).....	55
Figura 15: <i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker (EN).....	55
Figura 16: <i>Eryngium euricephalum</i> Malme (NT).....	56
Figura 17: <i>Hippeastrum morelianum</i> Lem. (VU).....	56
Figura 18: <i>Schlumbergera microsphaerica</i> (Loefgr. & Dusén) D.R.Hun.....	57
Figura 19: Dendrograma obtido na análise de similaridade usando UPGMA e índice de Jaccard (coeficiente cofenético = 0,85) .....	58
Figura 20: Gráfico de dispersão obtido na análise de coordenadas principais (autovalores – eixo1: 12.1; eixo 2: 8.4) .....	58
Figura 21: Pico dos Marins (2420,7m) .....	76
Figura 22: Croqui com a disposição das cotas altitudinais (A) e das parcelas (B) implantadas .....	77
Figura 23: Parcela na cota altitudinal de 2000 metros.....	77
Figura 24: Parcela na cota altitudinal de 2200 metros.....	78
Figura 25: Porcentagem de rocha exposta em cada altitude amostrada.....	80
Figura 26: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 1. ....	85

Figura 27: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 2 .....	85
Figura 28: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 3. ....	86
Figura 29: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 4. ....	86
Figura 30: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 5. ....	87
Figura 31: Gráfico com o número total de espécies amostradas em cada altitude e o número de espécies restritas a cada uma dessas .....	88
Figura 32: Curvas de rarefação/extrapolação para as cinco altitudes amostradas. As curvas foram extrapoladas para o número de espécies da cota altitudinal com maior riqueza (52 indivíduos) .....	89
Figura 33: Dendrograma qualitativo obtido na análise de similaridade através da matriz de presença e ausência das espécies usando UPGMA e índice de Jaccard (Coeficiente cofenético = 0,79); as cotas altitudinais amostradas correspondem a: A (vermelho, 2000m); B (azul, 2100m); C (verde, 2200m); D (laranja, 2300m) e E (preto, 2400m), da mais baixa para a mais alta respectivamente .....	91
Figura 34: Dendrograma quantitativo obtido na análise de similaridade através dos valores de cobertura das espécies usando UPGMA e índice de Bray-Curtis (Coeficiente cofenético = 0,75); as cotas altitudinais amostradas correspondem a: A (vermelho, 2000m); B (azul, 2100m); C (verde, 2200m); D (laranja, 2300m) e E (preto, 2400m)..	92
Figura 35: Gráfico de dispersão qualitativo obtido na Análise de Correspondência Destendenciada (Autovalores – Eixo 1: 0,589; Eixo 2: 0,475), utilizando a matriz de presença e ausência das espécies. Alt.1 (2000m); Alt.2 (2100m); Alt.3 (2200m); Alt.4 (2300); Alt.5 (2400).....	93
Figura 36: Gráfico de dispersão quantitativo obtido na Análise de Correspondência Destendenciada (Autovalores – Eixo 1: 0,658; Eixo 2: 0,474), utilizando valores de cobertura das espécies. Alt.1 (2000m); Alt.2 (2100m); Alt.3 (2200m); Alt.4 (2300); Alt.5 (2400m) .....	93
Figura 37: Vista geral da altitude 2100m; .....	98
Figura 38: Curva com maior riqueza de espécies na faixa altitudinal média; 1) 2000m; 2) 2100m; 3) 2200m; 4) 2300m; 5) 2400m .....	99
Figura 39: Presença indiscriminada de turistas e incêndio antrópico, ameaças constantes aos campos de altitude do Brasil também presentes no Maciço Marins-Itaguapé .....	107

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Localidades utilizadas para a análise de similaridade florística com formações campestres do sudeste e sul da América do Sul .....	38
Tabela 2: Lista das famílias e espécies de angiospermas dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé, Serra da Mantiqueira (MG/SP), Brasil. <i>Status</i> de conservação: EN: “em perigo”; VU: “vulnerável”; NT: “quase ameaçada”; LC: “menos preocupante”. .....	40
Tabela 3: Confirmação de novas ocorrências de espécies para os estados de SP e MG.	52
Tabela 4: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das espécies dos campos de altitude do Pico dos Marins, MG/SP, em cinco cotas altitudinais (Altitude 1 – 2000m; Altitude 2 –2100m; Altitude 3 – 2200m; Altitude 4 – 2300m; Altitude 5 -2400m); em <b>negrito</b> destacam-se as dez espécies mais importantes em cada altitude .....	81
Tabela 5: índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J'$ ) .....	88



## **CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA SP/MG: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOGEOGRAFIA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

### **1. INTRODUÇÃO GERAL**

A Floresta Atlântica abrangia originalmente cerca de 1,5 milhão de quilômetros quadrados, estendendo-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, ao longo da região costeira do Brasil (Oliveira-Filho *et al.* 2006). Por abrigar uma biota única, rica em espécies endêmicas, e devido ao alto índice de destruição da área, já que restam 15,2% da vegetação original (Hirota & Ponzoni 2018), a Floresta Atlântica é considerada uma das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial (Myers *et al.* 2000; Mittermeier *et al.* 2011). Tal biodiversidade é expressa devido à ampla abrangência latitudinal, longitudinal e altitudinal de sua vegetação (Tabarelli *et al.* 2005).

Os campos de altitude são ecossistemas associados ao domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica encontrados nos pontos mais altos das regiões Sudeste e Sul do Brasil, como os Aparados da Serra (RS e SC), Serra Geral (PR e SC) Serra do Mar (SP e RJ), Serra da Bocaina (SP e RJ), Serra dos Órgãos (RJ), Serra da Mantiqueira (SP, MG e RJ) e Serra do Caparaó (MG e ES) (Ferri 1980, Safford 1999a, 2007, Fiaschi & Pirani 2009, Garcia *et al.* 2009). Formam um mosaico de arbustos e arvoretas, inseridos numa matriz de gramíneas, com presença esparsa de pteridófitas e outras herbáceas (Safford 1999) normalmente em áreas restritas e associadas a florestas nebulares (Garcia & Pirani 2003, 2005).

Os campos de altitude e os campos rupestres são citados pela primeira vez como formações separadas da Floresta Atlântica e do Cerrado, respectivamente, em 1867 pelo botânico dinamarquês Johannes Eugenius Büllow Warming, quando apresentou um mapa das regiões fitogeográficas do Brasil, denominando-as “topos de montanha mais elevados cobertos por uma flora alpina” (Gomes *et al.* 2006). Silveira (1922, 1924) cita essas regiões como “campo”, “campo limpo”, “campo alpestre” e “campo alpino”. Sampaio (1938) e Mello-Barreto (1949) utilizaram o termo “campos alpinos” para essa fisionomia das montanhas do leste brasileiro, provavelmente reproduzindo-o do mapa produzido por Gonzaga de Campos (1912). Azevedo (1962) denominou esses campos do sul de Minas Gerais como “savana especial dos altos divisores”.

Joly (1970) chamou de “campos rupestres” não só a vegetação ocorrente no topo das montanhas de Minas Gerais e Goiás como também a das serras dos Órgãos, Caparaó e do planalto de Itatiaia, sugerindo que não há diferenças entre as vegetações campestres das montanhas do leste e do centro do Brasil. Rizzini (1979) denominou como “campos altomontanos” a vegetação sobre rochas ígneas ou metamórficas das serras da Mantiqueira e do Mar, separando essa fisionomia das ocorrentes sobre os afloramentos ferruginosos do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais (“campo de canga couraçada”) e dos “campos quartzíticos” da Cadeia do Espinhaço.

Ferri (1980) chamou os campos quartzíticos de “campos rupestres” e os campos altomontanos de “campos de altitude”. Eiten (1983) denominou “campo rupestre” e “campo montano” as formações sobre quartzito e granito, respectivamente. Veloso (1991) classificou as formações campestres das montanhas do sudeste do Brasil como “refúgios vegetacionais ou relíquias de vegetação”, que segundo ele, seria toda e qualquer vegetação floristicamente diferente do contexto geral da flora dominante. Semir (1991) sugere os termos “complexos rupestres de quartzito” para a vegetação da Cadeia do Espinhaço e “complexos rupestres de granito” para a vegetação da Serra da Mantiqueira, pois ambas as formações ocorrem sobre embasamento rochoso, mas de diferentes litologias. Segundo ele, o uso do termo “complexo” permite ainda que todas as sinúrias vegetais (florestas nebulares, escrubes, ambientes hidromórficos, campos graminóides, afloramentos rochosos etc.) associadas a esses ambientes sejam abrangidas. Mais recentemente, Benites *et al.* (2003, 2007) utilizaram os termos “complexos rupestres de altitude sobre rocha ígnea” para os campos de altitude das Serras da Mantiqueira e do Mar, e “complexos rupestres de altitude sobre rocha quartzítica” para os campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Chapadas dos Veadeiros e dos Guimarães, para as montanhas de Roraima e algumas localidades de Minas Gerais, como Ibitipoca e Serra da Canastra.

Neste trabalho, optou-se por utilizar o termo campo de altitude como proposto por Ferri (1980), por ser o mais utilizado por botânicos, ecólogos e fitogeógrafos (Giulietti & Pirani 1988, Giulietti *et al.* 1987, Safford 1999a, 2007, Fiaschi & Pirani 2009).

A região dos campos de altitude é considerada importante centro de endemismo da flora Neotropical (Fiaschi & Pirani 2009, Safford 1999a, 1999b) com conexões com outras áreas da América do Sul, como os Andes (Safford 2007) e os campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Giulietti & Pirani 1988, Safford 1999b). No planalto de Itatiaia,

por exemplo, Martinelli (1996) verificou que 11% da flora vascular ocorrente era localmente endêmica e 21% era endêmica dos campos de altitude. Contudo, esses valores podem ter sido reduzidos devido à ampliação do esforço de coleta para essas áreas e também para outras áreas não estudadas.

Ecosistemas de montanha são tipicamente diversificados e ricos em espécies, particularmente nos trópicos (Chaverri-Polini 1998, Sarmiento 2002). Além disso, a altitude é um importante gradiente ambiental indireto capaz de influenciar no crescimento das plantas e de promover uma substituição florística em diferentes níveis hierárquicos (Austin *et al.* 1984). As comunidades vegetais periféricas da Floresta Atlântica, das quais os campos de altitude fazem parte, estão sujeitas a condições ambientais extremas e adversas, como temperaturas altas e baixas (inclusive congelamento), seca, ventos constantes e falta de nutrientes (Scarano 2002). Os documentos oficiais sobre a biodiversidade no Brasil não fazem referência à biodiversidade de montanha, embora o tema tenha sido considerado como um ponto focal da Convenção sobre Diversidade Biológica (da qual o Brasil é signatário) desde 2002 (Martinelli 2007).

Embora a maioria dessa vegetação esteja localizada em unidades de conservação, vários fatores ameaçam as espécies endêmicas e a conservação dessas áreas como, por exemplo, queimadas, coleta de plantas ornamentais e medicinais, pisoteio de gado, turismo (Mocochinski & Scheer 2008, Garcia *et al.* 2009, Aximoff 2011) e agrotóxicos carregados pelo vento (Guida *et al.* 2018).

Estudos florísticos em Maciços de altitude do Sudeste brasileiro e em outras áreas ainda pouco exploradas da Serra da Mantiqueira contribuem para a ampliação do conhecimento da distribuição das espécies típicas de ambientes altimontanos da Floresta Atlântica (Meireles 2014). Martinelli (2007) define o Maciço Marins-Itaguapé como uma área extremamente importante e sugere o inventário florístico como ação prioritária para a conservação do ecossistema local.

Segundo Safford (1999a), devido à sua peculiar história quaternária, diversidade, endemismo e suas intrigantes relações biogeográficas com regiões distantes das Américas, os campos de altitude devem ser prioridade para ecólogos, biogeógrafos e conservacionistas.

Apesar da maioria dos complexos rochosos brasileiros localizarem-se dentro de unidades de conservação, sua biodiversidade encontra-se fortemente vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas (Meireles 2009; Leão *et al.* 2014; Bitencourt *et al.* 2016). Por isso, estudos sobre as comunidades vegetais nos campos de altitude e nos afloramentos rochosos no Brasil são importantes para a expansão do conhecimento sobre a fitogeografia dessas áreas e também para estabelecer estratégias para a conservação de sua biodiversidade (Campos *et al.* 2018).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Contribuir para um melhor conhecimento das comunidades vegetais das formações campestres dos ecossistemas de montanha do Sul e Sudeste do Brasil e de suas relações fitogeográficas.

### **2.2. Objetivos específicos**

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- inventariar a flora do Maciço Marins-Itaguapé e analisar sua relação fitogeográfica com outras regiões de vegetação campestre do sul e sudeste brasileiro;
- avaliar a composição florística e a estrutura da vegetação dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé ao longo de um gradiente altitudinal.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

O Maciço Marins-Itaguapé é um dos pontos mais altos da porção meridional da Serra da Mantiqueira e localiza-se entre os municípios de Piquete e Cruzeiro no Estado de São Paulo, e Marmelópolis e Passa-Quatro em Minas Gerais, inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) da Mantiqueira (figura 1). Seu ponto mais alto (Pico dos Marins) alcança 2.420,7 metros de altitude, abaixo apenas dos Maciços da Serra Fina (2.798,39m) e Itatiaia (2.791,55m). Por ser um dos pontos mais altos da Serra da Mantiqueira, o fluxo de turistas é intenso, principalmente nos meses de inverno.

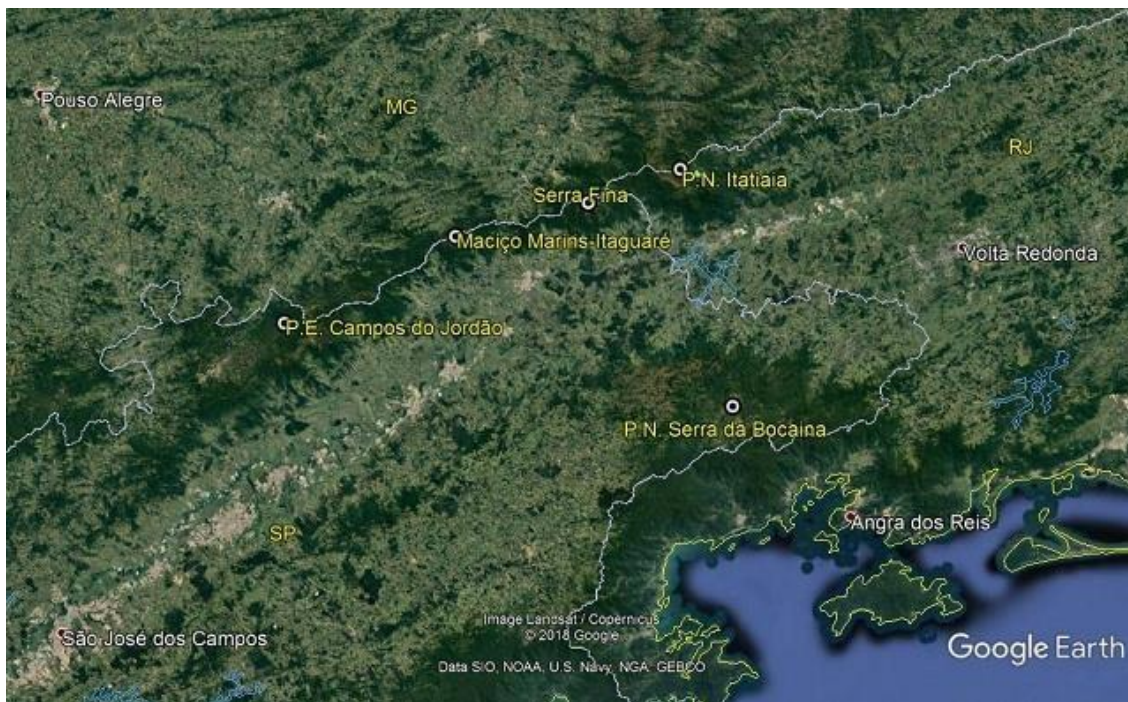


Figura 1: Localização do Maciço Marins-Itaguapé e montanhas adjacentes (fonte: Modificado de *Google Earth*).

A área de estudo é delimitada por um Maciço granítico composto de vários cumes, sendo os principais o Pico dos Marins, Pico do Itaguapé, Pico do Marinzinho, Pedra Redonda e Morro do Careca (figuras 2 e 3). Neste trabalho, devido à suas características geomorfológicas, o conjunto formado por esses picos será denominado Maciço Marins-



Itaguapé, dado que esses são os picos mais conhecidos do Maciço.



Figura 2: Principais cumes do Maciço Marins-Itaguapé (fonte: modificado de *Google Earth*).



Figura 3: Maciço Marins-Itaguapé visto do antecume do Pico do Itaguapé (foto: arquivo pessoal).

Na área em estudo aflora o Granito Marins, de formato elipsoidal, isotrópico e de caráter cálcio-alcálico de alto K, fracamente peraluminoso, que intrude gnaisses paraderivados e ortoderivados. Datações U-Pb em zircão indicam idade de  $603.7 \pm 4.8$  Ma, posicionando essas rochas como tardi a pós-colisionais ao evento tectônico da Faixa Brasília (Duffles *et al.* 2013).

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa (Clima tropical de altitude). Já nos trechos mais elevados, o clima torna-se Subtropical de Altitude (Cwb), marcado pela presença de Floresta Ombrófila Mista e dos campos de altitude, com período chuvoso mais intenso e quente entre os meses de dezembro e março, e mais seco e frio entre os meses de junho e agosto, com ocorrência de fortes geadas (Juares 2011, Meireles & Shepherd 2015).

A vegetação do Maciço é classificada como Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE 2012 apud Veloso *et al.* 1991). Entretanto ocorrem fragmentos de Floresta Ombrófila Mista e florestas nebulares não mapeáveis na escala de Veloso *et al.* (1991) (figura 4 e 5). Acima de 1800m de altitude, apresenta fisionomias bem conservadas de campos de altitude com vegetação rupícola em afloramento granítico, com pouca alteração antrópica (figura 6).

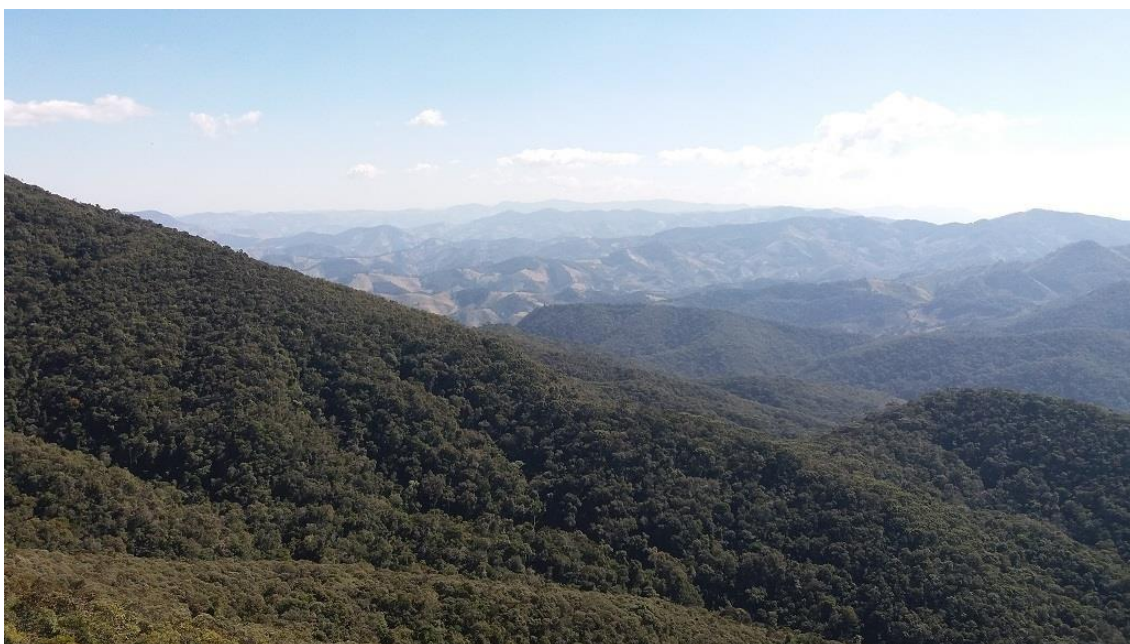


Figura 4: Floresta Ombrófila Mista e Florestas Nebulares na vertente norte do Maciço Marins – Itaguaré (foto: arquivo pessoal).





Figura 5: Floresta Ombrófila Mista na base do Pico do Itaguaré (foto: arquivo pessoal).



Figura 6: Vegetação dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguaré (foto: arquivo pessoal).



### 3.1. Histórico de fogo no Maciço Marins-Itaguaré

Em 9 de maio de 1948, Brade realizou uma excursão ao Pico do Itaguaré e cita que um grande incêndio atingiu a vegetação acima de 1800 metros de altitude, incluindo os campos de altitude (Brade 1948). O Sr. Lucas Rodrigues (comunicação pessoal), morador e nascido na região, ao ser questionado relata que o último incêndio que atingiu o maciço foi ainda na sua infância sem precisar o ano, mas devido à sua idade, indica ser o mesmo incêndio relatado por Brade. Porém, depois desse relato, ocorreram ainda alguns pequenos focos de incêndio. Em julho de 2012, um pequeno foco de incêndio ocorreu numa área próxima à nascente do ribeirão Passa-Quatro, a 2200 metros de altitude, quando um grupo de turistas acampados na região perdeu o controle de uma fogueira. O fogo foi controlado por montanhistas que também estavam acampados no local (figura 7).



Figura 7: Pequeno foco de incêndio causado por fogueira nos campos de altitude do Pico dos Marins em julho de 2012 (foto: arquivo pessoal).

Em dezembro de 2013 um incêndio causado por raio consumiu uma pequena área com vegetação de campos de altitude e afloramentos rochosos numa encosta da face sudeste do Pico dos Marins (figura 8), logo controlado pela chuva subsequente.



Figura 8: Pequeno foco de incêndio causado por raio na encosta do Pico dos Marins em dezembro de 2013 (foto: arquivo pessoal).

Em julho de 2016 outro incêndio, também causado por um sinalizador utilizado por turistas, atingiu a mesma região do incêndio de 2012, porém nessa ocasião o fogo consumiu uma área maior, isolando montanhistas no cume do Pico dos Marins que tiveram que ser resgatados de helicóptero pelos bombeiros. Em janeiro de 2018, outro pequeno foco de incêndio causado por raio consumiu uma pequena área dos campos de altitude nos arredores da área de acampamento na altitude de 2000m, também controlado pela chuva. Nessa ocasião, alguns dias depois coletei alguns indivíduos férteis de espécies que só florescem com o fogo, como *Cortaderia modesta* e *Macherina ensifolia* (figura 9).



Figura 9: *Cortaderia modesta* e *Machaerina ensifolia* em floração alguns dias após incêndio causado por raio (foto: arquivo pessoal).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTIN, M. P.; CUNNINGHAM, R. B.; FLEMING, P. M. New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. **Vegetatio**, v. 55, n. 1, p. 11-27, 1984.

AXIMOFF, Izar. O que Perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro? **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 180-200, 2011.

AZEVEDO, LG de. Tipos de vegetação do sul de Minas e campos da Mantiqueira (Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 34, n. 2, p. 225-234, 1962.

BARRETO, HENRIQUE L. Regiões fitogeográficas de Minas Gerais. **Boletim de Geografia**, v. 14, p. 14-28, 1949.

BENITES, Vinicius de Melo et al. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e ambiente**, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2012.

BENITES, Vinicius M. et al. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BITENCOURT, Cássia et al. The worrying future of the endemic flora of a tropical mountain range under climate change. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 218, p. 1-10, 2016.

CAMPOS, Prímula Viana et al. Plant diversity and community structure of Brazilian Páramos. **Journal of Mountain Science**, v. 15, n. 6, p. 1186-1198, 2018.

CHAVERRI-POLINI, Adelaida. Mountains, biodiversity and conservation. **UNASYLVA-FAO-**, p. 47-54, 1998.

DUFFLES, P. A. T. et al. Marins Granite (MG/SP): petrography, geochemistry, geochronology, and geotectonic setting. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 487-500, 2013.

EITEN, George. Classificação da vegetação do Brasil. In: **Classificação da vegetação do Brasil**. CNPq, 1983.

- FERRI, Mario Guimarães. **Vegetação brasileira**. 26th ed. Belo Horizonte CIP, 1980.
- FIASCHI, Pedro; PIRANI, Jose R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of systematics and evolution**, v. 47, n. 5, p. 477-496, 2009.
- GARCIA, Ricardo José Francischetti et al. A contribution to the phytogeography of Brazilian campos: an analysis based on Poaceae. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, n. 4, p. 703-713, 2009.
- GARCIA, Ricardo José Francischetti; PIRANI, José Rubens. Análise florística, ecológica e fitogeográfica do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo, SP), com ênfase nos campos junto à crista da Serra do Mar. **Hoehnea**, v. 32, n. 1, p. 1-48, 2005.
- GARCIA, Ricardo José Francischetti; PIRANI, José Rubens. Revisão sobre o diagnóstico e caracterização da vegetação campestre junto à crista de serras, no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 30, n. 3, p. 217-242, 2003.
- GIULIETTI, Ana Maria et al. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica**, v. 9, p. 1-151, 1987.
- GIULIETTI, Ana Maria; PIRANI, José Rubens. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia. In: **Proceedings**. 1987.
- GOMES, Maria do Carmo Andrade. **A canção das palmeiras: Eugenius Warming, um jovem botânico no Brasil**. Fundação João Pinheiro-Centro de Estudos Históricos e Culturais, 2006.
- GONZAGA DE CAMPOS, Luiz Felipe. Mappa Florestal. **Ministerio da Agricultura, Industria e Comercio, Rio de Janeiro**, 1912.
- GUIDA, Yago de Souza et al. Air contamination by legacy and current-use pesticides in Brazilian mountains: An overview of national regulations by monitoring pollutant presence in pristine areas. **Environmental pollution**, v. 242, p. 19-30, 2018.
- HIROTA, Márcia Makiko; PONZONI, F. J. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – Período 2016-2017. São Paulo. Fundação SOS Mata Atlântica. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais – INPE, 2018.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais técnicos em geociências**, v. 1, 2012. Acesso em: 10/01/2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>

JOLY, Aylthon Brandão et al. **Conheça a vegetação brasileira**. Editora da Universidade de São Paulo e Polígono, São Paulo, 1970.

JUARES, Anita de Mello. **Diversidade de anfíbios anuros na Serra da Mantiqueira na região do Pico dos Marins**. 2011. 124 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87602>>.

LEAO, Tarciso CC et al. Predicting extinction risk of Brazilian Atlantic Forest angiosperms. **Conservation Biology**, v. 28, n. 5, p. 1349-1359, 2014.

MARTINELLI, Gustavo. **Campos de Altitude**. Rio de Janeiro: Index. 1996.

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

MEIRELES, Leonardo Dias. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 65, n. 4, p. 831-859, 2014.

MEIRELES, Leonardo Dias. **Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil**. 2009. 262 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315023>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MEIRELES, Leonardo Dias; SHEPHERD, George John. 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.

MITTERMEIER, Russell A. et al. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: **Biodiversity hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 3-22.



MOCOCHINSKI, Alan Yukio; SCHEER, Maurício Bergamini. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, v. 38, n. 4, 2008.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T. et al. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: **Neotropical savannas and seasonally dry forests**. CRC Press, 2006. p. 172-205.

RIZZINI, Carlos Toledo. Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos, vol. 2. **Hucitec Ltda & Ed. da Universidade de São Paulo**, 1979.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 693-712, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos II. Macro- and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 713-737, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 10, p. 1701-1722, 2007.

SAMPAIO, Alberto José de. **Phytogeografia do Brasil**. Companhia Editora Nacional, Rio de Janeiro. 1938. Disponível em: <<http://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/116>>. Acesso em 16/05/2019.

SARMIENTO, Fausto. O. Human drivers of landscape change: treelines dynamics in neotropical montology. **Ecotropicos**, v. 15, n. 2, p. 129-146, 2002.

SCARANO, Fabio 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.

SEMIR, João. Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernoniae: Compositae). Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. v. 2, p. 73-515, 1991.

SILVEIRA, Álvaro A. da. **Memórias chorographicas**. Imprensa Oficial, Belo Horizonte, v.1, 1922.

SILVEIRA, Álvaro A. da. **Narrativas e memórias**. Imprensa Oficial, Belo Horizonte, v.2, 1924.

TABARELLI, MARCELO et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL-FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

## **CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RELAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS DOS CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS- ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA, SP/MG**

### **RESUMO**

O campo de altitude, ecossistema associado à Floresta Atlântica encontrado nos topos das serras da Mantiqueira e do Mar, é uma formação composta por um mosaico de arbustos e arvoretas numa matriz de gramíneas e outras herbáceas. Montanhas são ambientes severos, com fatores que agem mais intensamente, como solos rasos, variações extremas de temperatura, ventos e radiação solar, maior precipitação e menor pressão atmosférica, o que requer uma adaptação especial de sua biota. O Maciço Marins-Itaguapé (MI) (2420 m.) é um afloramento granítico localizado na porção meridional da Serra da Mantiqueira, entre os municípios de Marmelópolis e Virgínia, no estado de Minas Gerais, e Cruzeiro e Piquete no estado de São Paulo. Os objetivos do estudo foram elaborar a lista de espécies da flora fanerogâmica dos campos de altitude do Maciço MI e analisar sua similaridade florística com outras áreas campestres do Sudeste e Sul do Brasil. Para isso foram levantados dados publicados e de bancos de dados *on-line*. Foi gerada uma matriz binária (presença/ausência) utilizada nas análises de similaridade. Foram encontradas 240 espécies no Maciço MI, distribuídas em 141 gêneros e 54 famílias. As famílias com maior riqueza foram Asteraceae (46 spp.), Melastomataceae (19 spp.), Poaceae (16 spp.), Rubiaceae (12 spp.), e Orchidaceae e Cyperaceae (11 spp.), representando 58,9% da flora do Maciço. Desseis espécies apresentam algum grau de ameaça. Foram também confirmadas 16 novas ocorrências para MG e 22 para SP. A análise de similaridade florística mostrou que a flora do Maciço MI relaciona-se principalmente com a Serra Fina e Parque Nacional do Itatiaia. Foram observados três agrupamentos: i) entre áreas da porção sul da Mantiqueira (Monte Verde, Marins-Itaguapé, Serra Fina, Itatiaia e Serra do Papagaio), a Serra da Bocaina e a Serra do Mar paranaense; ii) entre a porção norte da Serra da Mantiqueira (Serra Negra, Ibitipoca, Serra do Brigadeiro, Caparaó), Núcleo Curucutu (Serra do Mar paulista) e Serra da Pedra Branca e iii) entre os campos rupestres da Serra de São José, P. E. Itacolomi, Serra do Cipó e Parque Nacional da Serra da Canastra. O elevado grau de conservação da flora do Maciço MI é constatado pelas raras ocorrências de incêndios e a ausência de gramíneas invasoras em comparação com áreas



campestres em UC's próximas, e os novos registros de espécies mostram a importância da preservação dessas áreas da Mantiqueira.

Palavras-chave: Análise de similaridade; fitogeografia; montanha; Floresta Atlântica

## ABSTRACT

High altitude grasslands (campos de altitude), ecosystems associated with the Atlantic Forest found in the tops of the Serra da Mantiqueira and Serra do Mar, are composed of a mosaic of shrubs and trees in a matrix of grasses and other herbaceous plants. Mountains are harsh environments with more intense factors such as shallow soils, extreme temperature variations, wind and solar radiation, high precipitation, and lower atmospheric pressure, which requires a special adaptation of their biota. The Marins-Itaguapé (MI) massif (2420 m.) is a granite outcrop located in the southern portion of the Serra da Mantiqueira, between the municipalities of Marmelópolis and Virginia in the state of Minas Gerais, and Cruzeiro e Piquete in the state of São Paulo. The objectives of the study were to elaborate the species list of the phanerogamic flora of the altitude fields of the MI massif and to analyze its floristic similarity with other rural areas of the Southeast and South of Brazil. For this, published data and online databases were collected. We generated a binary matrix (presence/absence) used in the similarity analyzes. A total of 240 species were found in the MI massif, distributed between 141 genera and 54 families. The richest families were Asteraceae (46 spp.), Melastomataceae (19 spp.), Poaceae (16 spp.), Rubiaceae (12 spp.) and Cyperaceae and Orchidaceae (11 spp.), with 58,9 percent being massif flora. Seven species present some degree of threat to... Seven new species occurrences were also confirmed for MG and 17 for SP. The analysis of floristic similarity showed that the flora of the massif MI is related mainly to the Serra Fina and Itatiaia National Park. Three groupings were observed: i) between areas of the southern portion of Serra da Mantiqueira (Monte Verde, Marins-Itaguapé, Serra Fina, Itatiaia e Serra do Papagaio), Serra da Bocaina and Serra do Mar paranaense ii) between northern portion of Serra da Mantiqueira (Serra Negra, Ibitipoca, Serra do Brigadeiro, Caparaó), Núcleo Curucutu and Serra da Pedra Branca and iii) between the rupestrian fields of Serra de São José, Itacolomi State Park, Serra do Cipó and Serra da Canastra National Park. The high degree of conservation of the flora of the MI massif is evidenced by the rare occurrences of fires and the absence of invasive grasses in comparison with the surrounding areas in the countryside. The newly recorded species show the importance of the preservation of these areas of Serra da Mantiqueira.

Keywords: Atlantic Forest; mountain; phytogeography; similarity analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

Campo de altitude é um ecossistema associado à Floresta Atlântica encontrado nas mais altas e íngremes serras da Região Sudeste do Brasil (Ferri 1980, Fiaschi & Pirani 2009, Martinelli 1996), tais como a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar (Safford 1999a, b, 2007). É composta por um mosaico de arbustos e arvoretas, inseridos numa matriz de gramíneas, com presença esparsa de pteridófitas e outras plantas herbáceas (Safford 1999a) ocorrendo geralmente em áreas restritas e associadas a florestas nebulares (Garcia & Pirani 2003, 2005).

De maneira geral, topos de montanhas são ambientes severos que requerem uma adaptação especial de sua biota, pois os fatores ambientais agem de forma mais intensa em altitudes elevadas, apresentado solos rasos, variações extremas de temperatura, ventos e radiação solar mais intensos, maior precipitação e menor pressão atmosférica (Rizzini 1997, Safford 1999a, Scarano 2002, Porembski 2007, Meireles 2009, Neri *et al.* 2016).

Sob condições muito frias, a decomposição da matéria orgânica não é total, formam-se ácidos orgânicos que diminuem o pH do solo e adicionam ferro e alumínio, que, em solução no solo, são tóxicos para muitas plantas (Benites, 2001). Assim, as espécies locais desenvolveram adaptações morfofisiológicas para sua adaptação a condições tão adversas (Safford 1999a, Neri *et al.* 2016), como por exemplo, alguns casos de espécies das famílias Cactaceae e Bromeliaceae no Planalto de Itatiaia que localmente são plantas de metabolismo tipo C3, embora pertençam a gêneros de metabolismo do tipo CAM (Scarano *et al.* 2001). Essas adaptações frequentemente resultam em gradientes altitudinais na distribuição de espécies (Gentry 1988, Whitmore 1998).

Apesar da relativa proximidade geográfica, os campos de altitude do leste do Brasil afloram como “ilhas”, com barreiras geográficas formadas pela distância e pela matriz florestal do Maciço, que limitam a dispersão das espécies (Martinelli 1996, Porembski 2007). Tal disposição em forma de “ilhas”, somado ao gradiente altitudinal dessas áreas, pode explicar a forte dissimilaridade florística entre esses ambientes (Caiafa 2002, Longhi-Wagner *et al.* 2012, Rezende *et al.* 2013, Alves *et al.* 2016).

Em comparação com áreas em cotas altimétricas mais baixas, ainda há poucos estudos florísticos e fitossociológicos realizados em campos de altitude (Ab'saber 1989, Martinelli 2007), destacando-se os trabalhos de Scarano (2002), Garcia & Pirani (2005), Caiafa & Silva (2005), Medina *et al.* (2006), Caiafa & Silva (2007), Moco-chinski &

Scheer (2008), Ribeiro *et al.* (2007), Rezende *et al.* (2013); Meireles & Shepherd (2015), Neri *et al.* (2016) e Mendonça (2017). Na presente área de estudo, ainda não haviam sido realizados levantamentos florísticos ou fitossociológicos sistemáticos. Algumas poucas coletas foram realizadas por pesquisadores como Brade (1948) que visitou a região do Pico do Itaguapé e, mais recentemente, Trovó *et al.* (2012), que descreveram uma nova espécie de Eriocaulaceae na região do Pico dos Marins.

Esta lacuna em dados e conhecimento sobre estes *habitats* é particularmente preocupante em face das mudanças climáticas. O elevado grau de endemismo e a restrita distribuição geográfica de espécies, e com poucas populações, conhecidas determina a importância das áreas de elevada altitude da Floresta Atlântica e sugere que a intensificação dos efeitos causados pelas mudanças climáticas coloca em risco todos os ecossistemas montanos em escala global (Meireles 2009). O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) menciona a vulnerabilidade desses ecossistemas, mas baseado principalmente em dados referentes a montanhas fora do Brasil (Souza-Filho *et al.* 2014). Apesar disso, é sabido que espécies com alcance geográfico restrito a montanhas são mais frequentes nas Américas do que em outros lugares (Laurance *et al.* 2011). De acordo com isso, Martinelli (2007) define o Maciço Marins-Itaguapé como uma área extremamente importante e sugere o inventário florístico como ação prioritária para a conservação do ecossistema local.

Os objetivos do estudo foram o levantamento da flora fanerogâmica dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé, indicando suas espécies ameaçadas, e a análise da sua similaridade florística com outras áreas campestres das regiões Sudeste e Sul do Brasil, de forma a fornecer subsídios para o conhecimento dessa singular fisionomia vegetacional e da flora do Brasil como um todo. Devido à sua proximidade geográfica e características geomorfológicas, espera-se observar uma maior similaridade florística entre este Maciço e os Maciços da Serra Fina e Itatiaia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Levantamento florístico

O estudo da composição florística foi realizado nos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé (item 3, página 18), formação situada acima de 1800m de altitude. Foram realizadas expedições para coleta de material botânico nos meses de fevereiro, março, abril, julho, setembro, outubro e dezembro de 2013, abril, maio, junho, julho, outubro de 2017 e janeiro de 2018. Foi utilizado o método de caminhamento (Filgueiras *et al.* 1994) para a coleta de amostras de indivíduos férteis de angiospermas, as quais foram preparadas segundo Fidalgo & Bononi (1989) e depositadas nos herbários RB e CESJ (acrônimos segundo Thiers 2018). O material foi identificado a partir de consulta a especialistas, comparações com o acervo dos herbários e através de bibliografia especializada, além de consulta aos bancos de dados *on-line* ([www.splink.org.br](http://www.splink.org.br)) e Herbário Virtual/REFLORA (Flora do Brasil 2020). A conferência das sinónimas e a ortografia foram realizadas em consulta à Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>).

A grafia dos nomes e os respectivos autores das espécies identificadas foram conferidos a Lista de Espécies da Flora do Brasil (BGF 2018). Os nomes das famílias botânicas estão em acordo com APG IV (Chase *et al.* 2016). Além das espécies coletadas, foram adicionadas à lista florística registros anteriores para a localidade através de dados obtidos nos sítios [www.splink.org.br](http://www.splink.org.br) e [www.jabot.jbrj.gov.br](http://www.jabot.jbrj.gov.br). A avaliação de espécies endêmicas foi feita através do BGF (2018) e o *status* de conservação das espécies foi consultado no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013).

## 2.2. Similaridade florística

A análise de similaridade florística foi realizada com base na listagem obtida para o Maciço Marins-Itaguapé, utilizando apenas os exemplares com identificação em nível de espécie. Foram selecionadas 17 localidades das regiões Sudeste e Sul do Brasil com ocorrência de vegetação campestre (campos de altitude e campos rupestres) para comparação de suas floras (tabela 1). Os registros identificados até o nível de gênero ou família foram excluídos. As áreas selecionadas para avaliação da similaridade florística são apresentadas na figura 7.

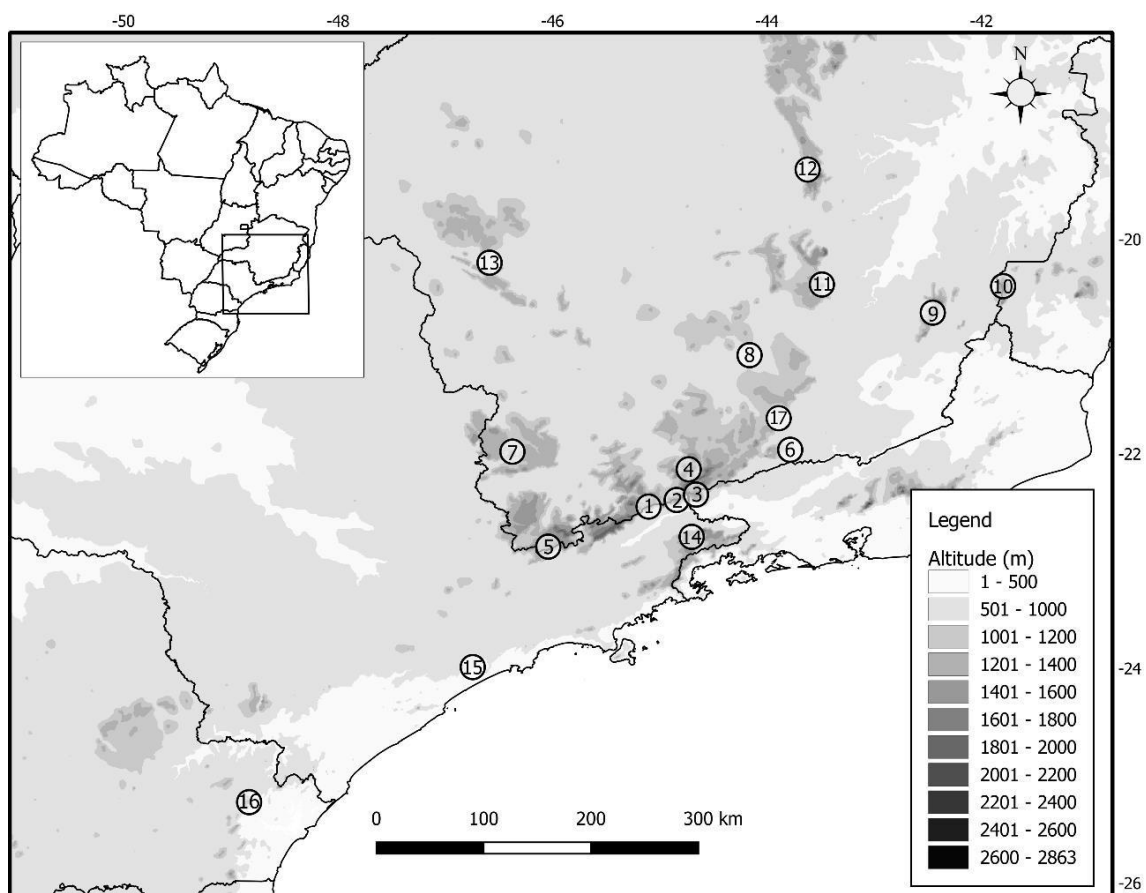


Figura 10: Localização das áreas utilizadas para a análise de similaridade florística.

Tabela 1: Localidades utilizadas para a análise de similaridade florística com formações campestres do sudeste e sul da América do Sul.

<b>Acr.</b>	<b>Localidade</b>	<b>N</b>	<b>Estado</b>	<b>Spp.</b>	<b>D.fitogeográfico</b>	<b>Classificação</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Fonte</b>
MI	Maciço Marins-Itaguapé	1	MG/SP	145	Floresta Atlântica	C.altitude	1800-2420	Presente trabalho
SF	Serra Fina	2	MG/SP/RJ	348	Floresta Atlântica	C.altitude	1500-2787	Meireles (2009)
PNI	P.N. Itatiaia	3	RJ/MG	579	Floresta Atlântica	C.altitude	2000-2792	Aximoff ( <i>unpublished data</i> )
PESP	P.E. Serra do Papagaio	4	MG	242	Floresta Atlântica	C.altitude	1600-2100	Mendonça (2017)
MV	Monte Verde	5	MG/SP	176	Floresta Atlântica	C.altitude	1550-2082	Merireles <i>et al.</i> (2014)
SN	Serra Negra	6	MG	423	Floresta Atlântica	C.rupestre	800-1700	Salimena <i>et al.</i> (2013)
SPB	Serra da Pedra Branca	7	MG	364	Floresta Atlântica	C.altitude	1160-1780	Rezende <i>et al.</i> (2013)
SSJ	Serra de São José	8	MG	813	Cerrado	C.rupestre	900-1430	Alves & Kolbek (2009)
PESB	P.E. Serra do Brigadeiro	9	MG	50	Floresta Atlântica	C.altitude	1600-1722	Caiafa & Silva (2005)
PNC	P.N. Caparaó	10	ES/MG	413	Floresta Atlântica	C.altitude	1300-2890	<i>Specieslink</i> (CRIA)
Itac	P.E. Itacolomi	11	MG	1070	Cerrado	C.rupestre	1300-1400	Messias <i>et al.</i> (2017)
Sci	Serra do Cipó	12	MG	1214	Cerrado	C.rupestre	800-1300	Giulietti <i>et al.</i> (1987)
PESC	P. N. Serra da Canastra	13	MG	699	Cerrado	C.rupestre	800-1400	<i>Specieslink</i> (CRIA)
SB	P. N. Serra da Bocaina	14	RJ/SP	107	Floresta Atlântica	C.altitude	1450-2100	Freitas & Sazima (2006)
NC	P. E. Serra do Mar/Núcleo Curucutu	15	SP	389	Floresta Atlântica	C.altitude	750-850	Garcia & Pirani (2005)
SMP <sub>Par</sub>	Serra do Mar Paranaense (Serra do Ibitiraquire)	16	PR	159	Floresta Atlântica	C.altitude	1050-1887	Mocochinski & Scheer (2008)
PEI	P.E.Ibitipoca	17	MG	919	Floresta Atlântica	C.rupestre	1050-1784	Forzza <i>et al.</i> (2013)

Acr.: Acrônimo; N: Número de espécies de angiospermas utilizadas na análise de similaridade florística; Specieslink: <http://www.splink.org.br>

Foi gerada uma matriz binária (presença/ausência) de ocorrência das espécies em cada uma das áreas selecionadas. A similaridade de espécies entre as localidades foi analisada através de técnicas multivariadas de agrupamento e ordenação. A análise de agrupamento utilizou o algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean), através do índice de similaridade de Jaccard, calculando também o coeficiente de correlação cofenética para a avaliação da adequação entre a matriz gerada e o dendrograma resultante. A ordenação foi realizada através da análise de coordenadas principais (PCoA), também utilizando o índice de similaridade de Jaccard. As análises multivariadas foram executadas através do programa PAST V.3 (Hammer *et al.* 2001).

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Composição florística**

Ao todo foram registradas 240 espécies, distribuídas em 141 gêneros e 54 famílias de angiospermas nos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé (tabela 2).



Tabela 2: Lista das famílias e espécies de angiospermas dos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé, Serra da Mantiqueira (MG/SP), Brasil. *Status* de conservação: EN: “em perigo”; VU: “vulnerável”; NT: “quase ameaçada”; LC: “menos preocupante”.

<b>Famílias/gêneros/espécies</b>	<b>Status</b>	<b>Coleção</b>	<b>Material testemunho</b>
<b>Alstroemeriaceae</b>			
<i>Alstroemeria isabelleana</i> Herb.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 3
<b>Amaryllidaceae</b>			
<i>Hippeastrum morealianum</i> Lem.	VU	CESJ	L.N. Gonçalves 382
<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Kuntze		RB	Eduardo P. Fernandez 17
<b>Apiaceae</b>			
<i>Eryngium eurycephalum</i> Malme	NT	CESJ	L. N. Gonçalves 446
<i>Eryngium glaziovianum</i> Urb.	DD	CESJ	L. N. Gonçalves 445
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Mandevilla atrovioleacea</i> (Stadelm.) Woodson		SP	A. Loefgren Loefgren 16978
<i>Orthosia scoparia</i> (Nutt.) Liede & Meve		UEC	Meireles, L.D. 2425
<i>Oxypetalum glaziovii</i> (E.Fourn.) Fontella & Marquete	EN	SPF	Parra, LR 44
<i>Oxypetalum insigne</i> (Decne.) Malme		RB	L. N. Gonçalves 245
<b>Araliaceae</b>			
<i>Hydrocotyle quinqueloba</i> Ruiz & Pav.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 77
<b>Asteraceae</b>			
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.		UEC	Meireles, L.D. 2136
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 37
<i>Baccharis dusenii</i> G.M.Barroso		RB	Brade, A.C. 19055
<i>Baccharis altimontana</i> G.Heiden et al.		CESJ	L. N. Gonçalves 399
<i>Baccharis grandimucronata</i> Malag.	LC	SP	Parra, LR 26
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		RB	L. N. Gonçalves 166
<i>Baccharis organensis</i> Baker		RB	L. N. Gonçalves 146
<i>Baccharis parvidentata</i> Malag.		CESJ	L. N. Gonçalves 400

<i>Baccharis platypoda</i> DC.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 10
<i>Baccharis pseudomyriocephala</i> Malag.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 80
<i>Baccharis reticularia</i> DC.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 135
<i>Baccharis stylosa</i> Gardner		CESJ	L. N. Gonçalves 417
<i>Baccharis tarchonanthoides</i> DC.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 141
<i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla		UEC	Meireles, L.D. 2124
<i>Chionolaena cf. isabellae</i> Baker		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 79
<i>Chionolaena phyllicoides</i> (Gardner) Baker		RB	L. N. Gonçalves 274
<i>Chromolaena decumbens</i> Gardner		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 23
<i>Chromolaena elliptica</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	LC	RB	Lucas Nogueira Gonçalves 51
<i>Dendrophorbium pellucidinerve</i> (Sch.Bip. ex Baker) C.Jeffrey		RB	L. N. Gonçalves 169
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.		CESJ	L. N. Gonçalves 373
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish		RB	L. N. Gonçalves 222
<i>Gamochaeta hiemalis</i> Cabrera		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 26
<i>Graphistylis argyrotricha</i> (Dusén) B.Nord.		RB	Brade, A.C. 19022
<i>Graphistylis organensis</i> (Casar.) B.Nord.		CESJ	L. N. Gonçalves 397
<i>Grazielia gaudichaudeana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.		CESJ	L. N. Gonçalves 487
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.		RB	L. N. Gonçalves 167
<i>Hypochoeris lutea</i> (Vell.) Britton		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 47
<i>Koanophyllon thysanolepis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.		CESJ	L. N. Gonçalves 475
<i>Leptostelma maximum</i> D.Don		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 3
<i>Mikania camporum</i> B.L.Rob.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 39
<i>Mikania nummularia</i> DC.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 85
<i>Mikania sessilifolia</i> DC.		RB	Eduardo P. Fernandez 26
<i>Pentacalia desiderabilis</i> (Vell.) Cuatrec.		SP	Parra, LR 27
<i>Praxelis kleinioides</i> (Kunth) Sch. Bip.		CESJ	L. N. Gonçalves 483
<i>Senecio pseudostigophlebius</i> Cabrera		RB	Brade, A.C. 19070
<i>Senecio adamantinus</i> Bong.	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 476

<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.		RB	L. N. Gonçalves 208
<i>Senecio dumetorum</i> Gardner		MOBOT_BR	J.A.C. Loefgren s/n°
<i>Senecio</i> sp.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 83
<i>Stevia camporum</i> Baker	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 461
<i>Stevia decussata</i> Baker		CESJ	L. N. Gonçalves 407
<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.		CESJ	L. N. Gonçalves 486
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.		UEC	Monge, M. 17
<i>Vernonia</i> sp.		UEC	Monge, M. 16
<i>Wedelia</i> sp.		UEC	Meireles, L.D. 2125
Asteraceae sp.		RB	L. N. Gonçalves 168
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		RB	L. N. Gonçalves 162
<b>Bromeliaceae</b>			
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	LC	RB	Eduardo P. Fernandez 66
<i>Billbergia distachia</i> (Vell.) Mez	LC	SP	Giulietti, AM 1097
<i>Fernseea bocainensis</i> E.Pereira & Moutinho	CR	RB	Eduardo P. Fernandez 68
<i>Fernseea itatiaiae</i> (Wawra) Baker	EN	RB	L. N. Gonçalves 309
<i>Nidularium antoineanum</i> Wawra		SP	Meireles, LD 2184
<i>Pitcairnia flammea</i> Lindl.		RB	L. N. Gonçalves 268
<i>Pitcairnia flammea</i> var. <i>glabrior</i> L.B.Sm.		SP	Loefgren, A CGG3588
<i>Pitcairnia</i> sp.		RB	L. N. Gonçalves 290
<i>Vriesea hoehneana</i> L.B.Sm.	LC	RB	Eduardo P. Fernandez 67
<b>Cactaceae</b>			
<i>Schlumbergera opuntioides</i> (Loefgr. & Dusén) D.R.Hunt	VU	CESJ	L. N. Gonçalves 389
<b>Campanulaceae</b>			
<i>Lobelia camporum</i> Pohl		CESJ	L. N. Gonçalves 457
<i>Siphocampylus duploserratus</i> Pohl		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 2
<i>Siphocampylus westinianus</i> (Thunb.) Pohl		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 16

<b>Caprifoliaceae</b>			
<i>Valeriana organensis</i> Gardner	CR	CESJ	L. N. Gonçalves 411
<b>Celastraceae</b>			
<i>Monteverdia subalata</i> (Reissek) Biral		RB	Brade, A.C. 19074
<b>Commelinaceae</b>			
<i>Tripogandra diuretica</i> (Mart.) Handlos		HUEFS	Meireles, L.D. 2096
<b>Convolvulaceae</b>			
<i>Jacquemontia ferruginea</i> Choisy		RB	L. N. Gonçalves 210
<b>Cunoniaceae</b>			
<i>Weinmannia humilis</i> Engl.		CESJ	L. N. Gonçalves 480
<b>Cyperaceae</b>			
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 22
<i>Bulbostylis hirtella</i> (Schrad.) Urb.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 59
<i>Cryptangium polyphyllum</i> (Nees) Boeckeler	EN	CESJ	L. N. Gonçalves 376
<i>Cryptangium triquetum</i> Boeckeler		SPF	4143 Pietrobon da Silva, MR
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees		CESJ	L. N. Gonçalves 363
<i>Machaerina ensifolia</i> (Boeckeler) T.Koyama	NT	CESJ	L. N. Gonçalves 448
<i>Rhynchospora cryptantha</i> C.B.Clarke		SPF	Giulietti, AM 1099
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.		UEC	Meireles, L.D. 2442
<i>Rhynchospora</i> sp.		CESJ	L. N. Gonçalves 482
<i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees ex Arn.		CESJ	L. N. Gonçalves 377
<i>Trilepis microstachya</i> (C.B.Clarke) H.Pfeiff.		SP	Loefgren, A CGG3580
<b>Dioscoreaceae</b>			
<i>Dioscorea mantiquirensis</i> R.Knuth	CR	SP	CGG3588 Loefgren, A
<i>Dioscorea pedalis</i> (Uline ex R. Knuth) R. Couto & J. M. A. Braga		CESJ	L. N. Gonçalves 416
<i>Dioscorea piperifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		B	s.n. Yoshioka, PY
<b>Droseraceae</b>			
<i>Drosera montana</i> A.St.-Hil.		CESJ	L. N. Gonçalves 469

**Ericaceae**

<i>Agarista hispidula</i> (DC.) Hook. ex Nied.	RB	Lucas Nogueira Gonçalves 139
<i>Gaultheria itatiaiae</i> Wawra	RB	Brade, A.C. 19044
<i>Gaultheria eriophylla</i> (Pers.) Sleumer ex Burtt	RB	L. N. Gonçalves 153
<i>Gaultheria serrata</i> (Vell.) Sleumer ex Kin.-Gouv.	CESJ	L. N. Gonçalves 401
<i>Gaylussacia rigida</i> Casar.	RB	Brade, A.C. 19046
<i>Gaylussacia amoena</i> Cham.	RB	L. N. Gonçalves 234
<i>Gaylussacia fasciculata</i> Gardner	RB	L. N. Gonçalves 242

**Eriocaulaceae**

<i>Actinocephalus polyanthus</i> (Bong.) Sano	CESJ	L. N. Gonçalves 473
<i>Leiothrix argyroderma</i> Ruhland	CESJ	L. N. Gonçalves 391
<i>Paepalanthus pseudotortilis</i> Ruhland	CESJ	L. N. Gonçalves 408
<i>Paepalanthus sphaeroides</i> Trovó, Echtertn. & Sano	CESJ	L. N. Gonçalves 494

**Escalloniaceae**

<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	RB	Brade, A.C. 19023
<i>Escallonia laevis</i> (Vell.) Sleumer	CESJ	L. N. Gonçalves 436

**Euphorbiaceae**

<i>Croton dichrous</i> Müll.Arg.	CESJ	L. N. Gonçalves 470
<i>Croton pallidulus</i> Baill.	SP	Parra, LR 10
<i>Euphorbia rhabdodes</i> Boiss.	UEC	Meireles, L.D. 2101

**Fabaceae (Leguminosae)**

<i>Camptosema scarlatinum</i> (Mart. ex Benth.) Burkart	RB	L. N. Gonçalves 244	
<i>Collaea speciosa</i> (Loisel.) DC.	LC	RB	L. N. Gonçalves 149
<i>Crotalaria micans</i> Link	RB	L. N. Gonçalves 207	
<i>Mimosa dryandroides</i> Taub. var. <i>dryandroides</i>	RB	Eduardo P. Fernandez 7	
<i>Mimosa monticola</i> Dusén	RB	Brade, A.C. 19027	
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	RB	L. N. Gonçalves 206	

**Gesneriaceae**

<i>Sinningia gigantifolia</i> Chautems		CESJ	L. N. Gonçalves 453
<i>Sinningia magnifica</i> (Otto & A.Dietr.) Wiehler	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 471
<b>Griselinaceae</b>			
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Taub.	NT	RB	Brade, A.C. 19076
<b>Hypericaceae</b>			
<i>Hypericum brasiliense</i> Choisy		RB	L. N. Gonçalves 280
<b>Iridaceae</b>			
<i>Gelasine coerulea</i> (Vell.) Ravenna		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 48
<i>Sisyrinchium alatum</i> Hook.		RB	L. N. Gonçalves 271
<i>Sisyrinchium glaziovii</i> Baker		UEC	Meireles, L.D. 2170
<i>Sisyrinchium palmifolium</i> L.		RB	L. N. Gonçalves 233
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.		CESJ	L. N. Gonçalves 464
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.		CESJ	L. N. Gonçalves 396
<b>Lamiaceae</b>			
<i>Cantinoa althaeifolia</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 46
<i>Hesperozygis myrtoides</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Epling		CESJ	L. N. Gonçalves 468
<i>Hyptis monticola</i> Mart. ex Benth.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 49
<i>Lepechinia speciosa</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Epling		RB	L. N. Gonçalves 305
<i>Rhabdocaulon coccineum</i> (Benth.) Epling		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 5
<i>Salvia itatiaiensis</i> Dusén		RB	L. N. Gonçalves 301
<i>Salvia oligantha</i> Dusén		CESJ	L. N. Gonçalves 398
<i>Salvia ombrophila</i> Dusén		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 44
<b>Lentibulariaceae</b>			
<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. ex A.St.-Hil. & Girard		RB	L. N. Gonçalves 312
<i>Utricularia reniformis</i> A.St.-Hil.		RB	L. N. Gonçalves 240
<i>Utricularia subulata</i> L.		RB	L. N. Gonçalves 282
<i>Utricularia triloba</i> Benj.		RB	L. N. Gonçalves 311
<b>Linaceae</b>			

<i>Linum organense</i> Gardner		CESJ	L. N. Gonçalves 414
<b>Loranthaceae</b>			
<i>Pittacanthus dichroos</i> (Mart.) Mart.		UEC	Meireles, L.D. 2128
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Chaetostoma glaziovii</i> Cogn.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 33
<i>Leandra foveolata</i> (DC.) Cogn.		UEC	Meireles, L.D. 2430
<i>Leandra quinquedentata</i> (DC.) Cogn.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 64
<i>Leandra riedeliana</i> (O.Berg ex Triana) Cogn.		CESJ	L. N. Gonçalves 405
<i>Leandra sulfurea</i> (Naudin) Cogn.		CESJ	L. N. Gonçalves 383
<i>Leandra</i> sp. 1		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 140
<i>Leandra</i> sp. 2		RB	L. N. Gonçalves 171
<i>Leandra</i> sp. 3		CESJ	L. N. Gonçalves 412
<i>Miconia</i> sp.		CESJ	L. N. Gonçalves 472
<i>Pleroma aemulum</i> (Schrank et Mart ex DC.) Triana		CESJ	L. N. Gonçalves 419
<i>Pleroma echinatum</i> Gardner		CESJ	L. N. Gonçalves 387
<i>Pleroma fothersgillii</i> (Schrank et Mat. ex DC.) Triana		RB	L. N. Gonçalves 211
<i>Pleroma foveolatum</i> (Naudin) Triana		RB	L. N. Gonçalves 300
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 42
<i>Pleroma hospitum</i> (Schrank et Mart. ex DC.) Triana		CESJ	L. N. Gonçalves 404
<i>Pleroma aff. ursinum</i> (Cham.) Triana		CESJ	L. N. Gonçalves 361
<i>Tibouchina mosenii</i> Cogn.		RB	L. N. Gonçalves 308
<i>Tibouchina</i> sp.		CESJ	L. N. Gonçalves 492
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.		RB	L. N. Gonçalves 158
<b>Monimiaceae</b>			
<i>Macropelys dentatus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto		SP	Giulietti, AM 1098
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 428
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 467

<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 133
<i>Myrcia lenheirensis</i> Kiaersk.		CESJ	L. N. Gonçalves 386
<i>Myrcia montana</i> Cambess.		UEC	Meireles, L.D. 2455
<b>Ochnaceae</b>			
<i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. & Nees) Engl.		RB	L. N. Gonçalves 154
<i>Ouratea vaccinioides</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Engl.		RB	Eduardo P. Fernandez 15
<b>Onagraceae</b>			
<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz	LC	RB	Lucas Nogueira Gonçalves 38
<b>Orchidaceae</b>			
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	LC	RB	L. N. Gonçalves 145
<i>Gomesa concolor</i> (Hook.) M.W.Chase & N.H.Williams		RB	L. N. Gonçalves 237
<i>Gomesa ramosa</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams		RB	L. N. Gonçalves 156
<i>Gomesa warmingii</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams		CESJ	L. N. Gonçalves 454
<i>Habenaria rolfeana</i> Schltr.		CESJ	L. N. Gonçalves 452
<i>Hapalorchis micranthus</i> (Barb.Rodr.) Hoehne		RB	L. N. Gonçalves 236
<i>Malaxis</i> sp.		SP	Giulietti, AM 1101
<i>Pelexia itatiayae</i> Schltr.		RB	Brade, A.C. 19088
<i>Prescottia phleoides</i> Lindl.		RB	L. N. Gonçalves 243
<i>Zygopetalum intermedium</i> Lodd.		SP	Loefgren, A CGG3432
<i>Zygopetalum triste</i> Barb.Rodr.		RB	Eduardo P. Fernandez 16
<b>Orobanchaceae</b>			
<i>Esterhazyia eitenorum</i> Barringer		SPF	Parra, LR 23
<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.		UEC	Meireles, L.D. 2453
<i>Esterhazyia splendida</i> J.C.Mikan		RB	Eduardo P. Fernandez 29
<b>Oxalidaceae</b>			
<i>Oxalis confertissima</i> A.St.-Hil.		CESJ	L. N. Gonçalves 384
<i>Oxalis rupestris</i> A.St.-Hil.		CESJ	L. N. Gonçalves 460
<b>Passifloraceae</b>			



<i>Passiflora caerulea</i> L.		UEC	Meireles, L.D. 2106
<b>Phyllanthaceae</b>			
<i>Phyllanthus itatiaiensis</i> Brade		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 73
<b>Piperaceae</b>			
<i>Peperomia hilariana</i> Miq.		UEC	Meireles, L.D. 2098
<b>Poaceae</b>			
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth		RB	Eduardo P. Fernandez 27
<i>Andropogon cf. macrothrix</i> Trin.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 58
<i>Andropogon</i> sp.		CESJ	L. N. Gonçalves 410
<i>Apochloa lutzii</i> (Swallen) Zuloaga & Morrone		CESJ	L. N. Gonçalves 378
<i>Axonopus</i> sp.		ICN	Meireles, LD 2161
<i>Chascolytrum brasiliense</i> (Nees ex Steud.) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies		CESJ	L. N. Gonçalves 395
<i>Chascolytrum itatiaiae</i> (Ekman) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies		ICN	Meireles, LD 2162
<i>Chusquea heterophylla</i> Nees	EN	CESJ	L. N. Gonçalves 394
<i>Chusquea</i> sp.		ICN	Giullietti, AM 1095
<i>Cortaderia modesta</i> (Döll) Hack.		CESJ	L. N. Gonçalves 449
<i>Danthonia cf. secundiflora</i> J.Presl		CESJ	L. N. Gonçalves 418
<i>Digitaria cf. fragilis</i> (Steud.) Luces		CESJ	L. N. Gonçalves 370
<i>Digitaria</i> sp.		CESJ	L. N. Gonçalves 488
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees		ICN	Meireles, LD 2160
Poaceae sp. 1		CESJ	L. N. Gonçalves 474
Poaceae sp. 2		CESJ	L. N. Gonçalves 490
<b>Polygalaceae</b>			
<i>Polygala campestris</i> Gardner		RB	Eduardo P. Fernandez 12
<i>Polygala cneorum</i> A.St.-Hil. & Moq.		CESJ	L. N. Gonçalves 403
<i>Polygala lancifolia</i> A.St.-Hil. & Moq.		RB	Brade, A.C. 19035
<i>Polygala paniculata</i> L.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 67
<i>Polygala</i> sp.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 84

<b>Primulaceae</b>			
<i>Lysimachia filiformis</i> (Cham. & Schltld.) U. Manns & Anderb.		CESJ	L. N. Gonçalves 462
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.		CESJ	L. N. Gonçalves 443
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		RB	L. N. Gonçalves 150
<i>Myrsine villosissima</i> Mart.	EN	IAC	L.D. Meireles 2132
<b>Proteaceae</b>			
<i>Roupala montana</i> Aubl.		CESJ	L. N. Gonçalves 435
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Borreria</i> sp.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 32
<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.		RB	L. N. Gonçalves 270
<i>Coccocypselum lymansmithii</i> Standl.		RB	Eduardo P. Fernandez 19
<i>Denscantia cymosa</i> (Spreng.) E.L.Cabral & Bacigalupo		CESJ	L. N. Gonçalves 364
<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K.Schum.		CESJ	L. N. Gonçalves 455
<i>Galianthe brasiliensis</i> (Spreng.) E.L.Cabral & Bacigalupo		RB	L. N. Gonçalves 155
<i>Galium humile</i> Cham. & Schltld.	LC	RB	Lucas Nogueira Gonçalves 74
<i>Galium noxium</i> (A.St.-Hil.) Dempster		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 89
<i>Hexasepalum radula</i> (Willd.) Delprete & J.H. Kirkbr.		RB	L. N. Gonçalves 209
<i>Manettia pauciflora</i> Dusén	EN	SP	Parra, LR 15
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltld.		UEC	Meireles, L.D. 2108
<i>Psychotria stachyoides</i> Benth.		RB	L. N. Gonçalves 248
<b>Salicaceae</b>			
<i>Abatia americana</i> (Gardner) Eichler		CESJ	L. N. Gonçalves 484
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.		IAC	L.D. Meireles 2095
<b>Smilacaceae</b>			
<i>Smilax campestris</i> Griseb.		RB	L. N. Gonçalves 247
<i>Smilax rufescens</i> Griseb.		CESJ	L. N. Gonçalves 478
<b>Solanaceae</b>			
<i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. & Downs		RB	L. N. Gonçalves 249

<i>Solanum itatiaiae</i> Dusén		RB	L. N. Gonçalves 275
<b>Velloziaceae</b>			
<i>Barbacenia gounelleana</i> Beauverd	EN	RB	L. N. Gonçalves 232
<i>Barbacenia mantiqueirae</i> Goethart & Henrard		SP	Loefgren, A CGG3491
<b>Verbenaceae</b>			
<i>Glandularia paulensis</i> (Moldenke) A.Oliveira & Salimena		RB	Brade, A.C.
<i>Glandularia phlogiflora</i> (Cham.) Schnack & Covas		RB	Eduardo P. Fernandez 5
<i>Lantana camara</i> L.		RB	Eduardo P. Fernandez 13
<i>Lantana fucata</i> Lindl.		CESJ	L. N. Gonçalves 433
<i>Lippia triplinervis</i> Gardner		CESJ	L. N. Gonçalves 495
<i>Verbena hirta</i> Spreng.	LC	CESJ	L. N. Gonçalves 385
<b>Winteraceae</b>			
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	LC	RB	L. N. Gonçalves 276
<b>Xyridaceae</b>			
<i>Abolboda</i> sp.		RB	Lucas Nogueira Gonçalves 27
<i>Xyris filifolia</i> L.A.Nilsson		CESJ	L. N. Gonçalves 481
<i>Xyris fusca</i> L.A.Nilsson	EN	CESJ	L. N. Gonçalves 459
<i>Xyris trachyphylla</i> Mart.	LC	SP	Loefgren, A CGG3683

As famílias com maior riqueza foram Asteraceae (46 espécies; 25 gêneros), Melastomataceae (19 espécies; seis gêneros), Poaceae (16 espécies; nove gêneros), Rubiaceae (12 espécies; nove gêneros) e Orchidaceae e Cyperaceae (11 espécies; oito gêneros e 11 espécies; seis gêneros, respectivamente), representando 58,9% da flora encontrada nos campos de altitude do Maciço (Figura 8). Os gêneros mais representativos foram *Baccharis* L. (11 spp.), seguido de *Pleroma* D.Don. e *Leandra* Raddi (sete espécies cada), *Polygala* L., *Senecio* L. e *Sisyrinchium* L. com cinco espécies cada, representando 11,6% de todas as espécies encontradas.

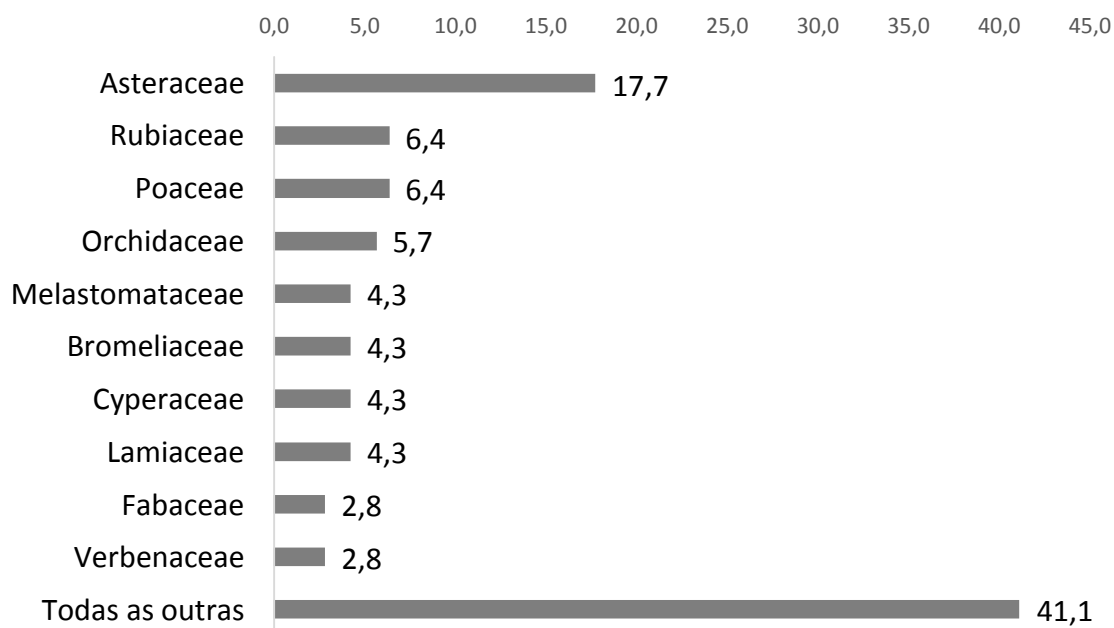


Figura 11: Porcentagem das famílias mais representativas nos campos de altitude do Maciço Marins-Itaguapé.

O gênero *Baccharis* (figuras 9 e 10) apresentou maior número de espécies (11 spp.), assim como em outros estudos realizados no Brasil (Mocochinski & Scheer 2008; Meireles 2009, Campestrini 2014, Meireles *et al.* 2014, Mendonça 2017) e no Andes (Berg & Suchi 1988). Com 90% das espécies de *Baccharis* ocorrendo na América do Sul (Budel *et al.* 2005), tais dados indicam que o centro de diversidade desse gênero encontra-se no Brasil ou nos Andes (Verdi *et al.* 2005).

De acordo com a Flora do Brasil (2020), o presente estudo revelou ainda um total de 32 novas ocorrências de espécies, sendo 16 para São Paulo, 10 para MG e seis para

ambos os estados (tabela 3), algumas dessas com algum grau de ameaça segundo o Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013).

Tabela 3: Confirmação de novas ocorrências de espécies para os estados de SP e MG.

<b>Famílias/espécies</b>	<b>Status</b>	<b>Nova ocorrência</b>
<b>Asteraceae</b>		
<i>Chionolaena phyllicoides</i> (Gardner) Baker		SP
<i>Chromolaena elliptica</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	LC	MG
<i>Graphistylis argyrotricha</i> (Dusén) B.Nord.		SP
<i>Senecio pseudostigophlebius</i> Cabrera		SP
<b>Caprifoliaceae</b>		
<i>Valeriana organensis</i> Gardner	CR	SP
<b>Cyperaceae</b>		
<i>Cryptangium polyphyllum</i> (Nees) Boeckeler	EN	SP/MG
<i>Cryptangium triquetum</i> Boeckeler		MG
<b>Dioscoreaceae</b>		
<i>Dioscorea mantiqueirensis</i> R.Knuth	CR	SP/MG
<i>Dioscorea pedalis</i> (Uline ex R. Knuth) R. Couto & J. M. A. Braga		SP/MG
<b>Ericaceae</b>		
<i>Gaylussacia rigida</i> Casar.		SP
<i>Gaylussacia fasciculata</i> Gardner		SP
<b>Eriocaulaceae</b>		
<i>Leiothrix argyroderma</i> Ruhland		SP
<b>Fabaceae (Leguminosae)</b>		
<i>Mimosa dryandroides</i> Taub. var. <i>dryandroides</i>		SP
<b>Iridaceae</b>		
<i>Sisyrinchium glaziovii</i> Baker		SP
<i>Sisyrinchium palmifolium</i> L.		SP
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.		MG
<b>Lamiaceae</b>		
<i>Hyptis monticola</i> Mart. ex Benth.		SP
<i>Salvia itatiaiensis</i> Dusén		SP
<b>Linaceae</b>		
<i>Linum organense</i> Gardner		MG
<b>Melastomataceae</b>		
<i>Pleroma aemulum</i> (Schrank et Mart ex DC.) Triana		SP
<i>Pleroma granulatum</i> (Desr.) D. Don		SP/MG
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Myrcia montana</i> Cambess.		SP
<b>Orchidaceae</b>		
<i>Gomesa concolor</i> (Hook.) M.W.Chase & N.H.Williams		MG
<i>Gomesa warmingii</i> (Rchb.f.) M.W.Chase & N.H.Williams		SP

<b>Phyllanthaceae</b>		
<i>Phyllanthus itatiaiensis</i> Brade		SP/MG
<b>Poaceae</b>		
<i>Apochloa lutzii</i> (Swallen) Zuloaga & Morrone		SP
<i>Chascolytrum itatiaiae</i> (Ekman) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies		MG
<i>Cortaderia modesta</i> (Döll) Hack.		SP
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Denscandia cymosa</i> (Spreng.) E.L.Cabral & Bacigalupo		SP/MG
<i>Manettia pauciflora</i> Dusén	EN	MG
<b>Smilacaceae</b>		
<i>Smilax rufescens</i> Griseb.		MG
<b>Velloziaceae</b>		
<i>Barbacenia mantiqueirae</i> Goethart & Henrard		MG
<b>Verbenaceae</b>		
<i>Glandularia paulensis</i> (Moldenke) A.Oliveira & Salimena		MG

Ao todo, foram encontradas 16 espécies sob algum grau de ameaça, segundo o Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013): Criticamente Ameaçada (CR): *Dioscorea mantiqueirensis*, *Fernseea bocainenses* e *Valeriana organensis* (figura 13); Em Perigo (EN) *Barbacenia gounelleana* (figura 14), *Chusquea heterophylla*, *Cryptangium polyphyllum*, *Fernseea itatiaiae* (figura 15), *Manettia pauciflora*, *Myrsine vilosíssima*, *Oxypetalum glaziovii* e *Xyris fusca*; Quase Ameaçada (NT): *Eryngium eurycephalum* (figura 16), *Griselinia ruscifolia* e *Machaerina ensifolia*; Vulnerável (VU): *Hippeastrum morelianum* (figura 17) e *Schlumbergera opuntioides* (figura 18).



Figura 12: Campo de altitude com presença dominante de *Baccharis stylosa* Gardner



Figura 13: *Valeriana organensis* Gardner (CR)





Figura 14: *Barbacenia gounelleana* Beauverd (EN)



Figura 15: *Fernseea itatiaiae* (Wawra) Baker (EN)





Figura 16: *Eryngium euricephalum* Malme (NT)



Figura 17: *Hippeastrum morelianum* Lem. (VU)

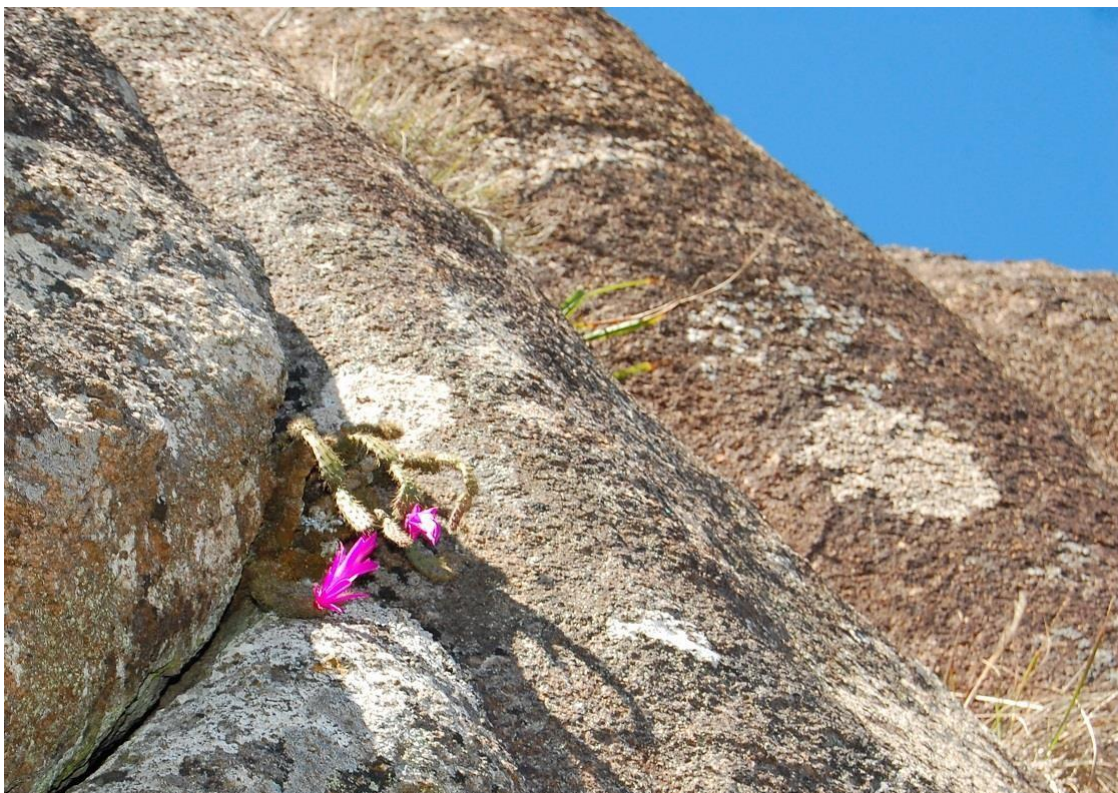


Figura 18: *Schlumbergera microsphaerica* (Loefgr. & Dusén) D.R.Hun

### 3.2. Similaridade florística

A triagem a nível específico da lista florística resultou em 213 espécies ocorrentes nos campos do Maciço Marins-Itaguapé. A matriz resultante das 17 localidades selecionadas apontou 3.857 espécies. Foi gerado o dendrograma (figura 19), no qual o coeficiente de correlação cofenética foi 0,85. A análise de coordenadas principais (PCoA) (figura 20) apresentou relações semelhantes às obtidas através do dendrograma (eixo1: 12.1; eixo 2: 8.4).



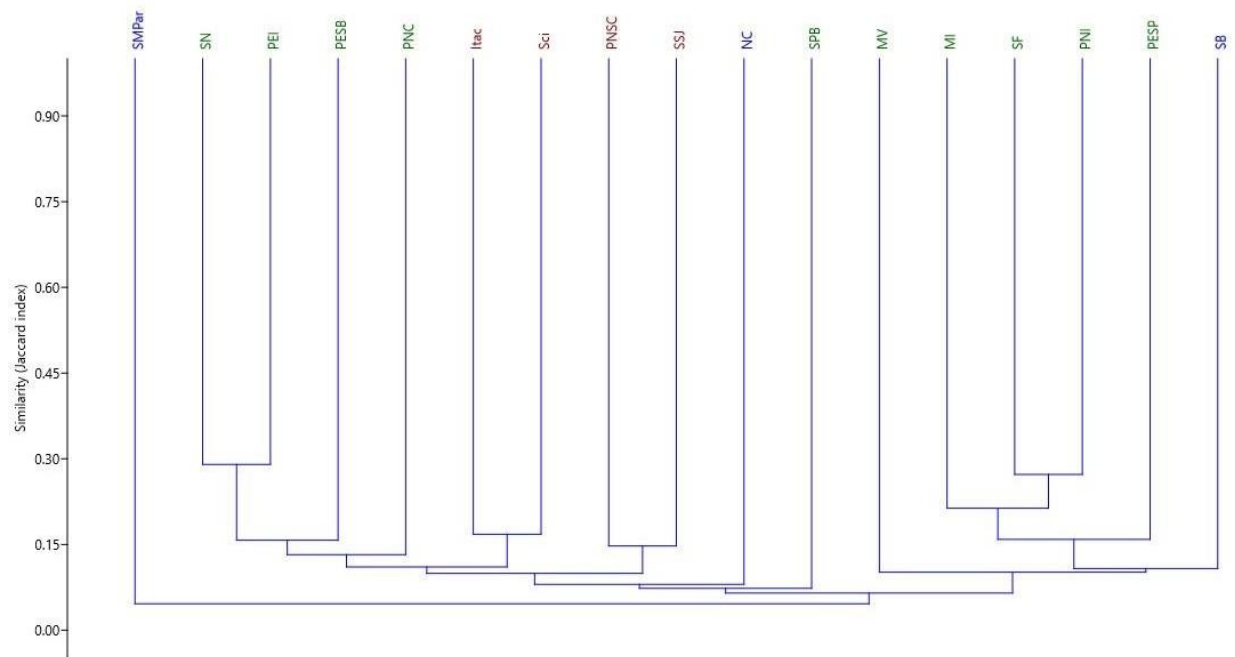


Figura 19: Dendrograma obtido na análise de similaridade usando UPGMA e índice de Jaccard (coeficiente cofenético = 0,85).

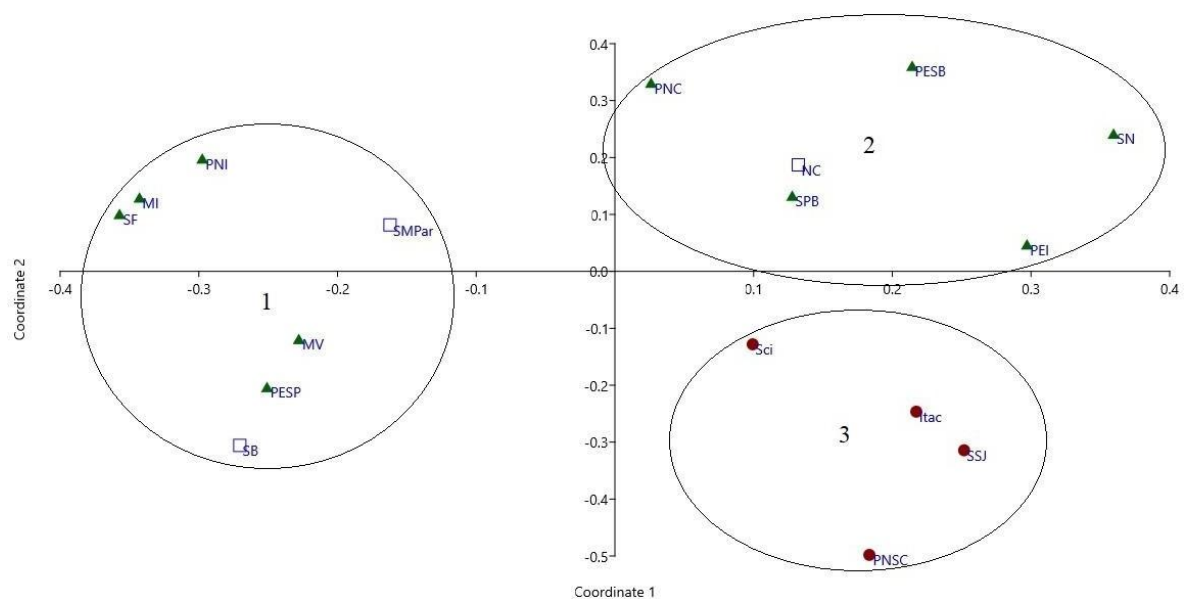


Figura 20: Gráfico de dispersão obtido na análise de coordenadas principais (autovalores – eixo1: 12.1; eixo 2: 8.4).

A partir destas análises, foi possível observar três agrupamentos florísticos principais: o primeiro composto pelo Maciço Marins-Itaugaré, Serra Fina, P. N. Itatiaia, P. E. Serra do Papagaio, Monte Verde, P. N. Serra da Bocaina e Serra do Mar Paranaense.

O segundo grupo é formado por Serra Negra, P. E. Ibitipoca, P. E. Serra do Brigadeiro, P. N. Caparaó, Serra da Pedra Branca e P. E. Serra do Mar – Núcleo Curucutu. O terceiro agrupamento é composto por Serra de São José, P. E. Itacolomi, Serra do Cipó e Parque Nacional da Serra da Canastra.

A área de maior similaridade florística com MI foi SF (0.23), compartilhando 107 espécies, sendo algumas destas: *Actinocephalus polyanthus*, *Barbacenia gounelleana*, *Fernseea itatiaiae*, *Galium noxium*, *Gaylussacia rigida* e *Mimosa dryandroides*. A segunda área com maior similaridade foi o PNI (0.18), compartilhando 125 espécies, como por exemplo, *Baccharis altimontana*, *Chaetostoma glaziovii*, *Chromolaena umbelliformis*, *Dioscorea pedalis*, *Pelexia itatiayae* e *Salvia ombrofila*. Considerando essas três áreas mais próximas, 64 espécies são compartilhadas. São exemplos delas: *Baccharis pseudomyriocephala*, *Gelasine coerulea*, *Leiostrix argyroderma*, *Salvia itatiaiensis*, *Schlumbergera opuntioides* e *Stevia camporum*.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Composição florística

Asteraceae é a família com maior riqueza no Maciço Marins-Itaguapé, com 46 espécies distribuídas em 25 gêneros. Esse resultado está de acordo com o encontrado em outras áreas campestres do Sudeste e Sul do Brasil (Mocochinski & Scheer 2008, Meireles 2009, Mendonça 2017, Meireles *et al.* 2014). Apesar de ocorrerem em todos os tipos de *habitat* no planeta, especialmente em ambientes temperados, secos e abertos (Judd *et al.* 2009), exceto no continente antártico (Roque & Bautista 2008), a família Asteraceae apresenta grande abundância de espécies nas áreas montanhosas tropicais da América do Sul (Joly 1967). No Maciço Marins-Itaguapé, o gênero *Baccharis* apresentou maior número de espécies (11 spp.). Na América do Sul ocorrem 90% das espécies desse gênero (Budel *et al.* 2005), a maioria delas no Sudeste e Sul do Brasil, principalmente sobre os campos de altitude (Safford 1999a). Além de Asteraceae, a predominância de Melastomataceae, Poaceae Cyperaceae e Orchidaceae apresenta padrão semelhante ao observado em outras localidades (Peron 1989, Caiafa 2002, Garcia & Pirani 2005, Conceição & Pirani 2006, Viana *et al.* 2006, Mocochinski & Scheer 2008, Alves & Kolbek 2009, Rezende *et al.* 2013, Salimena *et al.* 2013, Aximoff *et al.* 2014, Meireles *et al.* 2014, Alves 2015, Tinti *et al.* 2015, Mendonça 2017).

#### 4.2. Similaridade florística

Como esperado, a flora do Maciço Marins-Itaguapé assemelha-se principalmente à dos maciços da Serra Fina e Itatiaia, além dos campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio, mantendo ainda relações fitogeográficas com os campos de altitude de Monte Verde, do Parque Nacional da Serra da Bocaina e da Serra do Marparanaense.

Os resultados da PCoA indicam uma diferenciação entre a flora campestre da porção norte e sul da Serra da Mantiqueira, como na divisão geomorfológica proposta por Gatto *et al.* (1983), e dos campos rupestres. Contudo, de acordo com esses resultados, os campos da Serra Negra e de Ibitipoca agrupam-se à porção norte da Mantiqueira. Os resultados mostram também significativos valores nos índices de similaridade e distância entre essas duas áreas e os campos rupestres (anexo 1). Apesar de inseridas no domínio da Floresta Atlântica, essa semelhança com os campos rupestres pode ser explicada por fatores geológicos, uma vez que as rochas que afloram nos campos rupestres analisados são quartzitos (Chaves *et al.* 2009, Ribeiro *et al.* 2013) e na Serra Negra e em Ibitipoca afloram quartzitos e xistos associados a gnaisses, anfibolitos e rochas calcissilicatadas (Ribeiro *et al.* 1995).

É possível verificar também que os maiores índices de similaridade do Núcleo Curucutu (Serra do Mar), cujo embasamento rochoso é formado por um mosaico de rochas como granada-biotita-muscovita xisto milonítico, biotita quartzito, biotita xisto (Perrota *et al.* 2005), estão relacionados a Ibitipoca e Serra Negra, que possuem algumas semelhanças litológicas.

Em uma análise comparativa entre áreas de altitude nas Américas do Sul e Central, Safford (1999a, 1999b, 2007) encontrou maior relação de gêneros e espécies entre os campos de altitude e regiões andinas do que com áreas de campos rupestres (Cerrado) e restinga geograficamente mais próximas. Variações climáticas no final do Terciário e Quaternário permitiram que diversas espécies temperadas e tropicais andinas migrassem em direção à região onde se encontram os campos de altitude hoje. Além disso, análises de dados climáticos indicam alta semelhança entre os campos de altitude e os Andes (Safford 1999a, 1999b). Segundo Safford (2007), existe grande afinidade biogeográfica entre as floras atuais dos campos de altitude e dos Andes, podendo ser originárias de uma mistura de elementos tropicais, temperados e cosmopolitas. Estudos florísticos e fitossociológicos nas formações montanhosas sobre rochas cristalinas das regiões Sudeste

e Sul do Brasil na Floresta Atlântica, principalmente em suas áreas campestres, ainda são escassos em comparação com as áreas mais baixas adjacentes. É necessário maior esforço amostral de coleta e maior abrangência das áreas a serem pesquisadas. A correlação entre a flora e a litologia das áreas com vegetação campestre no Brasil também demandam mais investigações para determinar o grau de influência da formação litológica na estruturação das comunidades vegetais montanas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. 1989. Introdução. In: G. Martinelli; J. Bandeira (Eds.); **Campos de Altitude**. Index ed. Rio de Janeiro p.15–29.

ALMEIDA, Luciene Gonçalves et al. Grupo Sabará no sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: uma revisão estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, 35 (2): p. 177-186. 2005.

ALVES, Ruy José Válka; KOLBEK, Jiří. Summit vascular flora of Serra de São José, Minas Gerais, Brazil. **Check list**, v. 5, n. 1, p. 035-073, 2009.

ALVES, Rodrigo G. 2015. Análise do padrão de distribuição da flora vascular dos campos de altitude do Maciço do Itatiaia - RJ/MG. **GeoPUC**, v. 8, n. 14, p. 6–114. 2015

ALVES, Rodrigo Giovanetti; ZAÚ, André Scarambone; OLIVEIRA, R. R. FLORA DOS CAMPOS DE ALTITUDE EM QUATRO ÁREAS DO MACIÇO DO ITATIAIA, NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E MINAS GERAIS, BRASIL1. **Pesquisas Botânica, Instituto Anchetiano de Pesquisas, São Leopoldo, RS**, 2016.

CHASE, Mark W. et al. 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.

AXIMOFF, I. A.; ALVES, R. G.; RODRIGUES, R. C. Campos de Altitude do Itatiaia: aspectos ambientais, biológicos e ecológicos. **Boletim de Pesquisa do Parque Nacional do Itatiaia**, v. 19, p. 1-74, 2014.

BENITES, V. de M. **Caracterização de solos e de substâncias húmicas em áreas de vegetação rupestre de altitude**. 2001. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

BERG, Alexander; SUCHI, Stefan. La vegetación de los páramos La Aguada, La Fría y Espejo en los Andes venezolanos. **Plantula**, v. 3, n. 1, p. 47-64, 2001.

BGF The Brazil Group Flora: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v. 69, p. 1513-1527, 2018.

BIZZI, Luiz Augusto et al. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM, 2003. 643p.

BRADE, Alexander Curt. Relatório de uma excursão ao município de Passa Quatro, estado de Minas Gerais. **Rodriguésia**, n. 22/23, p. 133-152, 1948.

BUDEL, Jane Manfron et al. O progresso da pesquisa sobre o gênero *Baccharis*, Asteraceae: I-Estudos botânicos. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 15, p. 268-271, 2005.

CAIAFA, Alessandra Nasser. **Composição florística e estrutura da vegetação sobre um afloramento rochoso no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG**. 2002. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CAIAFA, Alessandra Nasser; DA SILVA, Alexandre Francisco. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais—Brasil. **Rodriguésia**, p. 163-173, 2005.

CAIAFA, Alessandra N.; SILVA, Alexandre F. da. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 657-664, 2007.

CAMPESTRINI, Sérgio. **Aspectos florísticos, parâmetros fitossociológicos e ecológicos nos campos de palmas, SC/PR, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CARVALHO, Bruna Borges. **A origem da diversidade geoquímica do Sienito Pedra Branca (MG) a partir da evolução textural e da química de minerais**. 2011. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHAVES, M. L. S. C.; BENITZ, L.; ANDRADE, Kerley Wanderson. Cachoeira da Casca D'Antas, São Roque de Minas, MG. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, v. 2, p. 151-162, 2009.

CONCEIÇÃO, Abel Augusto; PIRANI, José Rubens. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, p. 193-206, 2007.



DUFFLES, P. A. T. et al. Marins Granite (MG/SP): petrography, geochemistry, geochronology, and geotectonic setting. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 487-500, 2013.

EIRADO, Luiz Guilherme do; HEILBRON, Monica; ALMEIDA, Julio Cesar Horta de. Os terrenos tectônicos da Faixa Ribeira na Serra da Bocaina e na Baía da Ilha Grande, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 3, p. 426-436, 2016.

FERRI, Mario Guimarães. **Vegetação brasileira**. 26th ed. Belo Horizonte CIP, 1980.

FIASCHI, Pedro; PIRANI, Jose R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of systematics and evolution**, v. 47, n. 5, p. 477-496, 2009.

FIDALGO, Oswaldo; BONINI, Vera Lúcia Ramos (Ed.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Secretaria do Meio Ambiente, 1989.

FILGUEIRAS, Tarciso de Sousa et al. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> (acessado em 20/11/2018)

FORZZA, Rafaela Campostrini et al. (Ed.). **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca e seu entorno**. Editora UFJF, 2013.

FREITAS, Leandro; SAZIMA, Marlies. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 465-516, 2006.

GARCIA, Ricardo José Francischetti; PIRANI, José Rubens. Análise florística, ecológica e fitogeográfica do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo, SP), com ênfase nos campos junto à crista da Serra do Mar. **Hoehnea**, v. 32, n. 1, p. 1-48, 2005.

GARCIA, Ricardo José Francischetti; PIRANI, José Rubens. Revisão sobre o diagnóstico e caracterização da vegetação campestre junto à crista de serras, no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 30, n. 3, p. 217-242, 2003.

GATTO, Luiz Carlos S. et al. Geomorfologia. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SF-23/24 Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.**

GENTRY, Alwyn H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 1-34, 1988.

GIULIETTI, Ana Maria et al. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica**, v. 9, p. 1-151, 1987.

HAMMER, Øyvind; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89. **Palaeontol. electron**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

JOLY, Aylthon Brandão. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 7ª ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1979.

JUDD, Walter S. et al. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

KWAMME, Alessandra I.A.S. **Mapa geológico e geoturístico da região norte do Parque Estadual da Serra do Papagaio, MG**. 2015. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015.

LAURANCE, William F. et al. Global warming, elevational ranges and the vulnerability of tropical biota. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 548-557, 2011.

LONGHI-WAGNER, Hilda Maria; DORNELES WELKER, Cassiano Aimbere; WAECHTER, Jorge Luiz. Floristic affinities in montane grasslands in eastern Brazil. **Systematics and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 537-550, 2012.

MARTINELLI, Gustavo. **Campos de Altitude**. Rio de Janeiro: Index. 1996. 160p.

MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel Avila. **Livro vermelho da flora brasileira**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

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

MEDINA, Branca Maria Opazo; RIBEIRO, Kátia Torres; SCARANO, Fabio Rubio. Plant–Plant and Plant–Topography Interactions on a Rock Outcrop at High Altitude in Southeastern Brazil 1. **Biotropica: The Journal of Biology and Conservation**, v. 38, n. 1, p. 27-34, 2006.

MEIRELES, Leonardo Dias. **Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil**. 2009. 262 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315023>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MEIRELES, Leonardo Dias. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 65, n. 4, p. 831-859, 2014.

MEIRELES, Leonardo Dias; SHEPHERD, George John. 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.

MENDONÇA, Júlia Gaio Furtado de. **Campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil: composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

MOCOCHINSKI, Alan Yukio; SCHEER, Maurício Bergamini. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, v. 38, n. 4, 2008.

NERI, Andreza Viana et al. Soil and altitude drive diversity and functioning of Brazilian Páramos (campo de altitude). **Journal of Plant Ecology**, v. 10, n. 5, p. 771-779, 2016.

OLIVEIRA, E.P., CESTARI, C.R. 2017. **Idade LA-SF-ICPMS em zircões do Granito Gonçalves na Pedra Redonda, Monte Verde, MG**. Anais do 48º Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre, RS. Disponível em: <<http://cbg2017anais.siteoficial.ws/anais48cbgcompleto.pdf>>. Acesso em 10/01/2019.

PERON, Marcos Valério. Listagem preliminar da flora fanerogâmica dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi-Ouro Preto/Mariana, MG. **Rodriguésia**, v. 41, n. 67, p. 63-69, 1989.

PERROTTA, M. M. et al. GOMES; SD; SACHS, LLB; MEIRA, VT; LACERDA FILHO, JV Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1: 750.000. **São Paulo: Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**, 2005.

POREMBSKI, Stefan. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 579-586, 2007.

REZENDE, Munike Gonçalves de et al. Flora vascular da Serra da Pedra Branca, Caldas, Minas Gerais e relações florísticas com áreas de altitude da Região Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 201-224, 2013.

RIBEIRO, André et al. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, n. 4, p. 235-248, 2017.

RIBEIRO, André. et al. U–Pb LA-ICP-MS detrital zircon ages of the São João del Rei and Carandaí basins: new evidence of intermittent Proterozoic rifting in the São Francisco paleocontinent. **Gondwana Research**, v. 24, n. 2, p. 713-726, 2013.

RIBEIRO FILHO, Evaristo. **Maçãos Alcalinos do Itatiaia e de Passa Quatro**. 1964 Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo. 1964. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44998/tde-06072016-164000/pt-br.php>>. Acessado em 19/10/2018.

RIBEIRO, Kátia Torres; MEDINA, Branca Maria Opazo; SCARANO, Fabio Rubio. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 623-639, 2007.

RIZZINI, Carlos Toledo. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª Edição. **Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro**, 1997.

ROQUE, Nádia; BAUTISTA, Hortensia Pousada. **Asteraceae**: caracterização e morfologia floral. Salvador: EDUFBA, 2008.

ROSA, Pedro Augusto da Silva; RUBERTI, Excelso. Nepheline syenites to syenites and granitic rocks of the Itatiaia Alkaline Massif, Southeastern Brazil: new geological insights into a migratory ring Complex. **Brazilian Journal of Geology**, n. AHEAD, p. 0-0, 2018.

SALIMENA, Fátima et al. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguesia**, v. 64, n. 2, p. 311–320, 2013.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 693-712, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos II. Macro- and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 713-737, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 10, p. 1701-1722, 2007.

SCARANO, Fabio Rubio et al. 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, Fabio 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.

SOUZA-FILHO, F. A. et al. Recursos naturais, manejo e uso de ecosystems. **Assad & AR Magalhães (Eds.), Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho**, v. 2, p. 43-200, 2014.

THIERS, Barbara. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih>, 2016. Disponível em: <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>> (acessado em 17/11/2018).

TINTI, Bruno Vancini et al. Plant diversity on granite/gneiss rock outcrop at Pedra do Pato, Serra do Brigadeiro State Park, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 5, p. 8, 2015.

TROVÓ, M.; ECHTERNACHT, L.; SANO, P. T. *Paepalanthus sphaeroides*, a new species of Eriocaulaceae from the Atlantic Forest, Brazil. **Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, v. 57, n. 2, p. 105-108, 2012.

VASCONCELOS, Marcelo Ferreira de. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, n. 2, p. 241-246, 2011.

VERDI, Luiz Gonzaga; BRIGHENTE, Inês Maria Costa; PIZZOLATTI, Moacir Geraldo. The *Baccharis* genus (Asteraceae): chemical, economic and biological aspects. **Quimica Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

VIANA, Pedro Lage; LOMBARDI, Julio Antonio. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, p. 159-177, 2007.

WHITMORE, Timothy Charles et al. **An introduction to tropical rain forests**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1990.

### Anexo 1 - Índices de similaridade e distância

	SPB	MV	MI	SF	PNI	PESP	SN	PEI	PESB	PNC	SMPar	NC	SB	PNSC
SPB	1	0,060904	0,055046	0,061194	0,050448	0,059441	0,111861	0,098308	0,076167	0,08078	0,017021	0,059155	0,023965	0,045276
MV	0,060904	1	0,105714	0,124731	0,080808	0,111702	0,045504	0,047237	0,042424	0,057554	0,039427	0,042514	0,084615	0,038005
MI	0,055046	0,105714	1	0,237251	0,189681	0,141058	0,053741	0,078431	0,067947	0,100707	0,076159	0,052724	0,085616	0,038857
SF	0,061194	0,124731	0,237251	1	0,272476	0,1875	0,080875	0,122602	0,075094	0,141353	0,084706	0,063676	0,141058	0,056623
PNI	0,050448	0,080808	0,189681	0,272476	1	0,147887	0,072441	0,106263	0,077458	0,120592	0,061824	0,059537	0,06761	0,046091
PESP	0,059441	0,111702	0,141058	0,1875	0,147887	1	0,055271	0,114004	0,054545	0,09	0,053254	0,048253	0,137255	0,075515
SN	0,111861	0,045504	0,053741	0,080875	0,072441	0,055271	1	0,290043	0,176311	0,120336	0,034364	0,109331	0,024027	0,073646
PEI	0,098308	0,047237	0,078431	0,122602	0,106263	0,114004	0,290043	1	0,138659	0,126997	0,037279	0,1096	0,052381	0,128324
PESB	0,076167	0,042424	0,067947	0,075094	0,077458	0,054545	0,176311	0,138659	1	0,149254	0,034711	0,092233	0,03172	0,054926
PNC	0,08078	0,057554	0,100707	0,141353	0,120592	0,09	0,120336	0,126997	0,149254	1	0,054108	0,073826	0,05071	0,044214
SMPar	0,017021	0,039427	0,076159	0,084706	0,061824	0,053254	0,034364	0,037279	0,034711	0,054108	1	0,068085	0,057692	0,020101
NC	0,059155	0,042514	0,052724	0,063676	0,059537	0,048253	0,109331	0,1096	0,092233	0,073826	0,068085	1	0,031315	0,05029
SB	0,023965	0,084615	0,085616	0,141058	0,06761	0,137255	0,024027	0,052381	0,03172	0,05071	0,057692	0,031315	1	0,046875
PNSC	0,045276	0,038005	0,038857	0,056623	0,046091	0,075515	0,073646	0,128324	0,054926	0,044214	0,020101	0,05029	0,046875	1
SSJ	0,077839	0,047669	0,05676	0,06422	0,061256	0,092133	0,12976	0,161538	0,092333	0,086957	0,025442	0,068505	0,047891	0,147304
Itac	0,061423	0,054936	0,063078	0,104972	0,084	0,086409	0,139147	0,182709	0,084546	0,091654	0,027289	0,070579	0,04792	0,115997
Sci	0,048576	0,042857	0,08238	0,093357	0,059645	0,083871	0,090249	0,108084	0,087079	0,101307	0,047354	0,067323	0,054441	0,064302

## **CAPÍTULO 2 INFLUÊNCIA DO GRADIENTE ALTITUDINAL NA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DOS CAMPOS DE ALTITUDE DO MACIÇO MARINS-ITAGUARÉ, SERRA DA MANTIQUEIRA, SP/MG**

### **RESUMO**

Os ecossistemas montanos ocupam cerca de 12% da superfície terrestre e o gradiente altitudinal é um dos mais documentados e controversos. A variação altitudinal proporciona diversidade climática, edáficas, geomorfológicas e de cobertura vegetal, o que permite diversificação de grupos de espécies com elevado número de espécies raras que determina os altos índices de diversidade em suas vegetações. Estudos sobre gradientes altitudinais vêm sendo desenvolvidos há mais de dois séculos. Na Serra da Mantiqueira, os estudos sobre gradientes altitudinais foram realizados principalmente em formações florestais, sobre a flora arbórea e epifítica, com poucos estudos em formações campestres. Alguns fatores que atuam na estrutura da vegetação nos campos de altitude são o fogo, as baixas temperaturas, a intensa radiação solar, os ventos fortes, o alto nível de precipitação e a formação de neblina, além da geologia e os tipos de solo. É fundamental conhecer os efeitos da variação ambiental na composição de espécies devido às possíveis consequências das mudanças climáticas nas próximas décadas. O objetivo do estudo foi avaliar se há diferenciação qualitativa e quantitativa nessa vegetação campestre do Pico dos Marins ao longo da variação de altitude estudada. Em cada cota altitudinal (2000m, 2100m, 2200m, 2300m e 2400m) foram implantadas linhas horizontais de 150 metros de extensão nas quais foram alocadas parcelas de 1m<sup>2</sup> com intervalo de 5m de distância entre elas, totalizando 30 parcelas em cada linha. Foram realizadas análises de similaridade qualitativa e quantitativa para verificar a formação de grupos similares. O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi calculado para cada faixa altitudinal. Foram encontradas 84 espécies no total, sendo Poaceae (21%), Cyperaceae (18,7%) e Asteraceae (15,6%) as famílias com maiores valores de cobertura. A diversidade de Shannon ( $H'$ ) apresentou diferenças significativas entre as cotas de 2000m e 2100m e não apresentou diferenças entre as cotas de 2200m, 2300m e 2400m. Porém, a análise de variância de similaridade (ANOSIM) apontou diferença significativa qualitativa e quantitativa entre as cotas altitudinais, demonstrando que outros fatores além



da altitude podem influenciar na estrutura da vegetação e na composição de espécies em ecossistemas de montanha tropicais.

Palavras-chave; Fitossociologia; gradiente ambiental; Serra da Mantiqueira; vegetação altomontana.

## ABSTRACT

Montane ecosystems occupy nearly 12 percent of the terrestrial surface and the altitudinal gradient is one of the most documented and controversial. The altitudinal variation provides climatic, edaphic, geomorphological and vegetation cover diversity, which allows diversification of groups of species, including a high number of rare species that determines the high diversity indexes in their vegetation. Studies on altitudinal gradients have been conducted for more than two centuries. In the Serra da Mantiqueira, studies on altitudinal gradients were carried out primarily in forest formations, on the arboreal and epiphytic flora, with few studies in field formations. Some factors that affect the vegetation structure in altitude fields are fire, low temperatures, intense solar radiation, high winds, high precipitation, and fog formation, as well as geology and soil types. It is fundamental to understand the effects of environmental variation on species composition due to the possible consequences of climate change in the coming decades. The objective of the study was to evaluate if there is qualitative and quantitative differentiation in this field vegetation of Pico dos Marins along the studied altitude variation. In each altitude (2000m, 2100m, 2200m, 2300m, and 2400m) horizontal lines of 150 meters were implanted in which parcels of 1m<sup>2</sup> were allocated with an interval of 5m distance between them, totaling 30 plots in each line. Qualitative and quantitative similarity analyses were performed to verify the formation of similar groups. The Shannon Diversity Index ( $H'$ ) was calculated for each altitudinal range. A total of 84 species were found, with Poaceae (21%), Cyperaceae (18.7%) and Asteraceae (15,6%) being the families with the highest coverage values. The diversity of Shannon ( $H'$ ) presented significant differences between 2000m and 2100m and did not present differences between 2200m, 2300m and 2400m. However, the similarity analysis of variance (ANOSIM) indicated a significant qualitative and quantitative difference between altitudes, demonstrating that factors other than altitude can influence vegetation structure and species composition in tropical mountain ecosystems.

Keywords: environmental gradiente; phytosociology; Serra da Mantiqueira; Upper montane vegetation.

## 1. INTRODUÇÃO

A região tropical abriga cerca de 80% da biodiversidade mundial (Harding *et al.* 2014) e 15 dos 25 *hostspots* de biodiversidade do mundo (Myers *et al.* 2000). Diversas hipóteses podem explicar essa alta diversidade como, por exemplo, história geológica e evolutiva, clima, conservação de nicho, diversidade de *habitat*, variabilidade sazonal etc. (Richter *et al.* 2009). As diversas condições ambientais ao longo de gradientes proporcionam uma variedade de ecossistemas que, por sua vez, abrigam uma flora e fauna altamente diversificadas (Muenchow *et al.* 2018).

Os ecossistemas de montanha ocupam cerca de 12% da superfície terrestre (Sphen 2006) e são locais onde é possível observar *in situ* as diversas estratégias desenvolvidas por espécies e comunidades para garantir a sobrevivência (Chaverri-Polini 1998). As relações entre ambiente e diversidade têm sido objeto de várias pesquisas em ecologia, dentre as quais o gradiente altitudinal é um dos mais documentados e controversos (Laiolo *et al.* 2018). As variadas altitudes das montanhas proporcionam uma diversidade climática, que associada às características edáficas, geomorfológicas e de cobertura vegetal, permitiu a diversificação de grupos de espécies, adaptadas a diferentes ambientes e nichos (Chaverri-polini 1998). O elevado número de espécies raras e com frequência intermediária determina os altos índices de diversidade em vegetações campestres (Setúbal & Boldrini 2012).

A influência dos gradientes altitudinais em relação à composição de espécies vem sendo investigada há mais de dois séculos. Em 1812 Humboldt ficou impressionado com os gradientes ambientais nos trópicos ao analisar a mudança da composição florística no Monte Chimborazo (Wulf & Marques 2016). Nos séculos seguintes, o estudo de gradientes tornou-se um dos pilares da biogeografia e da ecologia de comunidades (MacArthur 1984, Whittaker 1967, Borges 2011, Borges *et al.* 2011, Rocha *et al.* 2016). Esses estudos apontam um decréscimo na diversidade de espécies em função da elevação do terreno, com uma menor riqueza florística em áreas mais altas e algumas poucas espécies com maiores valores de abundância. Na Serra da Mantiqueira, os estudos sobre gradientes altitudinais foram realizados principalmente em formações florestais avaliando, sobretudo, a flora arbórea e epifítica (Meireles *et al.* 2008, Borges 2011, Borges *et al.* 2011, Pompeu 2011, Valente *et al.* 2011, Furtado & Menini Neto 2018 Barbosa 2017), com poucos estudos em formações campestres.

O sucesso do estabelecimento da vegetação campestre de altitude é garantido por adaptações morfofisiológicas a condições adversas que agem como filtros ambientais na determinação da composição florística (Safford 1999a, Fernandes 2016, Neri *et al.* 2016). Alguns exemplos de fatores determinantes no estabelecimento das comunidades bióticas são o fogo, as baixas temperaturas, a intensa radiação solar, os ventos fortes, o alto nível de precipitação e a formação de neblina (Brade 1956, Rizzini 1997, Safford 1999b, 2007, Porembski & Barthlott 2000, Scarano 2002, Meireles 2009, Fernandes 2016, Neri *et al.* 2016). Outros fatores que contribuem significativamente na composição e estrutura da vegetação em áreas de elevada altitude são a geologia e os tipos de solo, influenciando na drenagem e fertilidade desses ambientes (Caiafa 2002, Fernandes 2016).

Segundo Elsen *et al.* (2018), devemos incrementar a proteção ao longo de gradientes altitudinais para a mitigação dos impactos sobre a biodiversidade, uma vez que as mudanças climáticas indicam que pode haver uma alteração simultânea das distribuições de elevação da agricultura, das populações humanas e dos recursos naturais. A proteção de gradientes elevacionais pode ainda ajudar a entender os padrões de biodiversidade e distribuição de espécies em áreas montanhosas. Deste modo, conhecer o efeito da variação ambiental na composição de espécies é fundamental, principalmente devido às possíveis consequências das mudanças climáticas nas próximas décadas (Elkin *et al.* 2013, Engler *et al.* 2011, Ndiribe *et al.* 2013).

O objetivo do estudo foi avaliar a composição e estrutura da flora ao longo de um gradiente altitudinal nos campos de altitude do Pico dos Marins (um dos cumes que compõem o Maciço Marins-Itaguapé), com a hipótese de que há diferenciação qualitativa e quantitativa nessa vegetação campestre ao longo da variação de altitude estudada.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Amostragem**

A amostragem fitossociológica foi realizada entre os meses de maio e julho de 2017, no Pico dos Marins, formação principal do Maciço Marins-Itaguapé (figura 18).



Figura 21: Pico dos Marins (2420,7m)

Foi coletado material testemunho para identificação das espécies, o qual foi preparado de acordo com as técnicas propostas por Fidalgo & Bononi (1989) e depositado no acervo do Herbário CESJ da Universidade Federal de Juiz de Fora. As espécies foram identificadas através de consulta à literatura especializada, comparação com materiais já coletados, identificados por especialistas e depositados nos herbários CESJ e RB, além da consulta aos bancos de dados virtuais SpeciesLink ([www.splink.org.br](http://www.splink.org.br)) e Herbário Virtual/REFLORA (BGF, 2018). A grafia dos nomes e os respectivos autores das espécies identificadas estão de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020). As famílias estão de acordo com o APG IV (2016) e PPG I (2016). Para a análise da estrutura fitossociológica foi utilizado o método de parcelas (Setúbal & Boldrini 2012). Foram implantadas linhas horizontais de 150 metros de extensão, orientadas em curvas de nível, nas seguintes cotas altitudinais: 2000m, 2100m, 2200m, 2300m e 2400m (figura 19A). As cotas altitudinais entre 1800-2000m não foram amostradas uma vez que as manchas de vegetação campestres são descontínuas ou muito antropizadas, não permitindo a implantação da metodologia. O comprimento das linhas (150m) foi determinado pela distância mínima em que foi possível caminhar com segurança entre as faces da montanha. Nessas linhas, foram alocadas parcelas de 1m<sup>2</sup> com

intervalo de 5m de distância entre elas, totalizando 30 parcelas em cada linha (figura 19B).

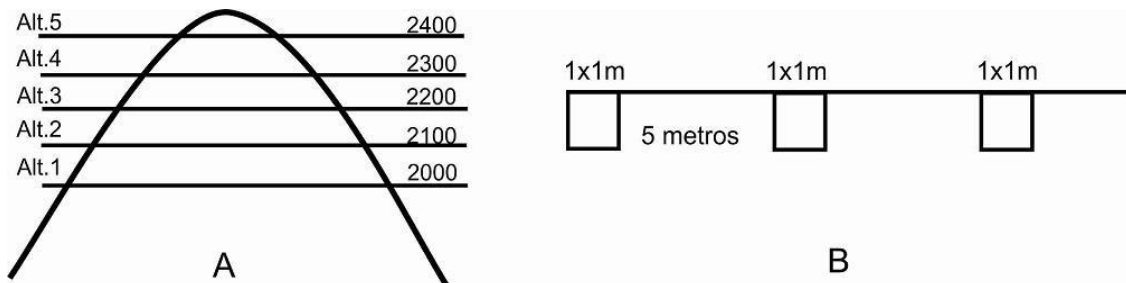


Figura 22: Croqui com a disposição das cotas altitudinais (A) e das parcelas (B) implantadas.

Ao todo, foram estabelecidas 150 parcelas (figuras 20 e 21), amostrando uma área de 0,015 ha. Foram medidas as coberturas de cada espécie com base na projeção vertical sobre a superfície, utilizando a Escala de Cobertura-Abundância de Braun-Blanquet (Ellenberg & Mueller-Dombois 1974), e a porcentagem de rocha nua. Foram calculadas as frequências absoluta e relativa e dominâncias absoluta e relativa.



Figura 23: Parcela na cota altitudinal de 2000 metros



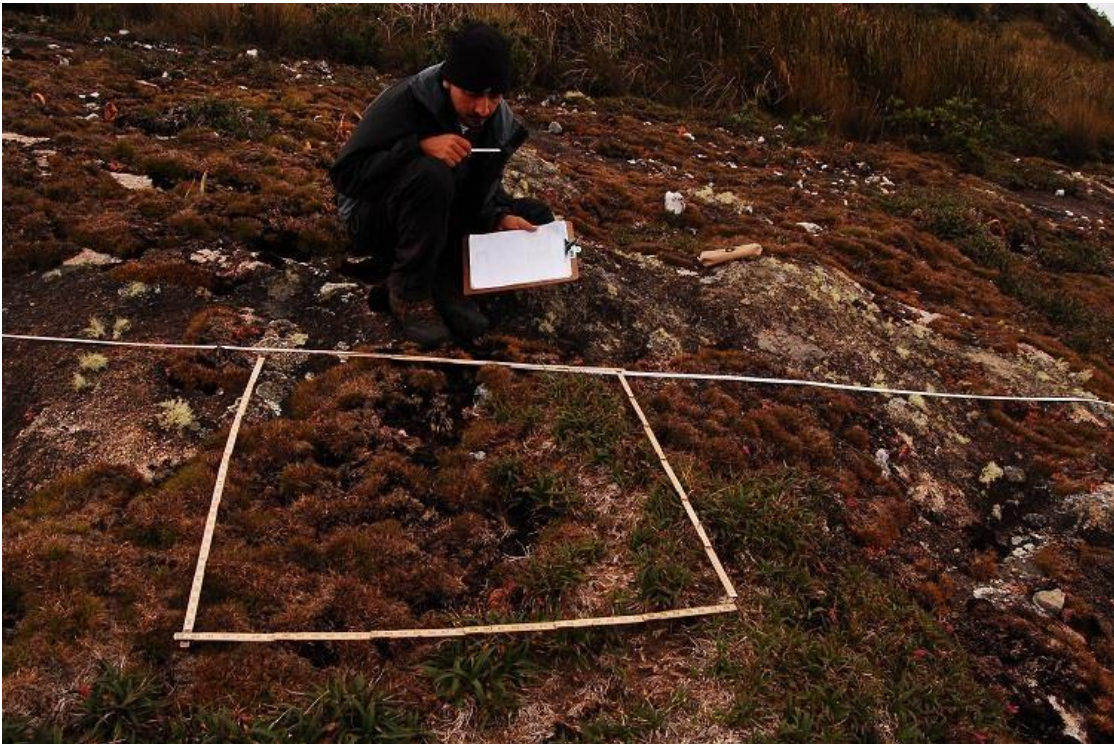


Figura 24: Parcela na cota altitudinal de 2200 metros

## 2.2. Análise fitossociológica

Uma vez que em formações campestres é difícil distinguir os indivíduos de uma mesma espécie, o Valor de Importância foi adotado como a soma da frequência e cobertura relativas (Kent & Coker 1992). Esta metodologia já foi adotada em alguns estudos fitossociológicos em restinga, como citado por Almeida & Araújo (1997) e em trabalho com campos de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais (Caiafa & Silva 2007, Neri *et al.* 2016). Para cada espécie foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta e relativa (FA e FR), cobertura absoluta e relativa (CA e CR) e índice de valor de importância (IVI) (Boldrini & Miotto 1987). Também foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener e a equitabilidade com base nos valores de cobertura relativa de cada espécie (Krebs 1999, Setúbal & Boldrini 2012).

### 2.3. Diversidade e similaridade

A similaridade quali-quantitativa da vegetação entre as linhas e, conseqüentemente, entre as altitudes foi avaliada através de análises de agrupamento e ordenação, utilizando uma matriz binária (presença/ausência) de espécies e outra com os valores de cobertura. A análise de agrupamento utilizou o algoritmo UPGMA (média de grupos não-ponderada) para construção dos dendrogramas, utilizando os índices de similaridade de Jaccard (qualitativo – presença/ausência das espécies) e de Bray-Curtis (quantitativo – valor de cobertura das espécies), calculando também o coeficiente de correlação cofenética que permite avaliar a adequação entre a matriz e o dendrograma resultante. A ordenação foi realizada através da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) (Hill & Gauch 1980). A análise multivariada de similaridade (One-way ANOSIM) foi empregada para averiguar as diferenças na composição entre as cotas altitudinais utilizando a distância de Bray-Curtis e 9.999 permutações, com nível de significância 0,01 (Clarke 1993). As análises estatísticas foram realizadas através do programa PAST v. 3.1 (Hammer *et al.* 2001).



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análise fitossociológica

Foram amostrados 713 indivíduos de 83 espécies (77 angiospermas e 6 pteridófitas) distribuídos em 34 famílias (tabela 4). Do total de espécies ocorrentes nas parcelas, seis estão ameaçadas em alguma categoria. Asteraceae foi a família mais rica (15 spp.), seguida de Melastomataceae (8 spp.), Cyperaceae (6 spp.), Orchidaceae e Poaceae (5 spp.). Poaceae apresentou o maior VI (17,9%) seguida por Asteraceae (17,8%), Cyperaceae (16,5%), Velloziaceae (7,6%) e Melastomataceae (5,9%).

A rocha nua, por sua vez, apresentou 19,6% de cobertura relativa no total da área. As porcentagens de rocha em cada altitude são apresentadas na figura 22.

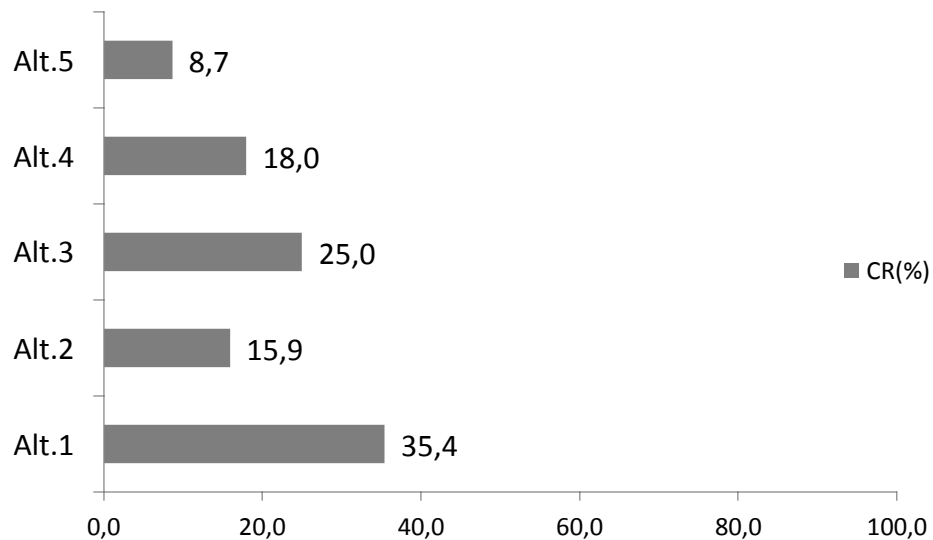


Figura 25: Porcentagem de rocha exposta em cada altitude amostrada.

As figuras de 23 a 27 mostram as Frequências Relativas (FR), Coberturas Relativas (CR) e Valores de Importância (VI%) das principais espécies que ocorreram em cada altitude.



	<i>Vriesea</i> sp.	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	0,5	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,4
<b>Campanulaceae</b>	<i>Siphocampylus westinianus</i> (Thunb.) Pohl	-	-	-	0,5	0,3	0,4	1,2	1,0	1,1	-	-	-	-	-	-
<b>Caprifoliaceae</b>	<i>Valeriana organensis</i> Gardner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,4
<b>Cyperaceae</b>	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	<b>3,0</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,3</b>	<b>3,9</b>	<b>3,6</b>	-	-	-	1,8	1,7	1,7	-	-	-
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	<b>6,9</b>	<b>6,3</b>	<b>6,6</b>	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	<b>7,1</b>	0,6	0,3	0,5	<b>10,7</b>	<b>14,9</b>	<b>12,8</b>	<b>5,6</b>	<b>6,5</b>	<b>6,1</b>
	<i>Machaerina ensifolia</i> (Boeckeler) T.Koyama	-	-	-	1,9	2,9	2,4	-	-	-	0,6	1,7	1,1	-	-	-
	<i>Rhynchospora</i> sp.	-	-	-	0,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees ex Arn.	<b>11,9</b>	<b>10,0</b>	<b>10,9</b>	-	-	-	<b>9,1</b>	<b>13,0</b>	<b>11,1</b>	<b>3,0</b>	<b>4,1</b>	<b>3,5</b>	-	-	-
	Cyperaceae sp.	-	-	-	-	-	-	<b>2,4</b>	<b>3,4</b>	<b>2,9</b>	-	-	-	2,8	3,7	3,3
<b>Dryopteridaceae</b>	<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	-	-	-	1,9	1,8	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ericaceae</b>	<i>Agarista hispidula</i> (DC.) Hook. ex Nied.	1,0	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,4
	<i>Gaultheria serrata</i> (Vell.) Sleumer ex Kin.-Gouv.	-	-	-	0,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	2,2	1,2	1,7
<b>Eriocaulaceae</b>	<i>Leiothrix argyroderma</i> Ruhland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	1,9	2,1
	<i>Paepalanthus pseudotortilis</i> Ruhland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,4
<b>Escalloniaceae</b>	<i>Escallonia laevis</i> (Vell.) Sleumer	-	-	-	1,4	0,8	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton dichrous</i> Müll.Arg.	1,0	0,4	0,7	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	<b>7,1</b>	<b>2,4</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>5,3</b>	<b>4,1</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Collaea speciosa</i> (Loisel.) DC.	-	-	-	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Mimosa</i> sp.	-	-	-	1,4	0,8	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Iridaceae</b>	<i>Gelasine coerulea</i> (Vell.) Ravenna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	1,6	2,2
	<i>Sisyrinchium alatum</i> Hook.	-	-	-	0,5	0,3	0,4	1,8	1,0	1,4	-	-	-	-	-	-
	<i>Sisyrinchium palmifolium</i> L.	2,0	0,8	1,4	-	-	-	2,4	1,4	1,9	<b>5,9</b>	<b>3,7</b>	<b>4,8</b>	<b>5,1</b>	<b>3,7</b>	<b>4,4</b>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Hesperozygis myrtooides</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Epling	-	-	-	1,0	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhabdocaulon coccineum</i> (Benth.) Epling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,7	0,9	-	-	-
	<i>Salvia oligantha</i> Dusén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6
<b>Lentibulariaceae</b>	<i>Utricularia reniformis</i> A.St.-Hil.	1,0	0,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lycopodiaceae</b>	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	1,2	1,7
	<i>Lycopodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,5	1,1	0,9	1,0

	<i>Phlegmariurus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,4
<b>Melastomataceae</b>	<i>Chaetostoma glaziovii</i> Cogn.	1,0	0,8	0,9	-	-	-	-	-	-	1,8	2,0	1,9	-	-	-
	<i>Leandra eichleri</i> Cogn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,4
	<i>Leandra quinquedentata</i> (DC.) Cogn.	-	-	-	-	-	-	0,6	0,7	0,6	-	-	-	-	-	-
	<i>Leandra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	1,6	1,6
	<i>Leandra sulfurea</i> (Naudin) Cogn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	0,6	0,9
	<i>Pleroma echinatum</i> Gardner	1,0	0,4	0,7	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>5,9</b>	1,2	1,0	1,1	2,4	1,4	1,9	-	-	-
	<i>Pleroma hospitum</i> (Schrank et Mart. ex DC.) Triana	-	-	-	1,0	1,0	1,0	-	-	-	3,0	2,0	2,5	1,1	0,6	0,9
	<i>Tibouchina mosenii</i> Cogn.	2,0	0,8	1,4	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	1,1	1,2	1,2
<b>Myrtaceae</b>	<i>Myrceugenia aff. alpigena</i> (DC.) Landrum	-	-	-	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Orchidaceae</b>	<i>Brasiliorchis aff. picta</i> (Hook.) R.B.Singer et al.	-	-	-	1,9	1,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Habenaria rolfeana</i> Schltr.	-	-	-	1,0	0,5	0,7	0,6	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-
	<i>Gomesa aff. ramosa</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	<b>3,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,5</b>	<b>4,3</b>	<b>3,1</b>	<b>3,7</b>	<b>3,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,6</b>	0,6	0,3	0,5	-	-	-
	<i>Zygopetalum triste</i> Barb.Rodr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,5	-	-	-
<b>Oxalidaceae</b>	<i>Oxalis confertissima</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-
	<i>Oxalis rupestris</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-
<b>Poaceae</b>	<i>Apochloa lutzii</i> (Swallen) Zuloaga & Morrone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	2,7	2,5	-	-	-
	<i>Chusquea microphylla</i> (Döll) L.G. Clark	1,0	0,8	0,9	1,4	2,1	1,8	1,2	2,1	1,6	<b>1,8</b>	<b>4,1</b>	<b>2,9</b>	<b>9,6</b>	<b>14,9</b>	<b>12,2</b>
	<i>Cortaderia modesta</i> (Döll) Hack.	<b>5,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>	<b>8,6</b>	<b>6,5</b>	<b>9,1</b>	<b>8,9</b>	<b>9,0</b>	<b>11,2</b>	<b>14,9</b>	<b>13,1</b>	<b>7,3</b>	<b>10,6</b>	<b>8,9</b>
	<i>Paspalum cf. polyphyllum</i> Nees	2,0	0,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Poaceae sp.	-	-	-	1,0	0,8	0,9	0,6	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-
<b>Polygalaceae</b>	<i>Polygala</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	0,7	0,9	0,6	0,3	0,4
<b>Pteridaceae</b>	<i>Doryopteris crenulans</i> (Fée) Christ	1,0	0,4	0,7	0,5	0,3	0,4	2,4	1,4	1,9	1,8	1,0	1,4	0,6	0,3	0,4
<b>Rubiaceae</b>	<i>Coccocypselum lymansmithii</i> Standl.	<b>4,0</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,1</b>	<b>2,5</b>	1,2	0,7	1,0	1,8	1,0	1,4	0,6	0,3	0,4
	<i>Denscantia cymosa</i> (Spreng.) E.L.Cabral & Bacigalupo	-	-	-	0,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K.Schum.	-	-	-	0,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Galium humile</i> Cham. & Schtdl.	-	-	-	2,9	1,8	2,3	0,6	0,3	0,5	1,2	0,7	0,9	2,2	1,2	1,7



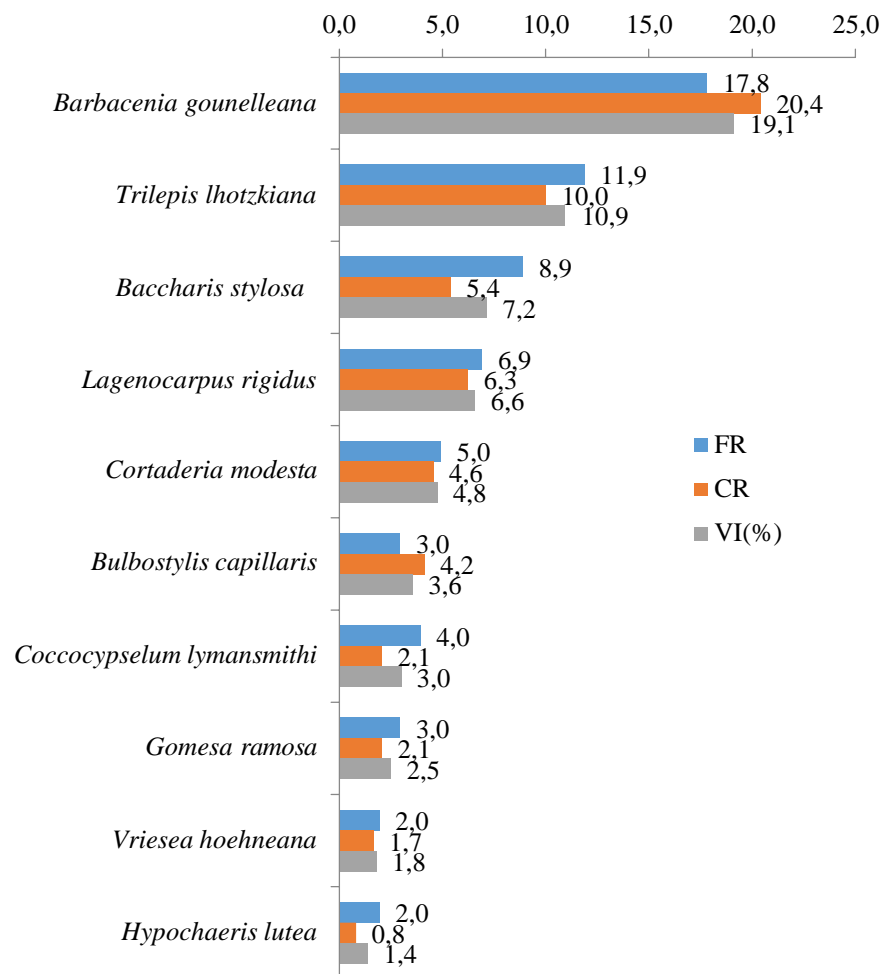


Figura 26: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 1.

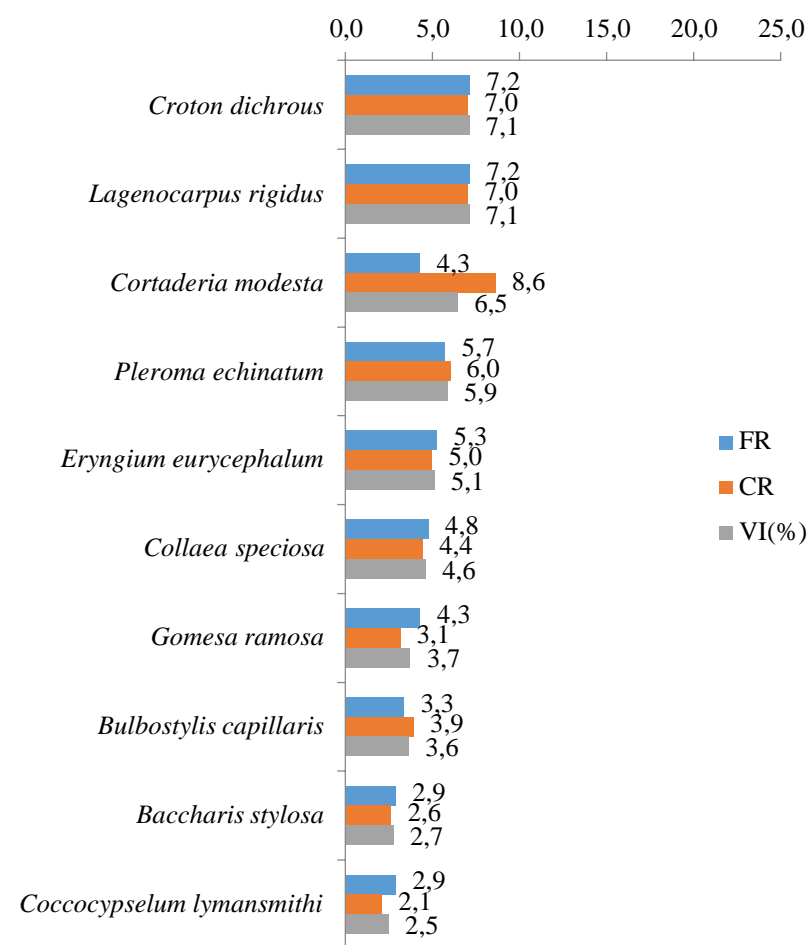


Figura 27: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 2

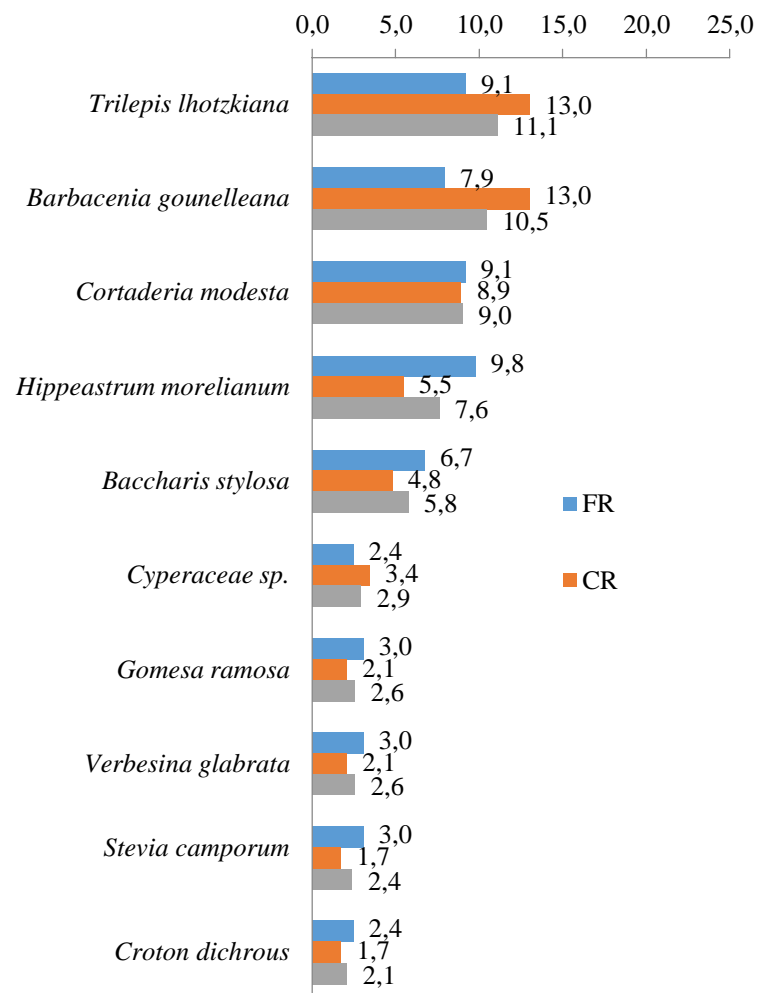


Figura 28: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 3.

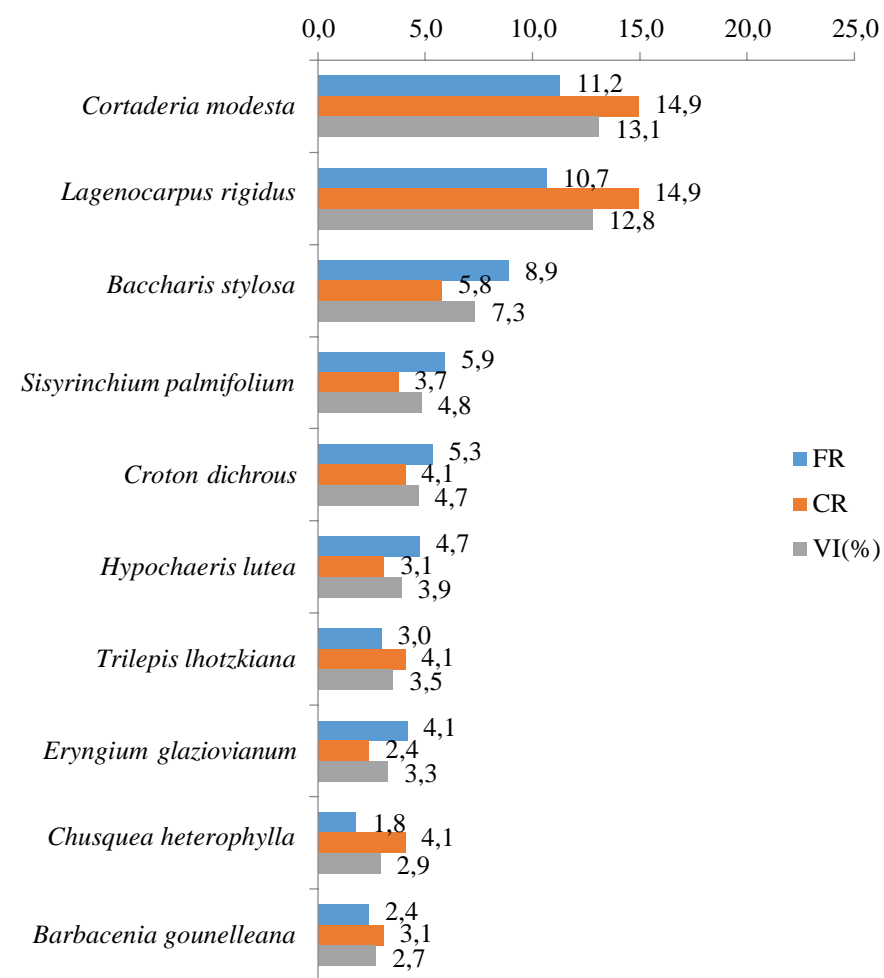


Figura 29: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 4.

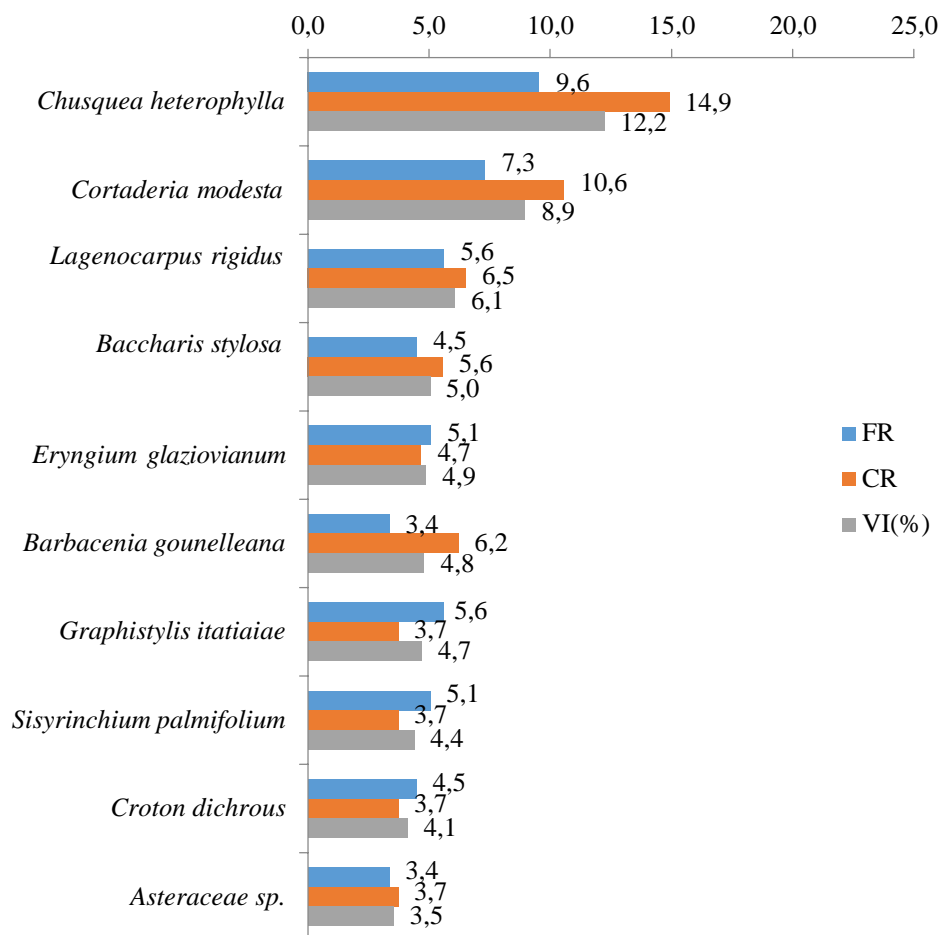


Figura 30: Frequência Relativa (FR), Cobertura Relativa (CR) e Valor de Importância (VI%) das 10 principais espécies amostradas na altitude 5.

Do total de espécies amostradas, 18 famílias (48,5% do total) foram representadas por apenas uma espécie. As dez espécies mais importantes somaram 52,9% de cobertura relativa e 41,3% de frequência relativa. Dentre essas, *Lagenocarpus rigidus* ocorreu em todas as cotas altitudinais e *Barbacenia gounelleana* apenas não ocorreu na altitude 2 (2100m).

Oito espécies ocorreram em todas as altitudes: *Agarista hispidula*, *Baccharis stylosa*, *Chusquea microphylla*, *Coccocypselum lymansmithi*, *Cortaderia modesta*, *Croton dichrous*, *Doryopteris crenulans* e *Lagenocarpus rigidus*.

Em cada cota altitudinal ocorreram espécies restritas às áreas amostradas em uma mesma altitude. Ao todo, 37 espécies ocorreram em apenas uma cota altitudinal (44%). Entretanto, a maioria destas espécies apresentaram baixas cobertura e frequência relativas. *Paspalum cf. polyphyllum* e *Utricularia reniformis* foram amostradas somente



na altitude 1; *Leandra quinquedentata*, *Oxalis confertissima* e *O.rupestris* ocorreram apenas na altitude 3 (2200m). A altitude 2 (2100m) foi a que apresentou maior número de ocorrências restritas (18 spp.). As altitudes 4 e 5 (2300 e 2400m) apresentaram cinco e nove espécies exclusivas, respectivamente (figura 28).

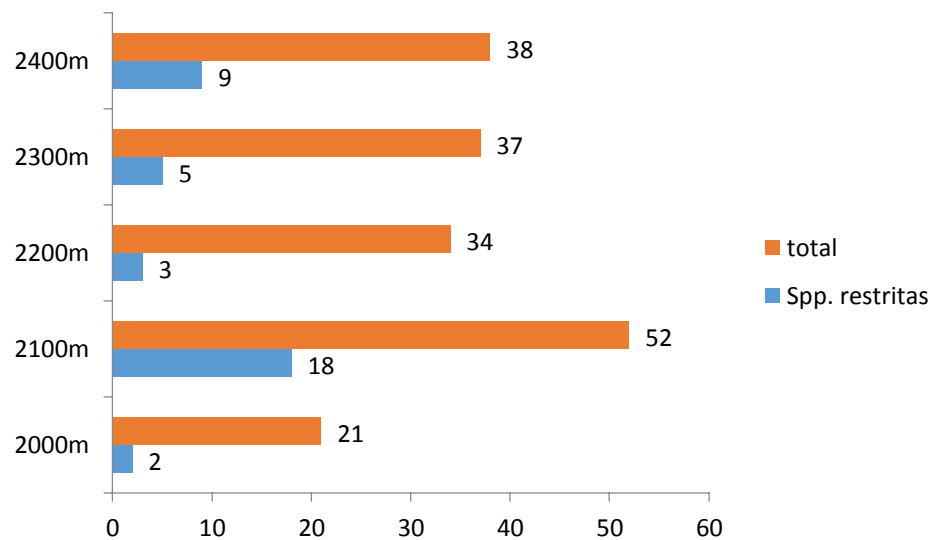


Figura 31: Gráfico com o número total de espécies amostradas em cada altitude e o número de espécies restritas a cada uma dessas.

### 3.2. Diversidade e similaridade

Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) variaram de 2,15 a 3,3 nats.cobertura<sup>-1</sup> entre as altitudes, sendo a cota altitudinal 1 (2000m) a que apresentou menor diversidade e a cota altitudinal 2 (2100m) maior diversidade (tabela 5). O teste  $t$  de Hutcheson mostrou diferença significativa na diversidade de espécies entre as altitudes 1 e 2 e entre essas e todas as outras altitudes. Já entre as altitudes 3, 4 e 5 não houve diferença significativa.

Tabela 5: índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $J'$ )

Altitude	Cotas (m)	$H'$	$H'_{max}$	$J'$
1	2000	2,15	3,09	0,70
2	2100	3,30	3,97	0,02
3	2200	2,69	3,56	0,76
4	2300	2,85	3,64	0,78
5	2400	3,09	3,66	0,84

A figura 29 mostra curvas de rarefação/extrapolação para todas as altitudes amostradas. A cota 2000m, a mais baixa entre as amostradas, apresenta menor riqueza em relação às outras altitudes. Já a cota 2100, a mais rica, apresentou diferença apenas em relação às as cotas 2000 e 2200.

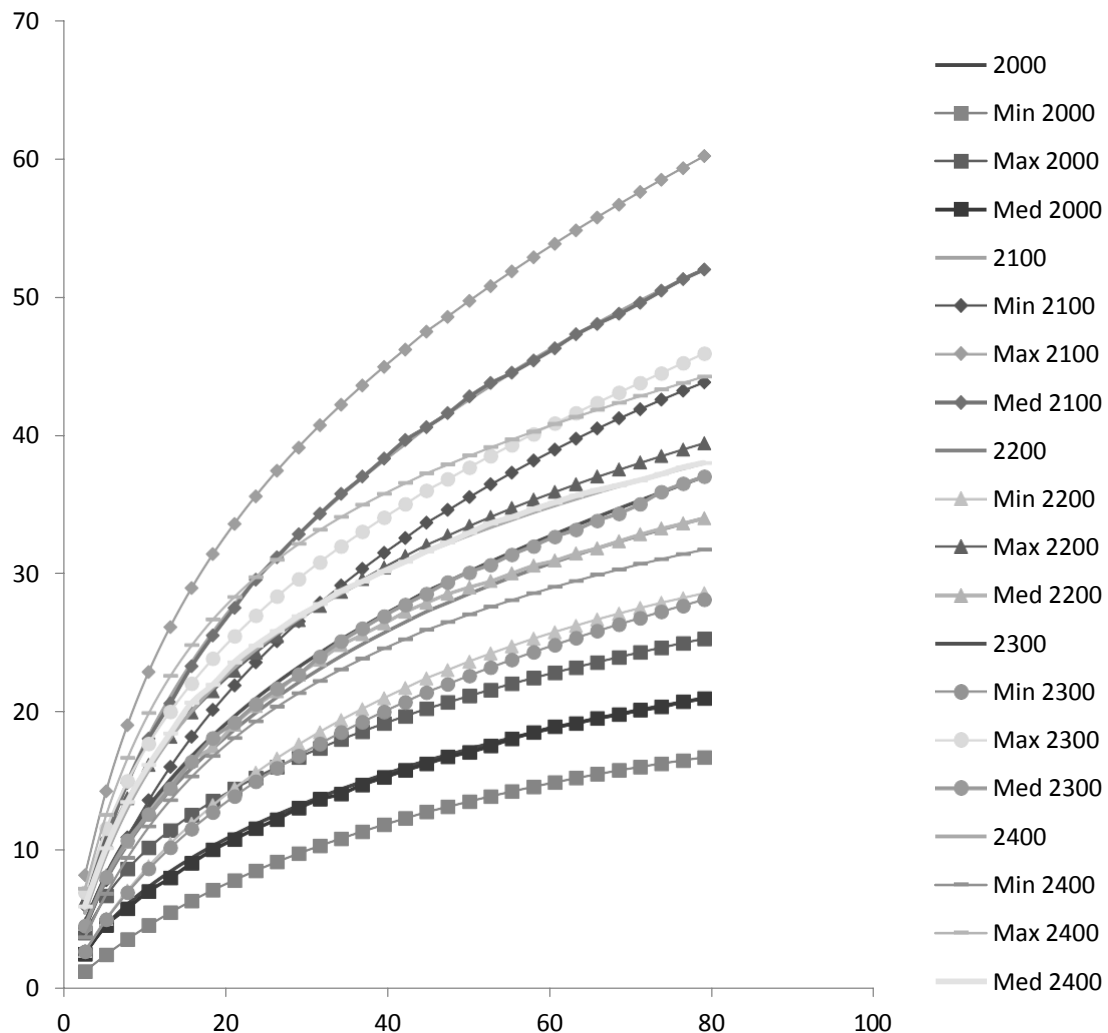


Figura 32: Curvas de rarefação/extrapolação para as cinco altitudes amostradas. As curvas foram extrapoladas para o número de espécies da cota altitudinal com maior riqueza (52 indivíduos).

Os dendrograma das figuras 30 e 31 representam, respectivamente, o resultado das análises qualitativas e quantitativas. O coeficiente de correlação cofenética para a análise qualitativa foi igual a 0,79 e para a análise quantitativa foi igual a 0,75, valores acima do recomendado por Rohlf (1970), o que permite uma análise sem muita distorção (Felfili *et al.* 2011).

Os resultados obtidos através da análise de variância de similaridade One-Way ANOSIM mostraram uma diferença significativa entre as faixas altitudinais, tanto para a análise qualitativa (Jaccard;  $R = 0,278$ ,  $P = 0,0001$ ) quanto para a quantitativa (Bray-Curtis;  $R = 0,243$ ,  $P = 0,0001$ ). A Análise de Correspondência Destendenciada utilizando dados qualitativos (figura 32) corrobora esses resultados, embora a mesma análise a partir dos dados quantitativos não permita claramente essa observação (figura 33).

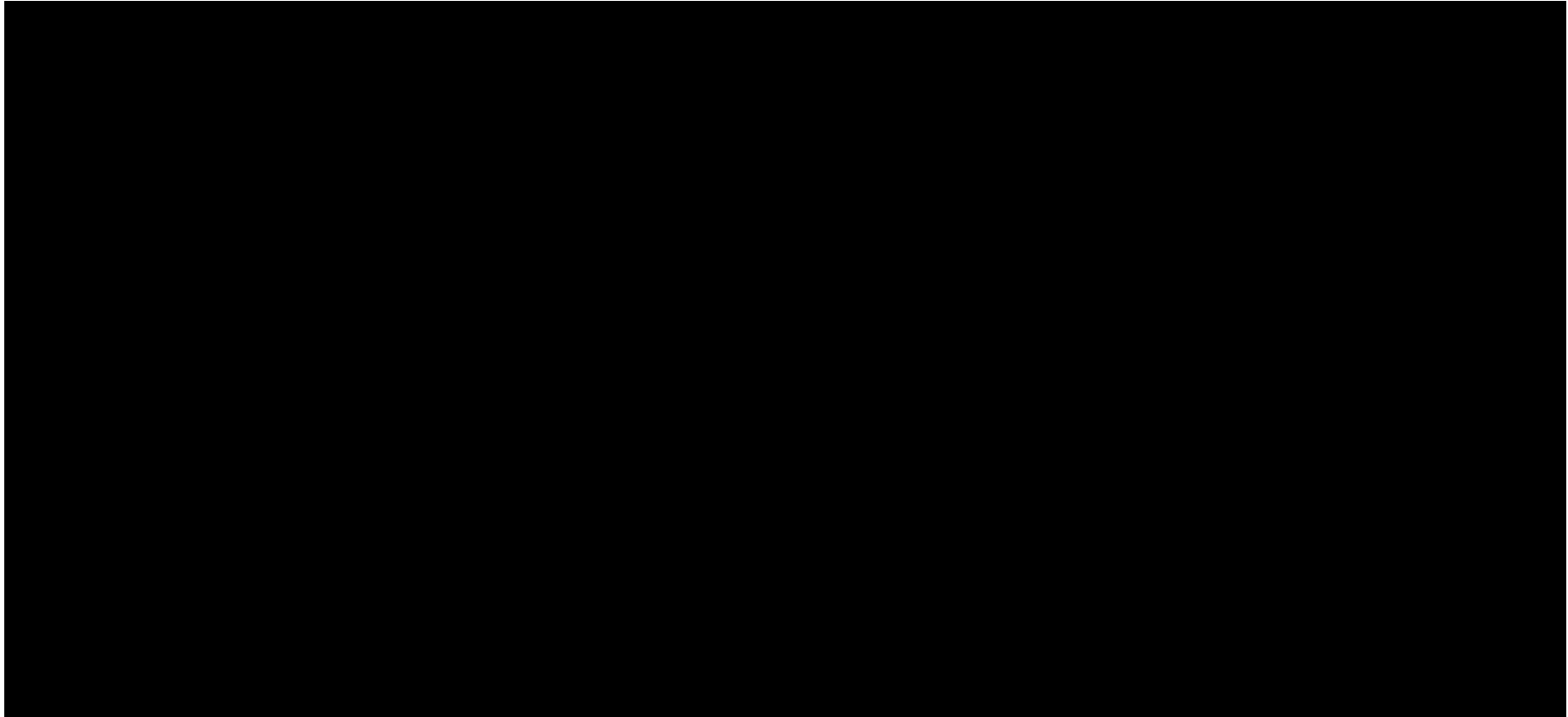


Figura 33: Dendrograma qualitativo obtido na análise de similaridade através da matriz de presença e ausência das espécies usando UPGMA e índice de Jaccard (Coeficiente cofenético = 0,79); as cotas altitudinais amostradas correspondem a: A (vermelho, 2000m); B (azul, 2100m); C (verde, 2200m); D (laranja, 2300m) e E (preto, 2400m), da mais baixa para a mais alta respectivamente.

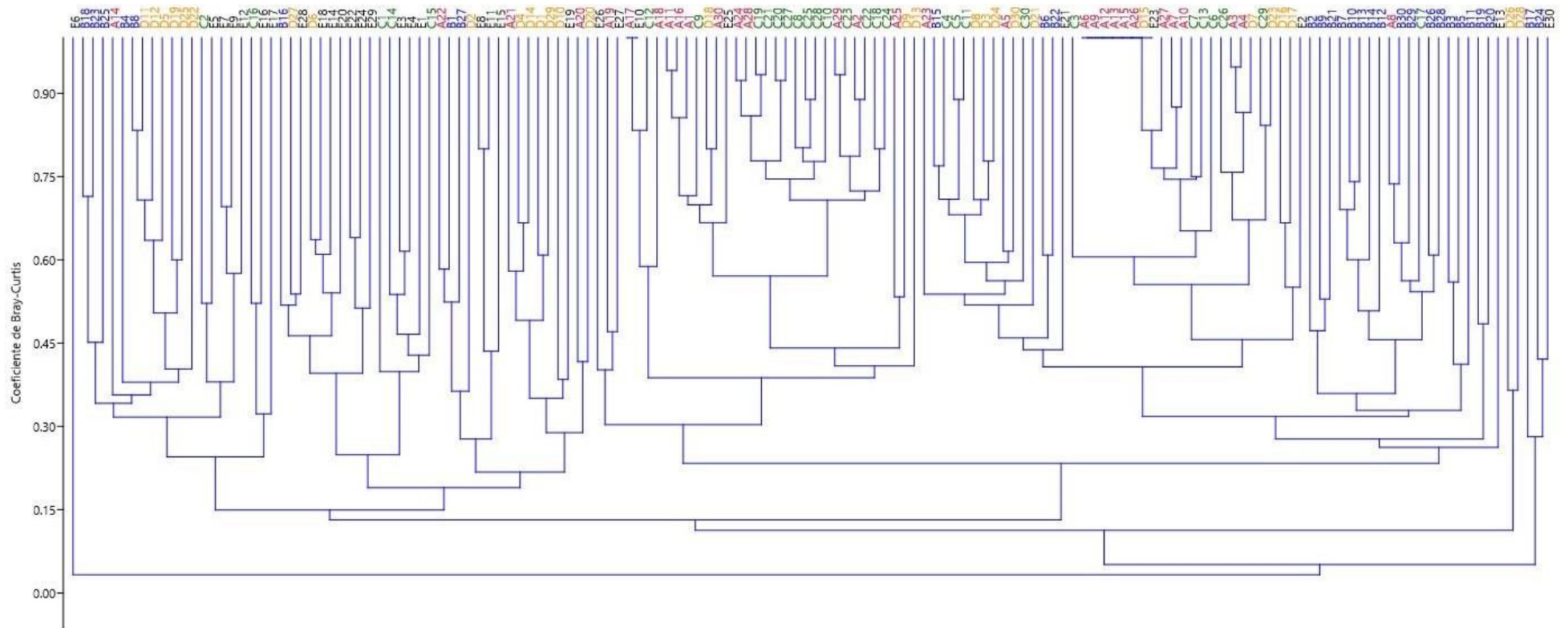


Figura 34: Dendrograma quantitativo obtido na análise de similaridade através dos valores de cobertura das espécies usando UPGMA e índice de Bray-Curtis (Coeficiente cofenético = 0,75); as cotas altitudinais amostradas correspondem a: A (vermelho, 2000m); B (azul, 2100m); C (verde, 2200m); D (laranja, 2300m) e E (preto, 2400m).

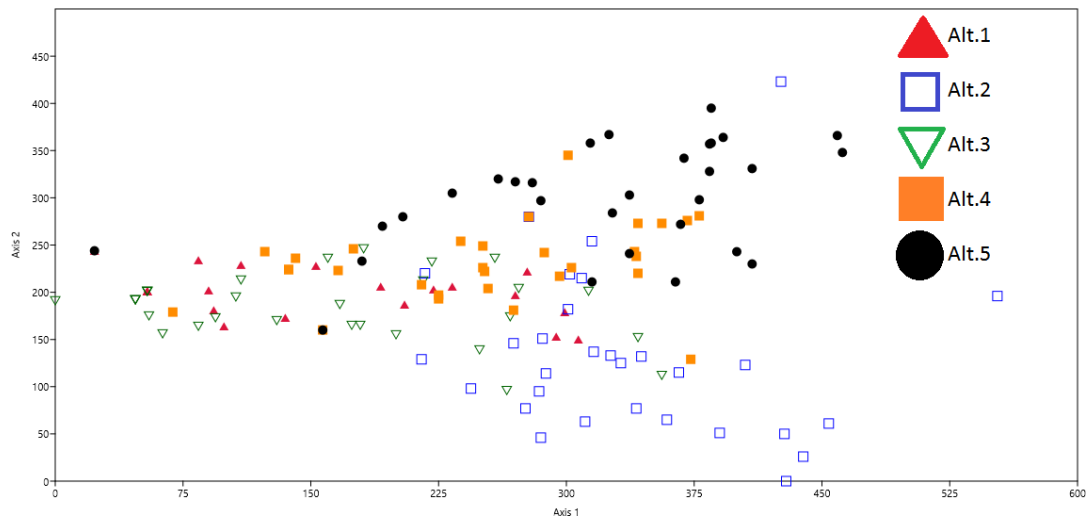


Figura 35: Gráfico de dispersão qualitativo obtido na Análise de Correspondência Destendenciada (Autovalores – Eixo 1: 0,589; Eixo 2: 0,475), utilizando a matriz de presença e ausência das espécies. Alt.1 (2000m); Alt.2 (2100m); Alt.3 (2200m); Alt.4 (2300); Alt.5 (2400).

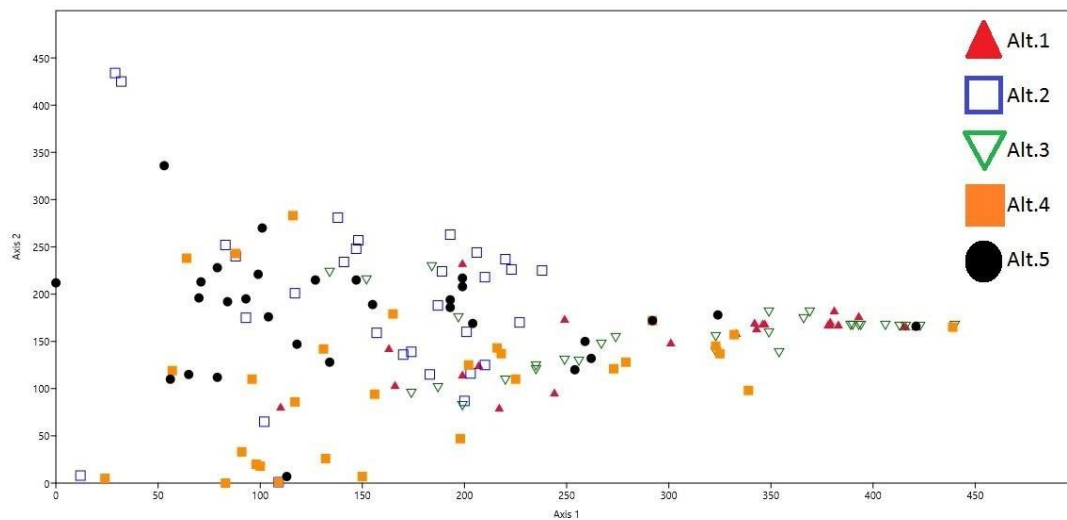


Figura 36: Gráfico de dispersão quantitativo obtido na Análise de Correspondência Destendenciada (Autovalores – Eixo 1: 0,658; Eixo 2: 0,474), utilizando valores de cobertura das espécies. Alt.1 (2000m); Alt.2 (2100m); Alt.3 (2200m); Alt.4 (2300); Alt.5 (2400m).

#### 4. DISCUSSÃO

A expressiva heterogeneidade ambiental em regiões montanhosas proporciona diversos tipos de *habitats*, formando uma complexa matriz ecológica, como tem sido demonstrado em diversos trabalhos em montanhas neotropicais, seja sobre granitos (Tinti *et al.* 2015), gnaisses e granitos (Safford & Martinelli 2000, Porembski 2007, Gröger & Huber 2007), quartzitos (Barbosa *et al.* 2015, Silveira *et al.* 2015, Bitencourt *et al.* 2016, Fernandes 2016), canga (Nunes *et al.* 2015) e mesmo nos Andes (Hernández & Monasterio 2006, Cuello *et al.* 2010, Londoño *et al.* 2014) e nos Tepuis (Sklenář & Balslev 2005, Vegas-Vilarrúbia *et al.* 2012). Além disso, fraturas nas rochas acumulam solo, fornecendo *microhabitats* que são favoráveis ao estabelecimento de uma maior diversidade de espécies, devido à maior espessura da camada de solo que é formada nela, ao consequente maior armazenamento de água e nutrientes e à maior possibilidade de suporte mecânico (Ribeiro *et al.* 2007, Costa *et al.* 2011, Carmo *et al.* 2016, Neri *et al.* 2016, Campos *et al.* 2018).

A riqueza de espécies (83 spp. em 0,015 ha) encontrada no presente estudo foi próxima à encontrada por Mendonça (2017) em estudo realizado nos campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio (96 spp.), onde foi utilizado o método de intercepto de linha e amostragem ao longo de um ano. No Planalto do Itatiaia, Ribeiro *et al.* (2007) encontraram 114 espécies vasculares em uma área de 0,034 ha. Campos *et al.* (2018) encontraram 58 espécies no Parque Nacional do Caparaó, em uma área amostral com o dobro do tamanho (300 parcelas de 1m<sup>2</sup>) em comparação com o presente trabalho.

No Cerrado, em estudos do estrato herbáceo-subarbustivo em áreas de campo sujo, foram encontradas 163 espécies (Munhoz & Felfili 2006), número significativamente superior ao encontrado no presente trabalho. Em monitoramento durante 13 meses numa área de campo limpo úmido após fogo, Munhoz & Felfili (2008) encontraram 84 espécies, número quase exatamente igual ao encontrado no Pico dos Marins. Tais resultados ajudam a corroborar a hipótese de que a altitude e a umidade são variáveis capazes de influenciar a riqueza de espécies.

A família Poaceae foi a que apresentou maior cobertura relativa (21%), devido às espécies *Cortaderia modesta* e *Chusquea heterophylla* que, juntas representaram 14,6% e 10,6% de cobertura relativa e frequência relativa, respectivamente. Asteraceae, por sua vez, apresentou maior frequência relativa (19,9%). Resultados parecidos foram encontrados por Campos *et al.* (2018) nos campos de altitude do Parque Nacional do Caparaó, onde as famílias Asteraceae (16 spp.) e Poaceae (5 spp.) foram dominantes,

abrangendo 36,2% do total de espécies. A família Asteraceae também foi dominante (64,3% de CR) nos campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio (Mendonça 2017). Poaceae também foi a família com maior cobertura relativa em levantamentos do estrato herbáceo-subarbustivo em áreas de campo sujo (Munhoz & Felfili 2006) e campo limpo úmido (Munhoz & Felfili 2008) no Cerrado.

*Barbacenia gounelleana*, classificada como EN (em perigo) no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013), ocorre como uma das 10 mais importantes no estudo fitossociológico do Pico dos Marins (CR = 7,6% e VI = 6,3%), reforçando a importância da área para a conservação da biodiversidade. Essa espécie também apresentou dominância no Planalto do Itatiaia (Ribeiro *et al.* 2007), onde as famílias dominantes foram Poaceae e Asteraceae (14,9% e 10,5% respectivamente). Safford (1999a) encontrou padrão semelhante em avaliação fitogeográfica dos campos de altitude de Itatiaia e da Serra dos Órgãos.

Nas áreas com maior exposição de rochas, houve a dominância de espécies rupícolas, como *B. gounelleana*, *Trilepis lhotzkiana* e *Baccharis stylosa* na altitude 1 e *T. lhotzkiana*, *B. gounelleana*, *H. puniceum* e *B. stylosa* na altitude 3. A espécie *B. gounelleana*, planta com características morfológicas e fisiológicas xerofíticas (Scarano *et al.* 2001), também apresentou padrão semelhante em afloramentos rochosos no Planalto do Itatiaia, onde foi uma das espécies dominantes e associada a *B. stylosa* (Ribeiro *et al.* 2007). Esses autores também chamaram a atenção para a ausência de alguns gêneros, incluindo *Trilepis*, gênero a qual pertence uma das dez espécies mais importantes nos campos de altitude do Pico dos Marins e encontrado abundantemente em outros campos de altitude no sudeste do Brasil (Safford & Martinelli 2000, Caiafa 2002). No Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG), por exemplo, *T. lhotzkiana* foi a espécie com maior CR (40,3%) (Caiafa & Silva 2007). Ribeiro *et al.* (2007) afirmaram que a ausência desse gênero no Planalto de Itatiaia pode ser explicada em função da distância entre este local e a Serra do Brigadeiro, além da influência do clima temperado de Itatiaia. Porém, a expressiva dominância dessa espécie nos campos de altitude do Pico dos Marins, distante pouco mais de 50 Km em linha reta do Itatiaia, indica que o fator distância não seria responsável pela sua ausência nos afloramentos rochosos do Planalto do Itatiaia.

No Maciço do Marins, *T. lhotzkiana* ocorre em lajedos (substrato rochoso) na altitude 1 (2.000m) com a segunda maior CR (10%, depois de *B. gounelleana* com 20,4%), mas não foi observada na altitude 2 (2.100m), caracterizada por depósitos de talus (Luckman 2013). O depósito de talus é formado por material intemperizado, com



presença ou predominância de blocos de rocha inconsolidadas, deslocados pela ação da gravidade de encostas superiores. O depósito de talus favorece o acúmulo de sedimentos e a formação de solos pouco espessos, dessa forma, o substrato das parcelas nas altitudes 1 e 2 diferem, em sua maioria, em relação ao seu substrato, o que poderia explicar a ausência tanto de *T. lhotzkiana* quanto de *B. gounelleana* nesta altitude.

Na altitude 3 (2.200m) ocorrem os dois tipos de substratos: solo pouco espesso devido a presença de depósito de *tálus* e substrato rochoso em lajedos, com 16 parcelas no depósito de *talus* e 14 nos lajedos. Cabe ressaltar que *T. lhotzkiana* e *B. gounelleana* apareceram apenas em substrato rochoso. Nesta altitude, ambas as espécies predominam (CR 13%) apesar de *T. lhotzkiana* apresentar sinais de ressecamento (figura 21), mostrando suscetibilidade ao frio do outono (parcelas implantadas no mês de maio). Essa suscetibilidade pode ser indicativa para o rápido declínio de CR (2,4%) na altitude 4 (2.300m), culminando com seu desaparecimento na altitude 5 (2.400m), onde as condições climáticas são mais severas. Tais observações podem indicar que a ausência dessa espécie no Planalto de Itatiaia (altitudes entre 2.300-2.500m) esteja correlacionada às condições climáticas e/ou altitude.

O declínio de CR de *B. gounelleana* (3,1%) na cota 2300 pode ser interpretado como reflexo da redução do número de parcelas instaladas em lajedos nesta altitude. Entretanto, ao contrário de *T. lhotzkiana*, *B. gounelleana* foi amostrada em todas as parcelas instaladas em lajedos na cota 2400 (CR 6,2%). Vale ressaltar que, no Planalto de Itatiaia (2300 – 2500m), *B. gounelleana* é a espécie com a quarta maior frequência nas ilhas de vegetação (Ribeiro *et al.* 2007).

As áreas com menor exposição de rocha, ou seja, onde havia maior espessura de solos, foram dominadas respectivamente por *Croton dichrous*, *Lagenocarpus rigidus* e *Cortaderia modesta* (2100m), *Cortaderia modesta*, *Lagenocarpus rigidus* (2300m) e *Chusquea microphylla*, *Cortaderia modesta* e *Lagenocarpus rigidus* (2400m), espécies que estão entre as oito que se destacam por aparecerem em todas as altitudes. *Chusquea microphylla* apresentou CR crescente com a altitude, indo de CR 0,8 na cota 2000 para CR 14,9 em 2.400m. Alves *et al.* (2016) registraram a presença de *C. microphylla* em 31% de suas parcelas instaladas no Planalto de Itatiaia. *Croton dichrous*, apesar de apresentar maior CR (7%) na cota 2100, tem baixa CR em 2000m e 2200m em função da quantidade de lajedos. Esse padrão não foi claramente observado para *L. rigidus* e *C. modesta*. Apesar de não ser possível observar uma relação entre essas espécies e a altitude, destaca-se que a predominância de *C. dichrous* e *L. rigidus* em 2100 (ambas com

CR 7%) contrasta com a baixa CR em 2400 (CR 3,7% e 6,5%, respectivamente). Esse padrão pode explicar o aparente contraste com a baixa frequência dessas espécies observadas por Ribeiro *et al.* (2007), cuja amostragem foi feita em ilhas de vegetação. Já em campos inclinados com afloramentos quartzíticos do Quadrilátero Ferrífero, *L. rigidus* ocorre com a segunda maior frequência, dominância e valor de importância (Messias *et al.* 2012).

Os resultados da análise de similaridade permitiram observar uma diferenciação da vegetação dos campos de altitude do Pico dos Marins de acordo com as diferentes cotas altitudinais, seja através de análises quantitativas ou qualitativas. Cabe destacar que 37 espécies (44%) ocorreram restritamente em apenas uma das altitudes: 5,4% na cota 2000; 48,6% na cota 2100; 8,1% na cota 2200; 13,5% na cota 2300; e 24,3% na cota 2400. Com exceção da cota 2100, esses resultados permitem observar que houve uma maior especificidade no estabelecimento das espécies em cotas mais elevadas, provavelmente como estratégias adaptativas em resposta às condições ambientais relacionadas aos topos das montanhas, como já proposto por Brown & Lomolino (2006). Este padrão foi também observado em áreas próximas como Serra Fina (Maireles 2009) e Serra do Papagaio (Mendonça 2017).

A altitude 2 (2100m) apresenta muitos blocos rolados, áreas planas e íngremes, expostas e protegidas, fornecendo maior variedade de *habitats* (figura 34), o que poderia explicar a maior riqueza e o maior índice de diversidade entre todas as cotas amostradas ( $H' = 3,3$ ). Vale ressaltar a ocorrência de *Eryngium euricephalum*, classificada como NT (quase ameaçada) no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013), entre as 10 espécies com maior cobertura relativa nessa altitude. A variedade de *habitats* também explica a alta diversidade ( $H' = 3,09$ ) na altitude 5 (2400m), que apresentou a menor porcentagem de exposição de rocha nua (8,7%). O menor índice de diversidade ( $H' = 2,15$ ) apresentado na altitude 1 (2000m) pode ser explicado pela homogeneidade geomorfológica da área amostrada, com maior exposição de rocha nua (35,4%) e vegetação distribuída predominantemente em “ilhas”. Porembski *et al.* (1998) também encontraram baixa diversidade  $\alpha$  ( $H'$  entre 0,97 e 1,10) em afloramentos rochosos na Floresta Atlântica, onde também predominam lajedos rochosos.



Figura 37: Vista geral da altitude 2100m;

Embora haja uma diferenciação quantitativa e qualitativa entre as altitudes, não foi observado um gradiente altitudinal, efetivamente. De acordo com os resultados do teste  $t$  de Hutcheson, reforçados pelas curvas de rarefação, as cotas 2000 e 2100 são significativamente distintas, respectivamente com menor e maior diversidades. Já as três cotas mais altas não apresentaram diferença significativa entre si, mas divergiram consideravelmente das anteriores. Portanto, considerando que as três cotas mais altas são estatisticamente similares, podemos observar um aumento na riqueza de espécies em altitudes médias no Pico dos Marins. Este resultado reforça a teoria de *mid-domain effect* (MDE), que tem como premissa o fato de que os limites espaciais causam maior sobreposição de espécies em direção ao centro de um gradiente (Colwell *et al.* 2004). Estes autores afirmam ainda que a maioria dos estudos recentes sugerem que um pico médio nos padrões de riqueza é mais a regra do que a exceção, tanto para o gradiente elevacional quanto para o gradiente batimétrico, embora o pico de riqueza muitas vezes não seja precisamente no meio do gradiente, como também pode ser observado da figura 35. Padrão semelhante foi encontrado por Meireles (2009) na Serra Fina, em altitudes que variaram entre 1500 e 2798m. Esse efeito não foi observado nos campos de altitude da Serra do Papagaio (Mendonça 2017) nem nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Borges *et al.* 2011). Segundo esses autores, a reduzida faixa altitudinal analisada pode ser responsável por esses resultados.

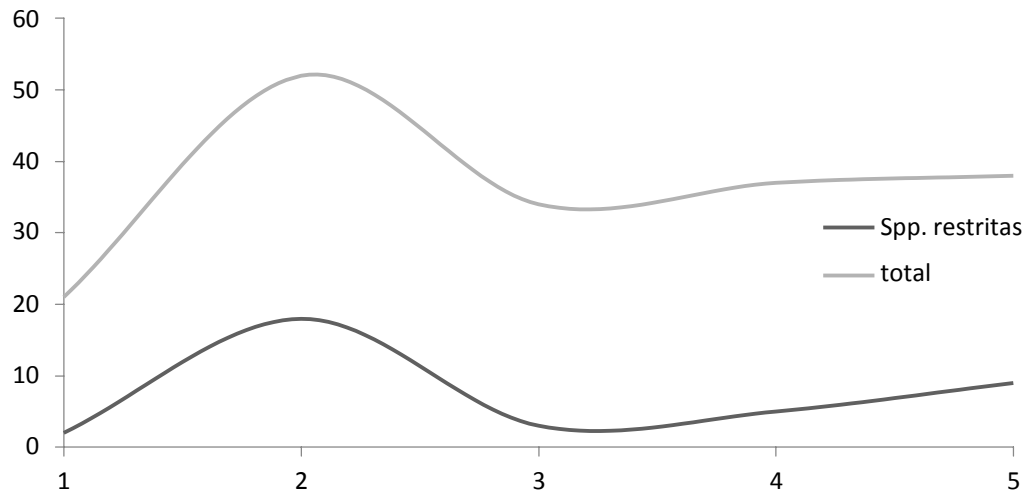


Figura 38: Curva com maior riqueza de espécies na faixa altitudinal média; 1) 2000m; 2) 2100m; 3) 2200m; 4) 2300m; 5) 2400m.

## 5. CONCLUSÃO

Apesar de as análises de diversidade e de riqueza das espécies não permitirem a constatação da existência de um claro gradiente altitudinal que influencie na diversidade de espécies nos campos de altitude do Pico dos Marins, as análises de similaridade qualitativas e quantitativas, confirmadas pela análise de variância de similaridade (ANOSIM), apresentaram a formação de grupos de espécies relacionados à altitude. Isso demonstra que outros fatores além da altitude podem influenciar na estrutura da vegetação e na composição de espécies em ecossistemas de montanha tropicais como, por exemplo, a geomorfologia. Com isso, outras variáveis devem ser testadas a fim de compreendermos a influência de diferentes fatores sobre a estruturação de comunidades vegetais em campos de altitude.

Vários autores relatam a falta de dados em campos de altitude, suas dificuldades de amostragem e importâncias científicas e de conservação, além de mostrarem alta diversidade e novas espécies, indicando que mais estudos são necessários, tanto para fins de conservação quanto para conhecimento da biodiversidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. L.; ARAUJO, D. S. D. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, n. 1, p. 47-63, 1997.

ALVES, Rodrigo Giovanetti; ZAÚ, André Scarambone; OLIVEIRA, R. R. FLORA DOS CAMPOS DE ALTITUDE EM QUATRO ÁREAS DO MACIÇO DO ITATIAIA, NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E MINAS GERAIS, BRASIL. **Pesquisas Botânica, Instituto Anchetiano de Pesquisas, São Leopoldo, RS**, 2016.

BARBOSA, Daniel Elias Ferreira. 2017. **Composição florística e ecologia de epífitas vasculares em fragmentos de floresta estacional semidecidual na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

BARBOSA, Newton Pimentel de Ulhôa; FERNANDES, G. Wilson; SANCHEZ-AZOFEIFA, Arturo. A relict species restricted to a quartzitic mountain in tropical America: an example of microrefugium?. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 299-309, 2015.

BGF The Brazil Group Flora: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v. 69, p. 1513-1527, 2018.

BITENCOURT, Cássia et al. The worrying future of the endemic flora of a tropical mountain range under climate change. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 218, p. 1-10, 2016.

BOLDRINI, I. I.; MIOTTO, S. T. S. Levantamento fitossociológico de um campo limpo da estação Experimental Agronômica, UFRGS, Guaíba, RS. 1ª etapa. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 1, p. 49-56, 1987.

BORGES, Daniela.F.M. **Padrões de variação na riqueza de espécies em gradientes altitudinais: uma revisão multi-taxonômica**. 2011. Dissertação (Mestrado) 93p. Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

BRADE, Alexander Curt. **A flora do Parque Nacional do Itatiaia**. Ministerio Da Agricultura, Brasilia (Brasil), 1956.

BROWN, J.H., LOMOLINO, M.V. **Biogeografia**. 2a ed. Ribeirão Preto: FUNPEC-Editora, 2006. 691 p.

CAIAFA, Alessandra N.; SILVA, Alexandre F. da. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 657-664, 2007.

CAIAFA, Alessandra Nasser. **Composição florística e estrutura da vegetação sobre um afloramento rochoso no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG**. 2002. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CAMPOS, Prímula Viana et al. Plant diversity and community structure of Brazilian Páramos. **Journal of Mountain Science**, v. 15, n. 6, p. 1186-1198, 2018.

CARMO, Flávio Fonseca do; CAMPOS, Iara Christina de; JACOBI, Claudia Maria. Effects of fine- scale surface heterogeneity on rock outcrop plant community structure. **Journal of vegetation science**, v. 27, n. 1, p. 50-59, 2016.

CHASE, Mark W. et al. 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.

CHAVERRI-POLINI, Adelaida. Mountains, biodiversity and conservation. **UNASYLVA-FAO-**, p. 47-54, 1998.

CLARKE, K. Robert. Non- parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian journal of ecology**, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

COLWELL, Robert K.; RAHBEEK, Carsten; GOTELLI, Nicholas J. The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far?. **The American Naturalist**, v. 163, n. 3, p. E1-E23, 2004.

COSTA, Natalia de Oliveira et al. Caracterização florística da vegetação sobre afloramento rochoso na Estação Experimental de Itapeva, SP, e comparação com áreas de campos rupestres e de altitude. Floristic characterization on rocky outcrop in the Itapeva Experimental Station, SP, and comparison with areas of rocky grasslands and high-altitude grasslands. **Revista do Instituto Florestal**, 2011.

CUELLO, Nidia L.; CLEEF, Antoine M.; AYMARD, C. Gerardo. Phytogeography of the vascular páramo flora of Ramal de Guaramacal (Andes, Venezuela) and its ties to

other páramo floras. In: **Anales del Jardín Botánico de Madrid**. Real Jardín Botánico, 2010. p. 177-193.

ELKIN, Ché et al. A 2° C warmer world is not safe for ecosystem services in the European Alps. **Global Change Biology**, v. 19, n. 6, p. 1827-1840, 2013.

ELLENBERG, Dieter; MUELLER-DOMBOIS, Dieter. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974.

ELSEN, Paul R.; MONAHAN, William B.; MERENLENDER, Adina M. Global patterns of protection of elevational gradients in mountain ranges. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 23, p. 6004-6009, 2018.

ENGLER, Robin et al. 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. **Global Change Biology**, v. 17, n. 7, p. 2330-2341, 2011.

FELFILI, J. M. et al. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, v. 1, 2011.

FERNANDES, G. Wilson. The megadiverse rupestrian grassland. In: **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016. p. 3-14.

FIDALGO, Oswaldo; BONINI, Vera Lúcia Ramos (Ed.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Secretaria do Meio Ambiente, 1989.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> (acessado em 20/11/2018)

FURTADO, Samyra G.; NETO, Luiz Menini. Elevational and phytophysiognomic gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic domain. **Plant ecology**, v. 219, n. 6, p. 677-690, 2018.

GRÖGER, Andreas; HUBER, Otto. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 599-609, 2007.

HAMMER, Øyvind; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89. **Palaeontol. electron**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HARDING, S. et al. State of the tropics 2014 report. **James Cook University, Cairns**, 2014.

HERNANDEZ, Z.; MONASTERIO, M. Functional diversity of wetland vegetation in the high-Andean páramo, Venezuela. **Land use change and mountain biodiversity**. CRC Press Group, Boca Raton, p. 187-197, 2006.

HILL, Mark O.; GAUCH, Hugh G. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. In: **Classification and ordination**. Springer, Dordrecht, 1980. p. 47-58.

KENT, Martin.; COKER, Paddy. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. New York: John and Sons, 1992.

KREBS, Charles J. **Ecological methodology**. 2nd.ed. Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1999.

LAIOLO, Paola; PATO, Joaquina; OBESO, José Ramón. Ecological and evolutionary drivers of the elevational gradient of diversity. **Ecology letters**, v. 21, n. 7, p. 1022-1032, 2018.

LONDONO, Camilo; CLEEF, Antoine; MADRINÁN, Santiago. Angiosperm flora and biogeography of the páramo region of Colombia, Northern Andes. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 2, p. 81-87, 2014.

LUCKMAN, B. H. Talus Slopes. **The Encyclopedia of Quaternary Science**. 2013.

MACARTHUR, Robert H. 1984. **Geographical ecology: patterns in the distribution of species**. Princeton: Princeton University Press, 1984.

MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel Avila. **Livro vermelho da flora brasileira**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MEIRELES, Leonardo Dias et al. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. **Brazilian Journal of Botany**, 2008.

MEIRELES, Leonardo Dias. **Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil**. 2009. 262 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em:



<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315023>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

MENDONÇA, Júlia Gaio Furtado de. **Campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil: composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

MESSIAS, Maria Cristina Teixeira Braga et al. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 2012.

MUENCHOW, Jannes et al. A review of ecological gradient research in the Tropics: identifying research gaps, future directions, and conservation priorities. **Biodiversity and Conservation**, v. 27, n. 2, p. 273-285, 2018.

MUNHOZ, Cássia Beatriz Rodrigues; FELFILI, Jeanine Maria. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. 2006.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

NDIRIBE, Charlotte et al. Plant functional and phylogenetic turnover correlate with climate and land use in the Western Swiss Alps. **Journal of Plant Ecology**, v. 7, n. 5, p. 439-450, 2013.

NERI, Andreza Viana et al. Soil and altitude drive diversity and functioning of Brazilian Páramos (campo de altitude). **Journal of Plant Ecology**, v. 10, n. 5, p. 771-779, 2016.

NUNES, Jaquelina A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, 2015.

POMPEU, Patrícia Vieira. **Composição e estrutura de uma floresta ombrófila densa ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Mantiqueira.** 2011. 106p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

POREMBSKI, Stefan et al. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. **Diversity and distributions**, v. 4, n. 3, p. 107-119, 1998.

POREMBSKI, Stefan; BARTHLOTT, Wilhelm (Ed.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Springer Science & Business Media, 2012.

PPG I, Schuettpelez E. et al. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **J Syst Evol** 54 (6): 563–603. 2016.

RIBEIRO, Kátia Torres; MEDINA, Branca Maria Opazo; SCARANO, Fabio Rubio. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 623-639, 2007.

RICHTER, Michael et al. Reasons for an outstanding plant diversity in the tropical Andes of Southern Ecuador. **Landscape online**, v. 12, n. 2009, p. 1-35, 2009.

RIZZINI, Carlos Toledo. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª Edição. **Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro**, 1997.

ROCHA, Nathália Miranda Walter Bretas et al. Phenology patterns across a rupestrian grassland altitudinal gradient. In: **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016. p. 275-289.

ROHLF, F. James. Adaptive hierarchical clustering schemes. **Systematic Biology**, v. 19, n. 1, p. 58-82, 1970.

SAFFORD, H. D.; MARTINELLI, G. Southeast Brazil. In: **Inselbergs**. Berlin: Springer, 2000. p. 339-389.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 693-712, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos II. Macro- and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 4, p. 713-737, 1999.

SAFFORD, Hugh de Forest. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 10, p. 1701-1722, 2007.

SCARANO, Fabio 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, Fabio Rubio et al. 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.

SETUBAL, Robberson Bernal; BOLDRINI, Ilsi Iob. Phytosociology and natural subtropical grassland communities on a granitic hill in southern Brazil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 513-524, 2012.

SILVEIRA, Fernando AO et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and soil**, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016.

Sklenář P., Balslev H. 2005. Superpáramo plant species diversity and phytogeography in Ecuador FLOR 200: 416-433.

SKLENÁŘ, Petr; BALSLEV, Henrik. Superpáramo plant species diversity and phytogeography in Ecuador. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 200, n. 5, p. 416-433, 2005.

SPEHN, Eva M.; LIBERMAN, Maximo; KORNER, Christian. **Land use change and mountain biodiversity**. CRC Press, 2006.

TINTI, Bruno Vancini et al. Plant diversity on granite/gneiss rock outcrop at Pedra do Pato, Serra do Brigadeiro State Park, Brazil. **Check List**, v. 11, p. 1, 2015.

VALENTE, Arthur Sérgio Mouço et al. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto–MG. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 62, n. 2, 2011.

VEGAS-VILARRÚBIA, Teresa; NOGUÉ, Sandra; RULL, Valentí. Global warming, habitat shifts and potential refugia for biodiversity conservation in the neotropical Guayana Highlands. **Biological Conservation**, v. 152, p. 159-168, 2012.

WHITTAKER, Robert Harding. Gradient analysis of vegetation. **Biological reviews**, v. 42, n. 2, p. 207-264, 1967.

WULF, Andrea. **A invenção da natureza**. Editora Planeta do Brasil, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais ameaças aos ambientes de montanha no Brasil são o turismo, a ocorrência antrópica de incêndios (figura 36), a contaminação biológica pela mineração, a pecuária e o desmatamento desde o período colonial (Dean 1996, Franke *et al.* 2005, Moco-chinski & Scheer 2008, Aximoff 2011). Mais recentemente, outra ameaça detectada é a ação dos agrotóxicos carregados pelo vento até essas áreas (Guida *et al.* 2018). Apesar disso, essas regiões encontram-se ainda bem conservadas, principalmente pela dificuldade de acesso e sua vegetação é de excepcional importância para a biodiversidade da Serra da Mantiqueira e da Floresta Atlântica. No caso do Maciço Marins-Itaguapé, com seu relevo característico, composto por escarpas íngremes e afloramentos rochosos, esse fator é preponderante no grau de conservação da sua vegetação.



Figura 39: Presença indiscriminada de turistas e incêndio antrópico, ameaças constantes aos campos de altitude do Brasil também presentes no Maciço Marins-Itaguapé.

As raras ocorrências de incêndios e a ausência de gramíneas invasoras no Maciço Marins-Itaguapé, em comparação com áreas campestres em Unidades de Conservação próximas (ex: PNI, PNSB e PESP), indicam o elevado grau de conservação da flora local. Apesar disso, o pisoteio por turistas é um dos principais impactos sobre a flora do Maciço. Algumas espécies ameaçadas, como *Barbacenia gounelleana* e *Hippeastrum morelianum*, são as que mais sofrem com esse impacto, especialmente no cume do Pico dos Marins, destino principal dos turistas que vão ao Maciço. Além disso, as espécies do gênero *Hippeastrum* despertam o interesse pelo formato de seu bulbo, que se assemelha a uma cebola. Durante este estudo, foram flagrados turistas que o recolheram para seu jantar. A coleta de plantas é outra grave ameaça à flora do Maciço. Com isso, plantas com flores vistosas como *B. gounelleana*, espécies dos gêneros *Hippeastrum* e *Eryngium*, além de bromélias e orquídeas são frequentemente alvo dos visitantes.

A ocorrência de *Barbacenia gounelleana* entre as 10 mais importantes no estudo fitossociológico, o novo registro de ocorrência de *Fernseea itatiaiae* e *Valeriana organensis*, todas presentes no Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli & Moraes 2013), além de outras também ameaçadas, apontam a importância de mais pesquisas e de estratégias de conservação dessas áreas ainda não estudadas na Serra da Mantiqueira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AXIMOFF, Izar. O que Perdemos com a Passagem do Fogo pelos Campos de Altitude do Estado do Rio de Janeiro?. **Biodiversidade Brasileira**, n. 2, p. 180-200, 2011.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica**. 1ªed. São Paulo: Companhia das Letras, p. 23, 1996.

FRANKE, Carlos Roberto et al. **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005.

GUIDA, Yago de Souza et al. Air contamination by legacy and current-use pesticides in Brazilian mountains: An overview of national regulations by monitoring pollutant presence in pristine areas. **Environmental pollution**, v. 242, p. 19-30, 2018.

MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel Avila. **Livro vermelho da flora brasileira**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MOCOCHINSKI, Alan Yukio; SCHEER, Maurício Bergamini. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, v. 38, n. 4, 2008.