
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA
VEGETAL)**

**A FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA NO PARQUE ESTADUAL DA
SERRA DO MAR - NÚCLEO CUNHA, SP: ANÁLISE DA HETEROGENEIDADE
ESTRUTURAL E FLORÍSTICA EM ESCALA LOCAL.**

ROBERTA MAROTTI MARTELLETTI GRILLO

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências do Câmpus
de Rio Claro, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Biologia Vegetal.

Setembro – 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - UNESP
CAMPUS DE RIO CLARO
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

ROBERTA MAROTTI MARTELLETTI GRILLO

A FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA NO PARQUE ESTADUAL DA
SERRA DO MAR - NÚCLEO CUNHA, SP: ANÁLISE DA HETEROGENEIDADE
ESTRUTURAL E FLORÍSTICA EM ESCALA LOCAL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas (Biologia
Vegetal) para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Assis

RIO CLARO
Setembro – 2016

634.9 Grillo, Roberta Marotti Martelletti
G859f A floresta ombrófila densa altomontana no Parque
Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, SP : análise da
heterogeneidade estrutural e florística em escala local /
Roberta Marotti Martelletti Grillo. - Rio Claro, 2016
111 f. : il., figs., tabs., fots., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Marco Antonio de Assis

1. Florestas. 2. Floresta pluvial atlântica. 3.
Heterogeneidade ambiental. 4. Floresta nebulosa. 5.
Fitossociologia. 6. Microescala. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALTOMONTANA NO PARQUE
ESTADUAL NA SERRA DO MAR - NÚCLEO CUNHA, SP: ANÁLISE
DA HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL E FLORÍSTICA EM
PEQUENA ESCALA ESPACIAL

AUTORA: ROBERTA MAROTTI MARTELLETTI GRILLO

ORIENTADOR: MARCO ANTONIO DE ASSIS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO ANTONIO DE ASSIS
Departamento de Botânica / IB Rio Claro

Profa. Dra. NATÁLIA MACEDO IVANAUSKAS
Instituto de Florestal de São Paulo

Prof. Dr. LEONARDO DIAS MEIRELES
Escola de Artes, Ciências e Humanidades / Universidade de São Paulo

Rio Claro, 02 de setembro de 2016

AGRADECIMENTOS

A parte do agradecimento é sempre muito difícil. Desde que entrei no mestrado tentei registrar na minha cabeça cada ajuda que tive de cada pessoa. Não gostaria de esquecer ninguém, pois toda ajuda que tive foi essencial. Acredito que, seja qual for o tipo de trabalho realizado, o seu desenvolvimento só é possível com a colaboração e união de várias pessoas. Portanto, apresento aqui meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de uma maneira ou outra, mas com muita dedicação e paciência, colaboraram para que esse estudo chegasse ao final.

Gostaria de agradecer especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio de Assis por ter aceitado me orientar, pela paciência, bom humor, e por sempre manter a calma (o que me ajudou muito a manter a minha também), além da oportunidade de trabalhar em uma área tão apaixonante.

Gostaria de agradecer aos amigos: Rodrigo Moraes pela disposição, amizade e conversas esclarecedoras, por ter me ajudado em todas as etapas do projeto dando apoio desde o início da coleta de dados até o fim do meu mestrado. Obrigada por se disponibilizar a tirar dúvidas e trocar ideias mesmo estando longe de Rio Claro, além de ter cedido parte dos dados de sua tese. Ao Vitor (Lilo), que me “aguenta” desde os primeiros momentos de Rio Claro, por todo companheirismo, amizade, risadas, discussões, além da enorme ajuda em relação às análises estatísticas, campos e ideias no desenvolvimento dessa dissertação. Á Ana Claudia pela companhia maravilhosa em campo, pelas conversas noturnas e por toda ajuda oferecida, você é uma pessoa incrível da qual pode sempre contar comigo. Ao Mió: pela boa vontade em ensinar e ajudar sempre, pela amizade e gentileza, orgulho de ter um amigo que sempre teve uma ligação e facilidade incrível com as plantas.

Aos companheiros de campo, pela ajuda em coletas e identificações: Gadú (Fabíula); Vinicius (Fiuk); Renato Belinelo (ou Pézão para os mais chegados), por todas as histórias e risadas durante as viagens e por oferecer auxílio sempre que possível; Vitória, que infelizmente não me acompanhou nessa jornada, mas que marcou sua presença em Rio Claro com muita disposição e carinho; Luis Bernacci, por sempre se disponibilizar a ir pra campo, realizar trabalho pesado e ajudar nas identificações; João Carlos (UNICAMP), por topar me ajudar em campo sem nem me conhecer e, principalmente, pela energia maravilhosa, sempre de bem com a vida e positivo em relação a tudo. Isso faz uma diferença incrível na convivência.

Aos especialistas que me auxiliaram (e muito!) nas identificações: Augusto Giaretta (Myrtaceae), Marcos Sobral (Myrtaceae), Pedro Morais (Lauraceae), Júlio Lombardi (Oleaceae), Milton Groppo Junior (Aquifoliaceae) e Luís Bernacci.

Aos meninos que convivo no herbário por me aguentar pentelhando com perguntas e dúvidas e por estarem sempre dispostos a ajudar: Biral, Marcusso, Renan, Henrique, Pablo, Bigato... Muito obrigada! É sempre muito bom termos outras opiniões e visões, principalmente quando chegamos em um momento que travamos e não conseguimos sair do lugar.

À todos os colegas e professores do departamento de Botânica tanto pelo auxílio quanto pela companhia durante as horas de trabalho. Em especial aos professores Alessandra Fidelis, Alessandra Coan, Gustavo Habermann, Júlio Lombardi, e todos os outros que, de maneira direta ou indireta, me ajudaram desde facilitando o processo de campo, quanto auxiliando em processos burocráticos ou dúvidas de metodologia.

Ao pessoal do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich-Cunha do Instituto Florestal de São Paulo, principalmente o Maurício Ranzini, por ceder os dados climáticos durante o período do projeto no PESM – Cunha.

Aos funcionários do Núcleo Cunha, por toda a estrutura e apoio nos trabalhos de campo realizados. Apesar de ser um ambiente de trabalho já foi válido por ter conhecido pessoas tão generosas e gentis como Dona Célia, Dona Creuza, Wanderlei, Zé Loca, Dito, Aderbal e todos os outros que nos acompanharam em campo.

Aos projetos temáticos: BIOTA/Gradiente Funcional (PELD/FGAF) e ECOFOR, em especial ao coordenador Dr. Carlos Alfredo Joly, e Marco Antonio de Assis.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Aos meus amigos daqui, de Ribeirão Preto e os que estão longe por me apoiarem sempre e por me ajudarem a esquecer um pouco nas horas estressantes.

À minha querida Cia Passarinhar, por entenderem o momento que estava passando e sempre me apoiarem mesmo quando eu não pude ajudar no nosso projeto

E, por fim, à minha amada família, principalmente meus pais, Maria Helena e Cláudio, por me ensinarem a ser forte na vida, enfrentar meus desafios e sempre estarem ao meu lado dispostos a fazerem o que for preciso. Ao meu irmão e cunhada Camila pelo apoio e, ao meu amor, Thiago pelo companheirismo, paciência e compreensão quando eu estava estressada, além das horas de convivência perdidas para a elaboração dessa dissertação.

“Entre as imagens que mais profundamente marcaram minha mente, nenhuma excede a grandeza das florestas primitivas, poupadas da mutilação pela mão do homem.

Ninguém pode passar por essas solidões intocado, sem sentir que existe mais dentro do homem do que a mera respiração do seu corpo.”

(Charles Darwin)

RESUMO

A Floresta Atlântica compreende a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano; entretanto, a devastação excessiva somada à elevada taxa de endemismo encontrada nesse ambiente a posicionou entre os cinco hotspots mais importantes do mundo. No sudeste do Brasil, a heterogeneidade florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica tem sido relacionada a variações altitudinais e climáticas dentro de uma ampla escala geográfica e, variações microambientais, como solo e topografia, em escalas locais e regionais. O presente trabalho teve por objetivo investigar a florística e fitossociologia da comunidade arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica (parcela S), a qual aparenta ter fisionomia altomontana típica, no entanto encontra-se aos 1.100 m de altitude, portanto, abaixo do limite mínimo estabelecido pelo IBGE para essa formação (1.500 m para a faixa latitudinal entre 16° e 24°S, em que o estudo se encontra); e comparar com uma área próxima, mas com notáveis variações fisionômicas (parcela U - Montana), presente em mesmo nível altitudinal (1.100 m). Além de verificar possíveis relações dos padrões de estrutura, composição e riqueza de espécies da comunidade com fatores edáficos, topográficos e de serapilheira, estabelecendo comparações entre as áreas, visando responder as seguintes questões: Em escala local, ocorrem diferenças significativas na composição, estrutura e riqueza de espécies entre os blocos que representam a parcela S? E em relação aos blocos da parcela U (Montana)? Caso ocorram, a topografia, o solo e/ou serapilheira explicam essas variações? Para tanto, em cada área foram implantadas quatro blocos amostrais de 50 x 50 metros, subdivididos em 10 x 10 m. As parcelas localizam-se no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) – Núcleo Cunha, à aproximadamente 1.100 m de altitude. Todos os indivíduos arbóreos com PAP ≥ 15 cm contidos dentro das subparcelas foram amostrados, numerados e mensurados quanto ao PAP e altura, e mapeados por meio da tomada das medidas x e y dentro das subparcelas. As coletas foram identificadas, herborizadas e guardadas junto ao acervo do Herbário HRCB e a listagem do material seguiu a classificação do APG III. Em todas as subparcelas foram coletadas: amostras de solo através de tradagens para análise físico-química e, medida a porcentagem de inclinação do terreno com o auxílio do hipsômetro digital. Para análise da serapilheira, foram coletadas três amostras em cada uma das 40 subparcelas sorteadas, totalizando 120 amostras por área (S e U). As amostras foram constituídas pela serapilheira acumulada sobre o solo, e os parâmetros avaliados foram: peso úmido, peso seco e espessura. As análises fitossociológicas foram realizadas no software FITOPAC 2 para o componente arbóreo de cada parcela e para cada

bloco amostral (0,25 ha). Diferenças entre os descritores de serapilheira, solo e topografia foram verificadas pela análise ANOVA baseada em aleatorização. A parcela S apresentou 2.183 indivíduos vivos e 340 mortos em pé, representados por 141 espécies pertencentes a 44 famílias. As famílias mais ricas foram Myrtaceae, Lauraceae e Aquifoliaceae, e as espécies com maior VI foram *Pimenta pseudocayorphyllus*, *Cyathea phalerata* e *Byrsonima* cf. *ligustrifolia*. Em relação à estrutura, a parcela S apresentou área basal de 30,15 m², diâmetro médio de $11,48 \pm 6,62$ cm e altura média de $8,45 \pm 3$ m. Já a parcela U apresentou 2.092 indivíduos vivos e 139 mortos em pé, representados por 134 espécies pertencentes a 38 famílias. As famílias mais ricas foram Myrtaceae, Lauraceae e Rubiaceae, e as espécies com maior VI foram *Chrysophyllum viride*, *Guapira opposita* e *Cryptocarya botelhensis*. Em relação à estrutura, a parcela U apresentou área basal de 46,20 m², diâmetro médio de $12,7 \pm 0,4$ cm e altura média de $10 \pm 0,5$. As fisionomias U e S apresentaram diferenças significativas para altura média, área basal e número de indivíduos mortos. Em relação à serapilheira, houve diferença significativa entre as parcelas apenas para espessura da serapilheira. Para os parâmetros edáficos houve diferença entre as áreas S e U para argila, areia, silte, P, K, H+Al, Al, SB, CTC, V% e declividade. O presente estudo apresentou resultados corroborando que os trechos selecionados numa mesma altitude se tratam de fitofisionomias distintas em uma escala local. Comparando com outras áreas de altitude, podemos confirmar diagnóstico prévio realizado para a parcela S como fisionomia altomontana. Os resultados apresentam diferenças na composição e riqueza de espécies em escala local, sendo relacionadas em parte às variáveis edáficas e topográficas que variam em curtas distâncias, colaborando para a heterogeneidade ambiental em microescala. Observamos que ainda são necessários mais estudos em diferentes escalas além da combinação de outros fatores ambientais a fim de entender quais outros parâmetros estariam influenciando nos padrões encontrados.

Palavras-chave: Floresta Pluvial Atlântica, heterogeneidade ambiental, floresta nebulosa, fitossociologia, microescala.

ABSTRACT

The Atlantic forest is the second largest tropical rainforest of the American continent, however excessive devastation added to the high endemism rate in this environment has placed it among the five most significant hotspots in the world. In southeast Brazil, the floristic diversity of the arboreal component in the Atlantic forest has been related to variations among climate and altitude, within a wide geographic scale, as well as microenvironment variations, such as soil and topography, in local and regional scales. This study aims to investigate the floristic and phytosociology of the arboreal community in a section of the upper montane rainforest in the Atlantic domain (S portion) and compare it with a nearby area, which shows remarkable physiognomy variations (montane) and present at the same altitudinal level (U portion). Besides checking possible links between the structure patterns, composition and richness of the community species with edaphic factors, topographic and litter, stablishing comparisons with the montane area, this study aims to answer the following questions: In local scale, do significant differences occur in composition, structure and richness of species in the S portion in comparison to the montane area? In case it occurs, do topography, soil and/or litter explain these variations? Therefore, in each area four 50 x 50 meter sample blocks were implanted and subdivided into 10 x 10 m. The portions are located at the Serra do Mar State Park (PESM) – Cunha Centre, at the altitude of approximately 1.100 m. Every tree with PAP $\geq$ 15 cm within the subplots was sampled, numbered and measured as to PAP and height, mapped by the x and y measurements within the subplots. The samples were identified, herborized and stored with the Herbarium HRCB collections, in which the material listing followed the APG III classification. Regarding the litter, three samples were collected in each of the 40 randomly selected subplot, accounting 120 samples per portion (S and U). The samples were formed by accumulated litter on the soil at the beginning of the rainy season of 2015. The phytosociological analysis were performed by FITOPAC 2 software for the arboreal content of each portion and for each sample block (0,25 hectares). The differences between the litter descriptors, soil and topography were checked by ANOVA analysis, based on randomization. The S portion showed 2.183 living individuals and 340 dead standing up, represented by 141 species that belong to 44 different families. The richest families were Myrtaceae, Lauraceae and Aquifoliaceae and the species with the highest VI were *Pimenta pseudocayorphyllus*, *Cyathea phalerata* and *Byrsonima* cf. *ligustrifolia*. Regarding structure, the S portion presented basal area of 20,15 m², average diameter of 11,48 $\pm$ 6,62 cm and average height of

8,45 ± 3 m. The U portion presented 2.092 living individuals and 139 dead standing up, represented by 134 species that belong to 38 different families. The richest families were Myrtaceae, Lauraceae and Rubiaceae and the species with the highest VI were *Chrysophyllum viride*, *Guapira opposita* e *Cryptocarya botelhensis*. Regarding structure, the U portion presented basal area of 46,20 m², average diameter of 12,7 ± 0,4 cm and average height of 10 ± 0,5 m. The S and U portions presented significant physiognomy differences in regard to average height, basal area and number of dead individuals. In relation to the litter, there was significant difference between the portions only regarding accumulation of litter. For edaphic parameters, there were differences between the S and U portion for clay, sand, silt, P, K, H+Al, Al, SB, CTC, V% and slope. The results of this study indicate that the investigated S and U portions, which were at the same altitude, show distinct phytophysionomies on a local scale. Compared to other areas of altitude, the pre-diagnosis of the S portion as an upper montane physiognomy can be confirmed. The results show differences in composition and richness of species in local scale, related in part to edaphic and topographic variations that vary in short distances, contributing to the environmental diversity in microscale. We note that more studies are still needed on different scales in order to understand which other parameters would be influencing the discovered patterns.

Key words: Atlantic rainforest; Environmental diversity; Cloud forest; Phytosociology; Microscale.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
2 - MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 – Área de estudo	21
2.2 – Levantamento florístico e fitossociológico	24
2.3- Levantamento das variáveis ambientais (solo, topografia e serapilheira)	26
2.4 – Compilação dos dados e preparação das matrizes	28
2.5- Análises dos dados.....	30
3 – RESULTADOS	31
3.1 – Estrutura e composição florística da Parcela S	31
3.2 – Serapilheira, solo e topografia da Parcela S.....	42
3.3 – Comparações florísticas e estruturais entre as parcelas S e U	47
3.4 – Comparação dos parâmetros de solo, topografia e serapilheira das parcelas S e U	65
4 – DISCUSSÃO	70
4.1 - Estrutura e composição parcela S.....	70
4.2 – Similaridade florística e estrutural entre as parcelas S e U e relações com parâmetros ambientais.....	76
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
7 - ANEXO.....	106

1 – INTRODUÇÃO

A heterogeneidade ambiental é apontada como uma característica marcante nas florestas tropicais e relacionada à baixa similaridade florística do componente arbóreo entre as áreas de estudo (GIRALDO-CAÑAS, 2000; OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; CONDIT et al., 2002; SPOSITO & STEHMANN, 2006). Esta característica é baseada no conceito de diferenciação de nichos, o qual pressupõe que o estabelecimento e a substituição de espécies ocorrem em resposta à distribuição descontínua dos fatores bióticos e abióticos ao longo do espaço (DALE, 1999; SILVERTOWN, 2004). A heterogeneidade ambiental desempenha um importante papel na diversidade de organismos e de processos ecológicos, que reflete na distribuição das comunidades vegetais nas florestas tropicais.

Os efeitos da heterogeneidade dependem, em grande parte, do grupo de espécies e da escala de estudo (DUFOUR et al., 2006; GRYTNES & MCCAIN, 2007), pois além de variações climáticas e altitudinais, variações microambientais também exercem importante papel na organização espacial dessa vegetação florestal. O estudo de Sposito & Stehmann (2006), por exemplo, mostrou que mesmo em áreas muito próximas pode existir grande heterogeneidade florística, pois evidenciou alta diversidade beta na região, apontando que as comunidades florestais encontradas eram distintas.

Existe uma lacuna de conhecimento existente sobre os papéis desempenhados por preditores da Floresta Atlântica, como a topografia local, evapotranspiração e cobertura de nuvens (EISEHNLOHR & OLIVEIRA-FILHO, 2015). Eisenlohr et al. (2013) e Guerra et al. (2013) demonstraram que a inclinação do terreno pode ser um importante fator de influência nos padrões de vegetação em uma escala local. Além disso, muitos trabalhos documentaram diferenças estruturais e florísticas em florestas ao redor do mundo, sendo essas diferenças atribuídas a variações de microclima (ODLAND & BIRKS, 1999; MONTEIRO & FISCH, 2005), à irradiação solar (PROCTOR et al., 1988) e à topografia e/ou solo (YAMAKURA et al., 1995; OLIVEIRA-FILHO et al., 1998; MARTINS et al., 2003; AIBA et al., 2004; CARVALHO et al., 2005; CIELO FILHO et al., 2007; CAMPOS, 2008). Além disso, fatores bióticos também podem alterar a estruturação de uma comunidade, quer seja devido às interações associativas positivas ou por interações negativas como a competição entre espécies (TOWNSEND et al., 2006). Resende et al. (2002) e Rossi & Queiroz Neto (2001) destacaram em seu estudo a variação do solo e topografia em pequenas distâncias originando padrões intrincados de disponibilidade de recursos que, conseqüentemente, influenciam a vegetação.

A heterogeneidade ambiental também é evidenciada em estudos que destacam a distância geográfica como fator de influência na distribuição de plantas em regiões tropicais (SCUDELLER et al., 2001; CONDIT et al., 2002; CARNEIRO & VALERIANO, 2003), ao observarem que a similaridade de espécies diminui com o aumento da distância geográfica entre as áreas (FERREIRA et al., 2011), corroborando o que afirma a Teoria da Neutralidade (HUBBEL, 2001). Apesar de estudos corroborarem a diminuição da similaridade de espécies com o aumento da distância geográfica em grandes escalas (RUOKOLAINEN & TUOMISTO, 2002; CONDIT et al., 2002; DAVIDAR et al., 2007), trabalhos a fim de verificar a influência da distância geográfica na variação da composição de espécies arbóreas em uma escala local (média de 0,2 a 10 km) devem ocorrer, pois diferentes padrões podem emergir em diferentes escalas (FERREIRA et al., 2011). Em uma escala local, mecanismos biológicos têm sido reconhecidos como preponderantes para a biodiversidade, enquanto em macroescala fatores climáticos ganham maior destaque (WHITTAKER et al., 2001).

O conhecimento sobre a variação na composição e estrutura das comunidades de espécies vegetais e sobre quais fatores estariam influenciando essas variações em diferentes escalas, da local à regional, é fundamental para o planejamento da conservação da biodiversidade em florestas tropicais (PEARMAN & WEBER, 2007), pois podem existir microvariações das condições, que caracterizam habitats pontuais, como por exemplo, relevo, barreiras naturais e histórico da área (FERREIRA et al., 2011; SPOSITO & STEHMANN, 2006). São inúmeros os fatores que influenciam a vegetação a ter determinada fisionomia. No estudo de Chust et al. (2006), por exemplo, foi observado em uma floresta tropical do Panamá que 22 – 27% da variação florística foi explicada pela distância geográfica, 10 - 12% por variáveis ambientais e 13 - 19% pela correlação entre esses dois fatores. Contudo, grande parte da variação florística observada (42 - 55%) não foi explicada por nenhum desses fatores, ficando clara a necessidade de novos estudos para entendermos precisamente quais eventos e/ou fatores determinam essa variação observada.

Na Floresta Atlântica, a alta heterogeneidade florística foi evidenciada através da comparação de similaridade apontando a predominância de espécies arbóreas com distribuição restrita e baixa constância (SCUDELLER et al., 2001; CARNEIRO & VALERIANO, 2003). No sudeste do Brasil, a heterogeneidade florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica tem sido relacionada a variações no clima e altitude, dentro de uma ampla escala geográfica (OLIVEIRA- FILHO & FONTES, 2000; SCUDELLER et al., 2001). No entanto, para o domínio da Floresta Atlântica, a heterogeneidade ambiental ainda não foi suficientemente detalhada e seu entendimento é fundamental para que se possa

analisar os padrões de distribuição geográfica das espécies, bem como as barreiras que limitam a distribuição dos táxons (STEHMANN et al., 2009).

A Floresta Atlântica se estende ao longo da costa brasileira e, na Região Sul, interioriza-se até o nordeste da Argentina e leste do Paraguai (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Em razão de sua grande extensão latitudinal, cobre ampla variedade climática com elevações que vão desde o nível do mar até 2.700 metros de altitude (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). A distribuição do domínio ao longo de mais de 27 graus de amplitude latitudinal (desde os 3°S aos 30°S), propiciou significativa diversificação ambiental resultando na evolução de um complexo biótico com elevada riqueza de espécies e em uma série de fitofisionomias bastante diversificadas (STEHMANN et al., 2009; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008).

A Floresta Atlântica compreende a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano (TABARELLI et al., 2005) abrangendo 17 estados brasileiros. Entretanto, a devastação excessiva que tem se processado nesse ambiente desde 500 anos, somada à elevada taxa de endemismo, a posicionou entre os cinco hotspots mais importantes do mundo (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008; MYERS et al., 2000). Estudos recentes mostram que resta apenas cerca de 12,5% da cobertura original da Floresta Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2015), que correspondia a aproximadamente 1.300.000 km² de extensão (MORELLATO & HADDAD, 2000; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008). Atualmente, os remanescentes mais significativos da vegetação original se encontram na fachada da Serra do Mar e no Vale do Ribeira (JOLY et al., 2008), o que ocorre devido às dificuldades de realizar as práticas agrícolas na área (JOLY et al., 2012), já que parte significativa dos remanescentes se encontram em encostas de grande declividade (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008).

De acordo com a classificação oficial da vegetação brasileira, a Floresta Atlântica *lato sensu* inclui Florestas Estacionais e Florestas Ombrófilas, sendo constituídas por regiões fito-ecológicas, nas quais ocorrem várias formações florestais (IBGE, 2012), onde a altitude é um dos principais fatores que influenciam em sua diferenciação florística (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Em relação à Floresta Atlântica *stricto sensu*, esta fica restrita às áreas de Floresta Ombrófila Densa litorâneas definidas no sistema do IBGE (1991 e 2012), localizadas até 300 km para o interior do Brasil, onde a precipitação local é influenciada pelos ventos oceânicos e pela cadeia montanhosa à beira-mar (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Na Floresta Atlântica *stricto sensu*, as condições “edafo-morfo-climáticas” são responsáveis por uma série de fatores que possibilitam a existência de uma floresta rica e exuberante. Essa

floresta assenta-se sobre um relevo serrano, notadamente no sudeste e sul do país, cuja amplitude altimétrica varia do nível do mar à faixa de quase dois mil metros, nas Serras do Mar e da Mantiqueira (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2008).

Segundo a classificação do IBGE (1991 e 2012) a Floresta Ombrófila Densa possui as seguintes regiões fitoecológicas para 16° a 24° de latitude Sul (onde se encontra o local de estudo): 1) Floresta Ombrófila Densa Aluvial – não condicionada topograficamente e apresenta sempre os ambientes repetitivos, dentro dos terraços aluviais dos flúvios; 2) Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas - 5 a 50 m de altitude, ao longo da planície costeira; 3) Floresta Ombrófila Densa Submontana – no sopé da Serra do Mar, com cotas de altitude variando entre 50 e 500 m; 4) Floresta Ombrófila Densa Montana – recobrimdo a encosta da Serra do Mar, em altitudes que variam de 500 a 1.500 m; 5) Floresta Ombrófila Densa Altomontana – ocorrendo no topo da Serra do Mar, acima de 1.500 m, em que a vegetação pode deixar de ser arbórea e passar a ser campestre naturalmente (Figura 1).



Figura 1: Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa. Adaptado de IBGE (1991).

A Floresta Ombrófila Densa Altomontana é fortemente afetada por condições ambientais adversas que condicionam singularidades nesta formação. Com a elevação da altitude, a vegetação é exposta à baixas temperaturas, nebulosidade (condensação da umidade oceânica ascendente), alterações na incidência de chuvas e aumento considerável da umidade relativa do ar no interior da floresta, além da elevada exposição à ventos fortes, modificando a altura e forma das árvores (PORTES et al., 1998). Essa formação é também conhecida como floresta nebulosa ou nuvigínea devido à frequente exposição às nuvens ou à neblina que resultam na entrada de grande quantidade de água no sistema, através do processo de condensação, denominado por alguns autores como precipitação horizontal (STADTMÜLLER, 1987; PORTES et al., 1998) (Figura 2). A frequente presença de nuvens

e, conseqüentemente, a elevada umidade atmosférica (GVINISH, 1999) é um dos fatores que podem estar associados à grande diversidade observada em Ubatuba (GOMES et al., 2011).

A Floresta Nebular é definida como uma formação arbórea mesofanerofítica com aproximadamente 3 a 7 metros de altura, localizada no cume das altas montanhas onde os solos são entremeados por afloramentos rochosos, rasos e litólicos, podendo haver acúmulo de matéria orgânica nas depressões, o que os tornam turfosos e muito ácidos (IBGE 1991 e 2012; RODERJAN et al., 2002).

Estas matas de altitude, por receberem um aporte adicional de água, possuem características que indicam altos potenciais de fixação de carbono e de retenção hídrica, maior do que as outras formações devido à redução da radiação solar e da evapotranspiração (BRUIJNZEEL & HAMILTON, 2000; HAMILTON et al., 1995). Adicionalmente, as menores temperaturas em altitudes elevadas também diminuem as taxas de decomposição da biomassa, causando um maior acúmulo de serapilheira e matéria orgânica nos solos (caracterizando o solo “fofo” ou turfoso) (CALDEIRA et al., 2007; SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009).

Esse acúmulo de matéria orgânica nos ecossistemas altomontanos, assim como outros ecossistemas vegetais, corresponde à um horizonte de detritos orgânicos (não decompostos ou em início de decomposição) sobre o solo chamado serapilheira (KOEHLER, 1989). Sabe-se que a produção de serapilheira no decorrer do ano é contínua nas florestas tropicais, no entanto, as quantidades produzidas oscilam nas diferentes épocas dependendo: do tipo de vegetação considerada, de sua resposta às variações sazonais (LEITÃO-FILHO et al. 1993; CARREIRA et al., 2006); da procedência (MELO et al., 1993); da espécie (GARAY et al., 2001); da cobertura florestal (GAMA-RODRIGUES et al., 2000); do estágio sucessional (OLSON, 1963; BARICHELO et al., 2000); da idade (BALBINOT et al., 2000); da proporção de copa (SCHUMACHER, 1995), entre outros. Por ser o modo mais significativo de transferência de nutrientes dentro do ciclo biológico (KOEHLER, 1989; MARTIUS et al., 2004), o estudo dos seus aspectos qualitativos e quantitativos é muito importante na ecologia florestal, principalmente em relação à seus efeitos sobre o solo contribuindo na formação e manutenção da fertilidade (GARAY et al., 2001), além de auxiliar na compreensão dos aspectos dinâmicos das populações (FACELLI e PICKETT, 1991, PINTO et al., 2008) e na manutenção da qualidade e produtividade em ecossistemas, aspectos esses ainda pouco explorados (KOEHLER, 1989).

Em relação à comunidade arbórea das fisionomias altomontanas, é observada a presença de apenas um estrato com copas entremeadas que formam um dossel bastante denso

e uniforme, sendo ausentes árvores emergentes; as folhas são pequenas e frequentemente coriáceas; os troncos e ramos são finos e retorcidos, possuem casca grossa com fissuras e densamente coberto por epífitas (IBGE, 2012; SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009; LEIGH, 1975; HAMILTON et al., 1995) (Figura 3).



Figura 2: Neblina encobrindo a área de estudo, Floresta Ombrófila Densa Altomontana, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Foto: Vitória Sifuentes.



Figura 3: Tronco inclinado densamente coberto por epífitas, parcela S, Floresta Ombrófila Densa Altomontana, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Foto: Fabíula Moreno.

Quanto à composição florística do componente arbóreo, Aquifoliaceae, Cunoniaceae, Symplocaceae e Winteraceae são algumas das famílias típicas dessa formação que se destacam pela riqueza e/ou abundância de indivíduos (BERTONCELLO, 2009; RODERJAN, 1994; PORTES et al., 1998; KOEHLER, 2001). Outras famílias presentes são de ampla distribuição, como Myrtaceae (MEIRELES et al., 2008), Lauraceae e Rubiaceae (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; JOLY et al., 2012), que apresentam alto número de espécies endêmicas, decorrente de pressões de seleção singulares (SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009), revelando um isolamento antigo de “refúgio cosmopolita” (IBGE, 2012). No entanto, com a elevação da altitude, percebe-se uma gradativa diminuição da riqueza de espécies, reflexo do aumento do grau de adversidade ambiental (RODERJAN, 1994). Aliado à sua importância hidrológica, principalmente na proteção e manutenção de cabeceiras das bacias hidrográficas, está sua importância para a diversidade biológica, uma vez que comporta altos níveis de endemismo animal e vegetal (HAMILTON et al., 1995).

A Floresta Ombrófila Densa Altomontana é uma formação responsável por importantes funções ambientais como a proteção de encostas (BECKER et al., 2007), o aporte adicional de água pela interceptação das nuvens nas cabeceiras de bacias hidrográficas (HAMILTON et al. 1995, BRUIJNZEEL & PROCTOR, 1995), o estoque de significativas

quantidades de carbono e água (SCHEER et al., 2011), a biodiversidade (abriga um grande número de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, muitas delas devido ao desmatamento de ecossistemas de menores altitudes, o que causa um isolamento natural nos cumes das montanhas) (HAMILTON et al., 1995; BECKER et al., 2007), a capacidade de servir como referência para o monitoramento de mudanças climáticas no ecótono com ecossistemas adjacentes a montante (BECKER et al., 2007), a disponibilidade de recursos para a fauna, entre outros.

Apesar de existirem remanescentes primários significativos dessas florestas, apenas alguns estudos descreveram sua estrutura e composição, e a relação com fatores ambientais (HAMILTON et al., 1995). Informações sobre quais espécies ocorrem nos ambientes altomontanos, como elas ocupam o espaço e se regeneram, como interagem entre si e com o meio físico e qual e sua relevância na “prestação de serviços ecossistêmicos” ainda não estão bem consolidadas. Portanto, torna-se importante os estudos florísticos e de fitossociologia sobre tais ecossistemas de forma que possamos oferecer dados para repercutir no meio científico dando suporte para o desenvolvimento de ações efetivas de proteção e de restauração de tais ambientes (FALKENBERG & VOLTOLINI, 1995; SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009). Estudos de florística e fitossociologia tratam de conhecer quais espécies estão presentes em dada área e a estrutura desta vegetação, além de apontar índices de diversidade, espécies novas, raras, endêmicas, indicadoras de ambientes ainda bem conservados, subsidiar estudos fitogeográficos e o fortalecimento de estratégias de conservação da diversidade biológica e da qualidade ambiental (REJMANEK, 1977; FALKENBERG & VOLTOLINI, 1995).

As florestas nebulares ocorrem principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país e podem ser encontradas abaixo da altitude mencionada na classificação do IBGE (1991 e 2012), como na Serra do Mar, geralmente em torno de 1.100 m, e em alguns casos, ao redor dos 800 m, quando as condições de solo e clima são favoráveis (THOMAZ, 2010). Isso ocorre porque a altitude por si só não constitui uma variável ecológica que tenha consequências diretas na zonation da vegetação, mas representa um complexo de fatores ambientais que atuam simultaneamente, como por exemplo, temperatura, radiação solar, topografia e umidade, dos quais condicionam fortemente os padrões de distribuição das espécies e a fisionomia de comunidades vegetais (WHITTAKER, 1967; BRUIJNZEEL & VENEKLAAS, 1998). Portanto, apesar da classificação, ainda existe um debate a cerca desse sistema adotado e dos limites dos tipos florestais do complexo da Floresta Atlântica (JOLY, et al., 1999), principalmente por serem observados em estudos que essa classificação baseada

em faixas altitudinais/latitudinais não é universalmente aplicável em toda a extensão da Floresta Atlântica. A ocorrência dessa vegetação de porte baixo e sujeita à neblina em altitudes inferiores às estabelecidas pelo sistema de classificação do IBGE (1991; 2012) já foi relatada em outros levantamentos na Serra de Paranapiacaba (Souza et al., 2006) e na Serra do Mar (Araujo et al., 2005; Bertoncello et al., 2011).

No Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, foi observado dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Atlântica muito próximos entre si, porém com notáveis variações fisionômicas, principalmente em relação à altura do dossel e arquitetura das árvores. A área levantada neste estudo aparenta ter fisionomia altomontana típica, no entanto encontra-se aos 1.100 m de altitude, portanto, abaixo do limite mínimo estabelecido pelo IBGE (2012) para essa formação (1.500 m para a faixa latitudinal entre 16° e 24°S, em que o estudo se encontra). Este estudo surgiu então com o intuito de obter dados quantitativos e florísticos a fim de caracterizar e observar se realmente os padrões encontrados são suficientes para confirmar o diagnóstico prévio desta área e a presença de diferentes fitofisionomias em escala local, as quais, por estarem próximas, estão expostas à semelhantes fatores climáticos como temperatura e pluviosidade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo investigar a florística e fitossociologia da comunidade arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana do domínio Atlântico no sudeste do Brasil (parcela S – Figura 4), e comparar com uma área próxima (Floresta Ombrófila Densa Montana), mas fisionomicamente distinta, presente em mesmo nível altitudinal (parcela U - Figura 5). Além disto, verificamos as possíveis relações dos padrões de estrutura, riqueza e composição de espécies da comunidade com fatores edáficos, topográficos e de serapilheira, estabelecendo comparações com a área montana. Especificamente visamos responder as seguintes questões: (a) Em escala local, ocorrem diferenças pronunciadas na composição, estrutura e riqueza de espécies entre os blocos da parcela S? e em relação aos blocos da parcela U (Floresta Ombrófila Densa Montana)? (b) Caso isto ocorra, a topografia, solo e/ou serapilheira estão relacionadas à essas variações?



Figura 4 (A, B, D): Aspectos fisionômicos da parcela S em trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. **(C):** Neblina frequentemente observada nos blocos amostrais da parcela S. Fotos A, B e C: Gabriel Mendes Marcusso. Foto D: Fabíula Moreno Arantes.



Figura 5: Aspectos fisionômicos da parcela U em trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana Atlântica, no Parque Estadual da Serra da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Fotos: Marco Antonio de Assis.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Área de estudo

A área de estudo está localizada em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Núcleo Cunha, SP, Brasil. O trecho de Floresta Altomontana (parcela S) situa-se nas coordenadas 23°14'21'' S e 44°59'07'' O e apresenta variação altitudinal entre 1.139 e 1.160 m a.n.m (Figura 6).

O núcleo abrange área de 6.546 hectares (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2006), e está localizado nas cabeceiras do Rio Paraibuna e na margem direita do Rio Paraíba do Sul, entre os paralelos 23°13'28'' e 23°16'10'' de latitude sul e os meridianos 45°02'53'' e 45°05'15'' de longitude oeste de Greenwich, à aproximadamente 1.100 m a.n.m. de altitude (SILVA et al., 2005). O Núcleo Cunha encontra-se sobre a zona do Planalto de Piratininga, na província geomorfológica do Planalto Atlântico, a qual é caracterizada pela presença de terras altas, com grande variedade topográfica, representada principalmente por escarpas das serras (SILVA et al., 2005). Segundo mapeamento do solo realizado por Carvalho et al. (1990), ocorre um predomínio de Latossolos, mas também há uma presença de Gleissolos em algumas áreas.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima local é do tipo Cfb, ou seja, temperado úmido (ALVARES et al., 2013). O período úmido estende-se de outubro a março (estação chuvosa) e o período seco, ou pouco úmido, compreende os meses de abril a setembro (SILVA, et al., 2005). Segundo dados climáticos cedidos pelo Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich-Cunha (Instituto Florestal - instalado no parque) para o período de 2014 e 2015: a temperatura média do ar foi de 16,9 °C, sendo - 0,8 °C a mínima atingida (08/2014) e 33,7 °C a máxima (10/2014); já em relação à umidade relativa do ar a média foi de 78%, sendo 18,2% a mínima registrada (08/2014) e 100% a máxima (vários meses), e; a precipitação média anual para esse período foi de 1.737 mm, com forte efeito de neblina, provocando importante influência nos totais pluviométricos da região (ANIDO, 2002). A proximidade da Serra do Mar com o Oceano Atlântico, nesse trecho do estado de São Paulo, é responsável pela existência de pluviosidade no inverno (ARCOVA et al., 2016). É importante ressaltar a ocorrência de geadas no núcleo (registro em agosto de 2014), apesar de não serem muito frequentes.

O núcleo Cunha sofre a ação de nevoeiros orográficos, que resultam do transporte do ar úmido do mar em direção ao continente pelos ventos da brisa marítima que atuam na região. Ao encontrar a escarpa da Serra do Mar o ar é forçado a subir adiabaticamente, sendo

condensando em pequenas gotículas que se mantêm suspensas na atmosfera (ARCOVA et al., 2016). Como decorrência destas condições, episódios de nevoeiros são frequentes nessa região (ARCOVA, 1996). Em estudo realizado por ARCOVA et al. (2016) em uma microbacia experimental no PESM Núcleo Cunha foi observada a presença de nevoeiros em 61,3% do tempo, em média.

Segundo o plano de manejo, o Núcleo Cunha apresenta vegetação formada pela Floresta Ombrófila Densa Montana, com alguns encraves da Floresta de Neblina, muito pouco conhecida e muitas vezes encontrada em altitudes mais elevadas (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2006).

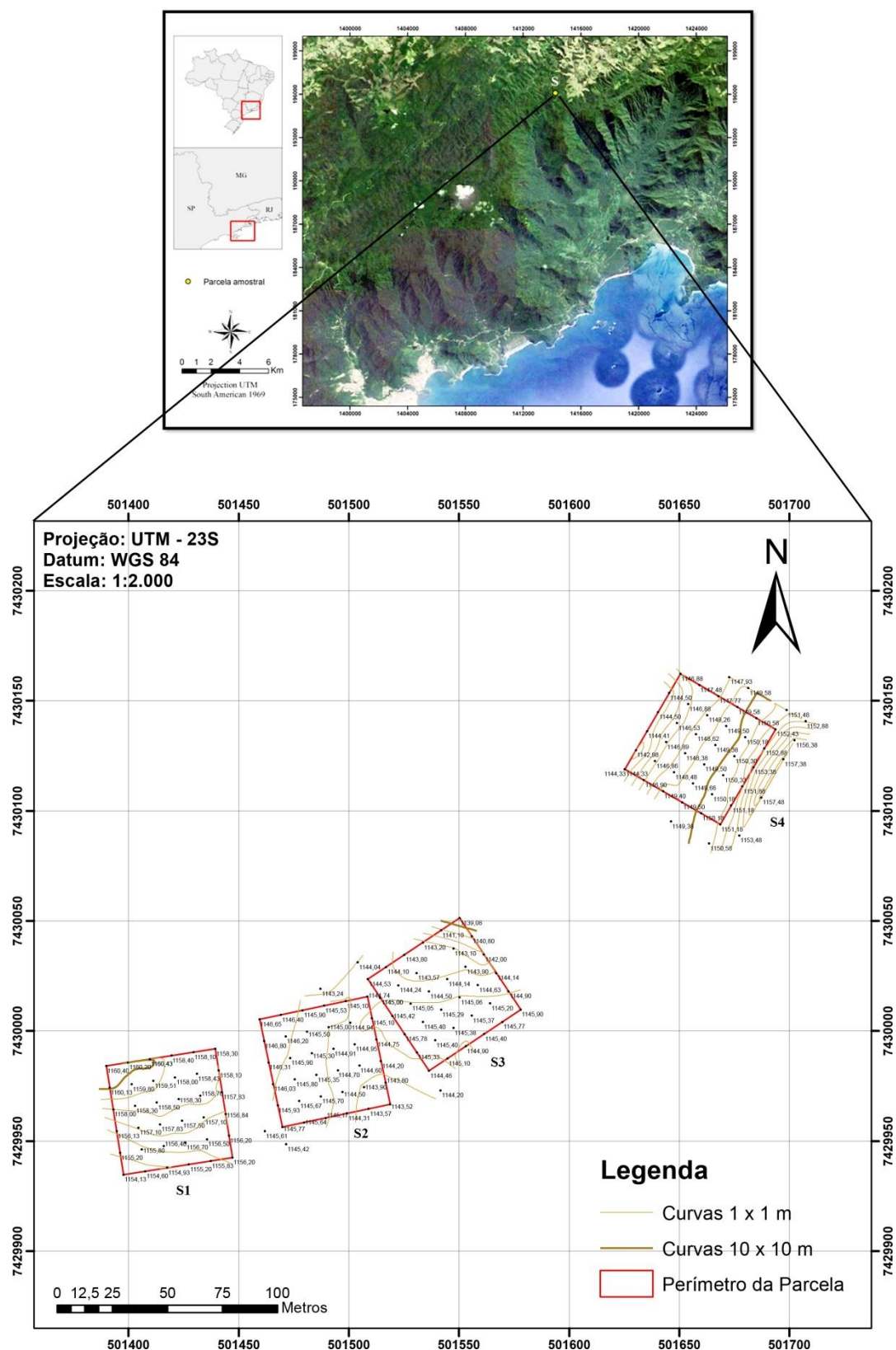


Figura 6: Disposição dos blocos de amostragem de 50 x 50 m da parcela permanente S com cotas topográficas no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

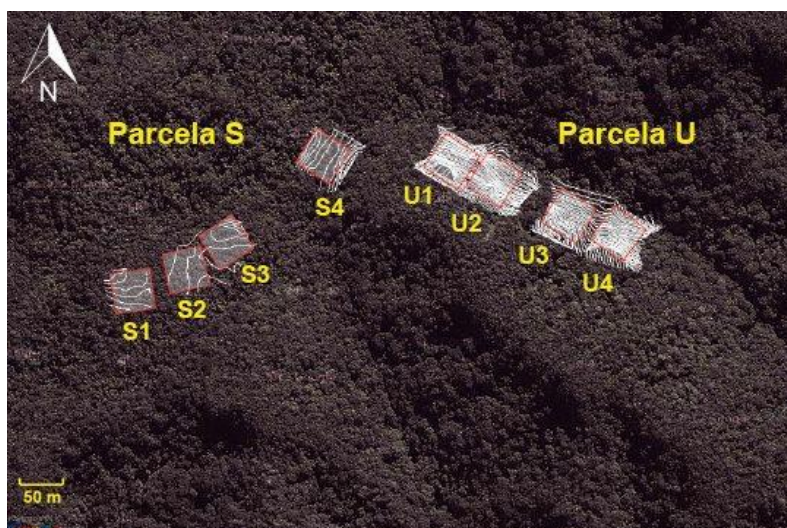


Figura 7: Disposição dos blocos de amostragem de 50 x 50 m da parcela permanente S e U no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

2.2 – Levantamento florístico e fitossociológico

Foi amostrada uma área de um hectare de Floresta Ombrófila Densa Altomontana, denominada de parcela permanente S, consistindo em quatro blocos amostrais de 50 x 50 m (0,25 ha cada), subdivididos em subparcelas de 10 x 10 m. A demarcação da parcela S ocorreu com auxílio de equipe profissional em topografia com o uso de teodolito geodésico, proporcionando mapeamento topográfico preciso das áreas. A distribuição dos blocos amostrais (50 x 50 m) se deu em função das condições locais, ficando situados numa faixa altitudinal aproximada entre 1.100 a 1.150 metros de altitude.

Todos os indivíduos arbóreos, incluindo palmeiras, samambaias arborescentes e árvores mortas ou inclinadas, com PAP (perímetro à altura do peito a 1,30 m do solo) ≥ 15 cm contidos dentro das subparcelas foram amostrados, numerados com placas de alumínio para identificação e, mensurados quanto ao PAP e altura total. O plaqueamento foi realizado seguindo a sequência na forma de um “U” ou de um “caracol”. Uma haste graduada a 1,30 e 1,60 m era firmemente colocada no solo a partir do começo do tronco (excluindo raízes) para definir corretamente a altura do ponto de medição e do plaqueamento de cada indivíduo respectivamente. Em cada placa de alumínio contém a letra referente à parcela e um número referente ao indivíduo. Para os indivíduos que apresentaram bifurcações ou rebrotas (“perfilhos”) abaixo de 1,30 m, foram plaqueados apenas os caules com PAP ≥ 15 cm a 1,30 m de altura. Neste caso, o caule principal (com maior PAP) recebeu a placa de alumínio dura e os demais receberam uma placa de alumínio flexível numerada com uma caneta no

momento do plaqueamento com a letra referente ao perfilho (A, B, C,...) e o número do indivíduo. Para árvores inclinadas, ou localizadas em terreno inclinado, a haste era posicionada no sentido do maior comprimento do caule (1,30 m) para definir corretamente a altura do ponto de medição e do plaqueamento. Para indivíduos que apresentaram deformidades a 1,30 m, o ponto de medição foi realocado onde não havia deformidades; a altura do ponto de medição foi registrada. Caules da mesma espécie localizados muito próximos eram avaliados para verificar a existência de possíveis conexões por raízes imediatamente abaixo do solo antes de seu plaqueamento.

Foram considerados pertencentes a cada subparcela os indivíduos que apresentam mais de 50% de suas raízes dentro da subparcela. Ademais, registramos a localização dos indivíduos (medidas de x e y) dentro das subparcelas (10 x 10 m), para mapeamento e a fim de facilitar a orientação dos pesquisadores, e anotações extras nas planilhas. Para essa demarcação e registro, é seguido o protocolo conforme estabelecido pelo projeto temático Biota Gradiente Funcional (vide JOLY et al. 2008).

Após as medições foi iniciada a etapa de coleta botânica dos ramos de cada indivíduo para identificação e material testemunho da parcela S. No levantamento florístico foram coletadas amostras de material fértil (quando presente) ou vegetativo de todos os indivíduos plaqueados. Os espécimes foram etiquetados e herborizados segundo procedimentos usuais (FIDALGO & BONONI, 1984) para posterior identificação.

O material reprodutivo foi depositado no acervo do Herbário de Rio Claro (HRCB), onde foi triado e as coletas agrupadas por família botânica. A identificação do material foi realizada com auxílio de literatura específica e por comparação com materiais existentes no herbário HRCB. Algumas famílias foram avaliadas por especialistas para assegurar uma determinação mais consistente. Os indivíduos de Lauraceae foram analisados e determinados pelo especialista Prof. Dr. Pedro Luís Rodrigues de Moraes, da UNESP Rio Claro; os indivíduos da família Myrtaceae foram analisados pelo doutorando Augusto Giaretta de Oliveira, da USP São Paulo, e pelo Prof. Dr. Marcos Eduardo Guerra Sobral, da Universidade Federal de São João del-Rei (DCNAT – UFSJ), e; os indivíduos de Aquifoliaceae foram analisados pelo Prof. Dr. Milton Groppo Junior, da USP Ribeirão Preto. Para as listagens, os táxons seguiram a organização em famílias e gêneros segundo a classificação do *Angiosperm Phylogeny Group* III (APG 2009; adaptação em SOUZA & LORENZI, 2012). Duplicatas do material serão enviadas aos herbários UEC, IAC e SPSF. A grafia e a validade dos nomes científicos foram verificadas na lista das espécies da Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>) e outros, quando preciso.

2.3- Levantamento das variáveis ambientais (solo, topografia e serapilheira)

- **Solo**

O solo foi classificado até o segundo nível hierárquico por cor de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SANTOS et al., 2006) e com o auxílio da Ana Claudia Oliveira de Souza (mestre em Gestão de Recursos Agroambientais) e do Ricardo Marques Coelho (Doutor em Ciência do Solo e pesquisador do IAC). As subparcelas que foram classificadas foram as localizadas nos quatro vértices e centro de cada bloco amostral, resultando em cinco subparcelas por bloco (total de 20 subparcelas por parcela).

A coleta do solo para análise físico-química foi realizada por meio de tradagens. Em cada uma das 100 subparcelas foram feitas três sondagens aleatórias com trado holandês na profundidade de 0-20 cm para compor uma amostra composta (serapilheira descartada). Na parcela S, não foi possível a obtenção da profundidade média para cada subparcela devido à dificuldade de realizar perfurações até 1 m de profundidade ou até o impedimento rochoso pelo solo da parcela apresentar acentuação hídrica, o que impedia a perfuração com o trado. As amostras foram analisadas no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (Campus Araras) para obtenção dos valores dos parâmetros químicos: pH, Potássio (K^+), Fósforo (P resina), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Alumínio (Al^{3+}), acidez potencial (Al+H), saturação por bases (V%), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica (MO), saturação por Alumínio (m%), soma de bases trocáveis (SB), e; parâmetros físicos: argila, areia e silte. O protocolo utilizado foi o proposto por VAN RAIJ et al. (2001).

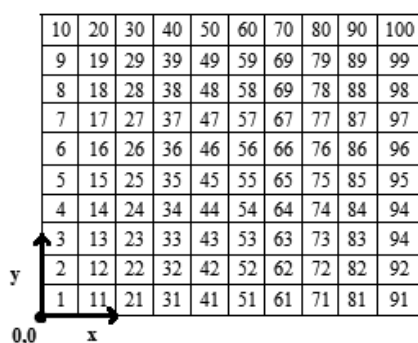
- **Topografia**

Para analisar a topografia foram coletados para cada subparcela dados da inclinação/declividade do terreno em graus com o auxílio do hipsômetro digital Vertex III (Código VertexIII-360, incluindo o instrumento de medição, transponder, adaptador e suporte), o qual, antes de se iniciarem as atividades, foi devidamente calibrado. Para efetuar as estimações, o medidor e o transponder eram fixados a 1,5 m do solo. A partir daí, era possível obter o grau de inclinação em porcentagem para cada subparcela.

- **Serapilheira**

A coleta de serapilheira nas parcelas S e U foi realizada no início da estação chuvosa de 2015 (início de Outubro). Foram coletadas três amostras em cada uma das 40 subparcelas

sorteadas, sendo 10 em cada bloco amostral (25 subparcelas), totalizando 120 amostras de serapilheira para cada parcela (S e U). Para a escolha das subparcelas que seriam amostradas foi feito um script para escolha aleatória no software R (R Core Team 2013) das dez subparcelas por bloco. Em relação ao local de coleta dentro da subparcela, foi quadriculada a área da subparcela de um em um metro e cada quadrante ganhou um número correspondente a valores de x e y para localização na área (Figura 8). Para a definição dos quadrantes também foi feito um script para escolha aleatória no software R (R Core Team 2013) no qual escolheu três quadrantes por subparcela.



10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91

Figura 8: Modelo dos quadrantes para amostragem da serapilheira nas subparcelas de 10 x 10 m.

As amostras foram constituídas pela serapilheira acumulada sobre o solo, coletadas internamente a uma moldura de PVC de 25 x 25 cm acondicionando-as em sacolas de papel, posteriormente, lacradas e identificadas. Os parâmetros analisados foram: peso úmido, peso seco, e espessura da serapilheira. A moldura era posicionada e, em seguida, com auxílio da régua de metro era medida a espessura da serapilheira (Figura 9A). O peso úmido foi amostrado no momento da coleta, logo após ensacar a serapilheira, com o auxílio da pesola (Figura 9C). Para o peso da sacola não ser considerado foram pesadas dez sacolas e depois tirada uma média do peso, este valor foi retirado de todas as amostras. Durante os dias de campo os sacos das amostras ficaram abertos em local ventilado e protegido para evitar a contaminação por fungos e animais. Após o campo, para determinação do peso seco da serapilheira acumulada, as amostras foram colocadas em estufa de circulação e renovação de ar a 70 °C por 72 horas para secagem total do material, e aferidas em balança de precisão (0,01 g).



Figura 9 (A): Amostragem da espessura da serapilheira com auxílio de régua de metro. **B):** Pós coleta de serapilheira. **C):** Pesagem da serapilheira coletada com auxílio de pesola para obtenção do peso úmido. Fotos: Alice Sabino.

2.4 – Compilação dos dados e preparação das matrizes

Foram compilados os dados do levantamento florístico e fitossociológico, além dos parâmetros edáficos e topográficos realizados para a parcela U, os quais foram obtidos diretamente com o pesquisador responsável e na tese de doutorado de MORAIS (2016). Além disso, para analisar a similaridade florística das parcelas S e U em relação à outras áreas de florestas montanas, foram compilados também os dados de composição florística das parcelas K, L, M, N, P e Q, os quais foram obtidos diretamente com os pesquisadores e nos trabalhos publicados (SOUZA, 2013; MORAIS, 2016; PADGURSCHI et al. 2011; PADGURSCHI, 2010; RENÓ, 2015) (vide Tabela 1 e figura 10). Para compor a parcela que aqui chamamos de M foram sorteados blocos de 0,25 das parcelas K, L, M e N (todas encontradas em mesmo nível altitudinal) para manter o mesmo delineamento amostral, pois essas parcelas, ao contrário das outras, foram estabelecidas com medidas de 100 x 100 m (1 ha). Não foram adicionadas outras áreas altomontanas na comparação, pois os métodos de amostragem eram distintos podendo causar diferenças nos resultados, portanto foram utilizados apenas os levantamentos realizados no âmbito do Projeto Temático Biota Gradiente Funcional (<http://peld-biotagradiante.net/projeto>; JOLY et al., 2012) que possui protocolo estabelecido.

Tabela 1: Informações sobre as parcelas levantadas pelo Projeto Biota Gradiente Funcional, no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil.

Parcelas	Fisionomia	Coordenadas geográficas (lat, long)	Nº de Indivíduos	Altitude
“P”	Montana	23°21’48”S; 45°06’41”O	1.490	600 m
“Q”	Montana	23°21’38”S; 45°06’35”O	1.728	800 m
“K”	Montana	23°19’32”S; 45°04’05”O	1.767	1.000 m
“L”	Montana	23°19’36”S; 45°04’32”O	1.664	1.000 m
“M”	Montana	23°19’34”S; 45°04’22”O	1.822	1.000 m
“N”	Montana	23°19’36”S; 45°04’32”O	1.397	1.000 m
“U”	Montana	23°14’17”S; 44°59’01”O	2.092	1.100 m
“S”	Altomontana	23°19’36”S; 45°04’32”O	2.183	1.100 m

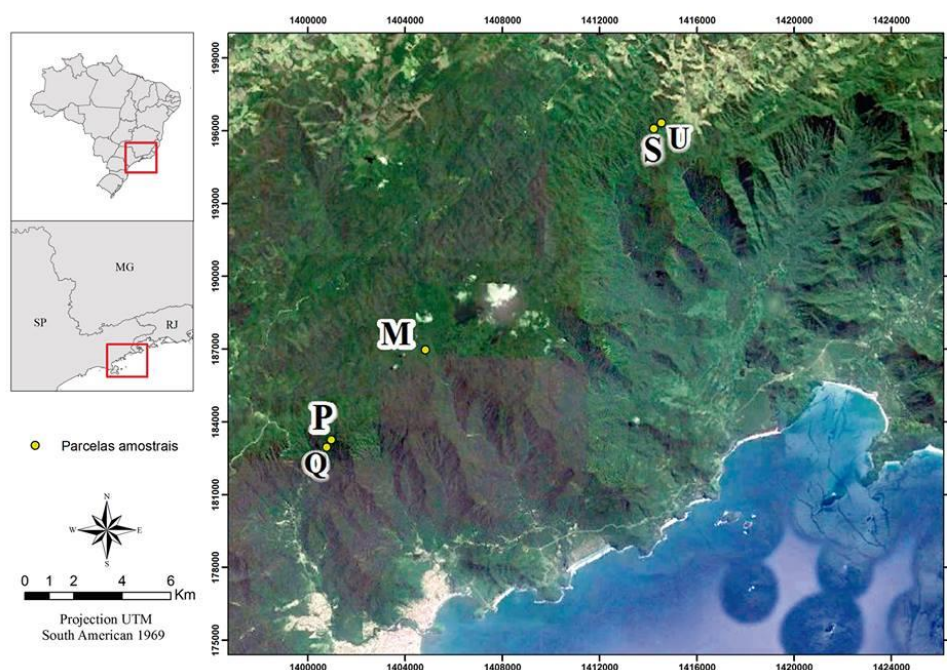


Figura 10: Localização das parcelas P, Q, M, U e S do Projeto Biota Gradiente Funcional, no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil.

Para análises de dados foram construídas três matrizes: uma com abundância de espécies das cinco parcelas (filtrando as parcelas desejadas em cada análise); uma com os dados de estrutura das parcelas S e U, e; uma com as variáveis ambientais das parcelas S e U.

2.5- Análises dos dados

Para todas as análises foi adotado $\alpha \leq 0,05$ e, para análises baseadas em permutações, adotamos 999 aleatorizações dos dados. Utilizamos a transformação logarítmica para os dados de parâmetros físico-químicos do solo, conforme Anderson et al. (2006), e a transformação de Hellinger para os dados de abundância de indivíduos por espécies, segundo Legendre & Gallagher (2001).

As análises fitossociológicas foram realizadas para o componente arbóreo do conjunto dos blocos S (um hectare) e, também, para cada bloco amostral (50 x 50 m). Foram calculados parâmetros fitossociológicos como número de indivíduos, área basal, densidade absoluta, densidade relativa, frequência e dominância (absoluta e relativa), além do índice de valor de importância (VI), entre outros (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Também foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 1988). Para todas essas análises foi utilizado o pacote de programas do FITOPAC 2 (SHEPHERD, 2010).

Todas as análises de similaridade florística foram verificadas por meio de um método de agrupamento hierárquico utilizando o algoritmo corrigido de Ward (1963). Avaliamos as similaridades florísticas entre as subparcelas (10 x 10 m) e blocos (50 x 50 m) da comunidade analisada, e da vegetação estudada com outras comunidades levantadas na mesma área de estudos. A matriz de abundância de espécies foi utilizada para calcular o coeficiente da distância de Bray-Curtis (KREBS, 1989), e os resultados utilizados para a confecção do dendrograma a partir do método de agrupamento adotado. O coeficiente de correlação cofenética foi calculado para verificar o grau de distorção do dendrograma em relação à matriz original de similaridade.

A análise de ordenação DCA (Análise de Correspondência Destendenciada) foi utilizada para extrair os padrões vegetacionais (composição de espécies) considerando a relação entre as subparcelas e blocos amostrados. Nesta análise utilizamos a dissimilaridade de Bray-Curtis para evitar problemas com a dupla-ausência relacionados a espécies raras. Os padrões vegetacionais encontrados foram utilizados para verificar a formação de grupos de parcelas. Os grupos foram definidos a partir do teste k-means (DUFRENE & LEGENDRE, 1997), utilizando o maior índice no critério de Calinski-Harabasz (CALINSKI-HARABASZ, 1974). Realizamos uma análise de espécies indicadoras (ISA) (DUFRENE & LEGENDRE, 1997), utilizando os grupos formados no k-means. Ainda, foram confeccionados diagramas de Venn, destacando o número de espécies exclusivas e comuns entre os blocos avaliados.

Para verificar como as áreas estavam relacionadas com a variação na composição físico-química do solo, topografia e variáveis da serapilheira, e reduzimos a dimensionalidade dos dados dos parâmetros edáficos por parcela por meio de uma PCA. Ainda, a PCA foi utilizada para eliminar variáveis redundantes e autocorrelacionadas ($r^2 > 0,7$).

Analizamos a variação do conjunto de parâmetros físico-químicos do solo entre os grupos obtidos no teste k-means através de uma PERMANOVA (ANDERSON, 2005). Posteriormente, a variação de cada parâmetro foi analisada por meio de uma ANOVA baseada em permutação, e quando verificada diferença significativa, realizamos um permutational pairwise test. Uma vez que a autocorrelação espacial entre as parcelas estudadas poderia inflacionar o erro do tipo I (e.g. PERES- NETO & LEGENDRE, 2010), testamos a normalidade dos resíduos de todas as análises, excluindo os modelos que foram autocorrelacionados.

Ainda, a ordenação dos blocos amostrados foi examinada em uma Análise de redundância (RDA), considerando o padrão de variação edáfica, topográfica e de serapilheira, e sua relação com a composição de espécies. Nesta análise retiramos os parâmetros ambientais que não variaram significativamente e aqueles que apresentaram redundância.

As análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2016), utilizando os pacotes Vegan (OKSANEN et al., 2016), VennDiagram (CHEN, 2016), ggbiplot (VU, 2011), cluster (MAECHLER et al., 2016), BiodiversityR (KINDT & COE, 2005).

3 – RESULTADOS

3.1 – Estrutura e composição florística da Parcela S

Na parcela S foram amostrados 2.523 indivíduos, sendo 340 mortos (13,4%) e 2.183 vivos representados por 141 espécies pertencentes a 44 famílias. O índice de Shannon foi 4,14 e a equabilidade de Pielou 0,83 (Tabela 2). As famílias mais representativas em número de espécies foram: Myrtaceae (40; 28,3%), Lauraceae (27; 19,1%), Aquifoliaceae (8; 5,6%) e Fabaceae (8; 5,6%), que juntas somam 83 espécies (58,8% da riqueza total) (Tabela 3). É importante ressaltar que: apesar do número elevado de espécies para Fabaceae, a família é pouco representativa em questão de abundância de indivíduos (18 indivíduos), além disso; 15 das 40 espécies de Myrtaceae apresentaram um ou dois indivíduos apenas.

Tabela 2: Parâmetros quantitativos para os blocos amostrais (0,25 ha) da parcela S em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (Alt.m – altura média, Dia.m – diâmetro médio, AB - área basal, N – número de indivíduos, SP – número de espécies, Fam – número de famílias, H' - índice de Shannon, J' - equabilidade de Pielou).

Amostra	S1	S2	S3	S4	TOTAL (Parcela S – 1 ha)
Alt.m (m)	8,46 ± 2,25	8,96 ± 3,09	7,92 ± 2,56	8,58 ± 4,07	8,45 ± 3,02
Dia.m (cm)	11,25 ± 5,47	11,85 ± 5,99	10,42 ± 5,39	12,72 ± 9,22	11,48 ± 6,62
AB (m ²)	7,62	6,8	6,38	9,34	30,15
N	620	491	590	482	2183
SP	73	78	83	101	142
Fam	34	30	37	35	44
Mortas	97	83	108	52	340
H'	3,57	3,76	3,72	3,99	4,14
J'	0,81	0,86	0,84	0,86	0,83

Em relação à estrutura, a parcela S apresentou área basal de 30,15 m², diâmetro médio de 11,48 ± 6,62 cm e altura média de 8,45 ± 3 m (Tabela 2). Apesar do bloco S4 ter apresentado o maior valor para área basal e número de espécies (101 spp), foi o bloco que apresentou o menor número de indivíduos o que resultou um H'=3,99 e J'= 0,86. Já o bloco S1 apresentou resultados contrários à esse: é a área que apresenta o menor número de espécies, mas o maior número de indivíduos refletindo em um H' e J' menores (3,57 e 0,81, respectivamente).

Tabela 3: Parâmetros fitossociológicos de cada bloco amostral (0,25 ha) e da parcela S (1 ha) em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica aos 1.100 m de altitude, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (N= número de indivíduos, DeR = densidade relativa, FrR= frequência relativa; DoR= dominância relativa e IVI = índice de valor de importância; ♦ espécies comuns entre os blocos da parcela). Abaixo de cada família destaca-se o número de espécies e indivíduos, respectivamente, com exceção de famílias com apenas uma espécie.

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)				
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	81	5,9	20,3	26	4,4	11,5	51	5,22	11,94				158	7,24	3,94	10,27	7,15
<i>Cyathea phalerata</i> Mart. ♦	26	4,2	2,8	40	5	4,9	36	4,44	5,19	70	6,94	6,67	172	7,88	5,14	5,00	6
<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. Juss. ♦	77	6,7	10,8	32	3,8	6,9	34	3,92	6,86	4	1,16	1,01	147	6,73	3,94	6,07	5,58
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand ♦	22	4,2	3,1	36	4,7	8,4	21	3,66	5,17	1	0,29	0,29	80	3,66	3,24	3,87	3,59
<i>Handroanthus</i> cf. <i>umbellatus</i> (Sond.) Mattos ♦	19	3,3	1,1	34	5,6	3,7	42	5,22	2,49	2	0,58	0,40	97	4,44	3,73	1,80	3,23
<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin ♦	10	2,5	4	16	3,2	6,1	17	3,66	5,69	8	1,73	1,58	51	2,34	2,81	4,11	3,08
<i>Ocotea paranapiacabensis</i> Coe – Teixeira	41	4,2	7,1	10	2	2,3	17	3,13	4,36				68	3,11	2,39	3,24	2,91
<i>Persea alba</i> Ness & Mart. ♦	14	2,5	3,7	10	2,9	2	14	3,13	4,26	4	0,87	5,61	42	1,92	2,39	4,04	2,78
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek ♦	18	3,1	3,4	8	1,7	1,8	24	4,18	4,96	7	2,02	1,73	57	2,61	2,81	2,87	2,76
<i>Cryptocarya subcorymbosa</i> Mez				1	0,30	1,68	13	2,35	6,54	9	2,60	9,12	23	1,05	1,34	4,59	2,32
<i>Palicourea jungiana</i> C. M. Taylor ♦	11	2,8	1,5	9	2,6	1,3	2	0,52	0,09	24	5,49	1,87	46	2,11	2,81	1,31	2,07
<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	30	3,1	3,6	6	1,7	2,9	14	2,35	2,18				50	2,29	1,83	2,05	2,05
<i>Vitex</i> cf. <i>mexiae</i> Moldenke ♦	3	0,5	0,2	14	2,6	3,6	13	2,09	2,99	8	1,45	3,86	38	1,74	1,69	2,71	2,04
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz				5	0,89	2,49	8	1,31	2,38	28	4,05	5,26	41	1,88	1,55	2,69	2,04
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers ♦	16	3,1	6,7	4	1,18	2,08	7	1,31	1,57	5	1,45	0,63	32	1,47	1,76	2,71	1,97
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P. S.Green ♦	3	0,5	0,6	1	0,3	0,17	4	0,78	1,84	10	2,31	8,68	18	0,82	0,99	3,28	1,69
<i>Eugenia nutans</i> O. Berg ♦	2	0,5	0,3	14	2,9	0,6	26	2,87	2,07	5	0,87	0,34	47	2,15	1,83	0,80	1,59
<i>Ilex</i> sp 2 ♦	11	1,9	1,9	8	2	2,1	15	2,09	2,44	1	0,29	0,07	35	1,60	1,62	1,50	1,57

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)					
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI	VI
<i>Ocotea</i> sp. 4 (Aubl.) ♦	2	0,5	0,1	7	2,07	1,05	13	2,61	1,77	12	2,60	1,61	34	1,56	1,97	1,16	1,56	
<i>Weinmannia pinnata</i> L. ♦	14	2,5	2,4	4	0,89	1,16	8	1,57	4,76	2	0,29	0,30	28	1,28	1,34	1,97	1,53	
<i>Ouratea parviflora</i> (A.DC.) Baill.	20	3,3	1,2	1	0,3	0,21	24	2,61	2,02				45	2,06	1,62	0,78	1,48	
<i>Marlierea angustifolia</i> (O. Berg) Mattos ♦	8	2,2	0,2	4	0,89	0,27	21	3,39	1,30	2	0,58	0,07	35	1,60	1,83	0,41	1,28	
<i>Matayba</i> cf. <i>guianensis</i> Aubl.				8	1,78	0,64	7	1,83	0,33	14	3,18	1,26	29	1,33	1,69	0,61	1,2	
<i>Lamanonia ternata</i> Vell. ♦	9	2,2	2,2	5	1,4	3,3	1	0,26	0,23	2	0,58	0,69	17	0,78	1,13	1,58	1,16	
<i>Tetrorchidium parvulum</i> Müll. Arg. ♦	4	1,1	0,2	8	2,07	0,34	13	2,61	0,65	5	1,16	0,15	30	1,37	1,76	0,31	1,14	
<i>Myrcia dichrophylla</i> D.Legrand ♦	1	0,2	0,2	7	2	1,5	3	0,78	0,30	9	2,60	1,89	20	0,92	1,41	1,07	1,13	
<i>Myrcia</i> cf. <i>rupicola</i> D. Legrand ♦	2	0,5	0,09	7	2	1,1	3	0,78	0,34	13	2,89	0,86	25	1,15	1,55	0,63	1,1	
<i>Chrysophyllum</i> cf. <i>viride</i> Mart. & Eichler							1	0,26	0,05	5	1,16	8,34	6	0,27	0,35	2,59	1,07	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg. ♦	4	0,5	1,1	1	0,3	0,12	3	0,78	0,31	5	1,16	4,73	13	0,60	0,70	1,85	1,05	
<i>Guatteria australis</i> A.St-Hil. ♦	15	1,9	1	4	1,18	0,74	6	1,57	0,48	1	0,29	0,02	26	1,19	1,27	0,54	1	
<i>Miconia</i> cf. <i>chartacea</i> Triana ♦	12	2,5	0,7	5	1,48	0,23	4	0,78	0,33	4	1,16	0,16	25	1,15	1,48	0,36	0,99	
<i>Laplacea fructicosa</i> (Schrad.) Kobuski ♦	2	0,5	0,5	3	0,89	0,47	5	1,31	0,66	8	1,73	2,15	18	0,82	1,13	1,04	0,99	
<i>Myrcia</i> cf. <i>pulchra</i> (O. Berg) Kiaersk. ♦	10	1,9	1,7	5	1,48	0,46	2	0,52	0,35	2	0,58	0,52	19	0,87	1,13	0,78	0,92	
<i>Eugenia</i> sp. 5	20	3,6	2,5				1	0,26	0,27				21	0,96	0,99	0,69	0,88	
<i>Calyptanthus</i> cf. <i>solitaria</i> Sobral, Aguiar & Antunes	2	0,5	0,4	14	2,6	2,7				2	0,29	0,55	18	0,82	0,84	0,92	0,86	
<i>Piptocarpha</i> cf. <i>organensis</i> Cabrera	6	1,4	0,9	4	1,18	0,77	7	1,83	1,21				17	0,78	1,13	0,67	0,85	
<i>Calyptanthus</i> cf. <i>concinna</i> DC.				12	2	2,4	2	0,52	0,45	4	0,87	0,40	18	0,82	0,84	0,78	0,81	
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze ♦	3	0,8	0,1	6	1,18	0,68	1	0,26	0,08	8	2,02	0,72	18	0,82	1,06	0,44	0,77	
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil				7	1,48	0,76	3	0,78	0,22	5	1,45	1,56	15	0,69	0,91	0,70	0,76	

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)					
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI	VI
<i>Erythroxylum gonocladum</i> (Mart.) O.E.Schulz	5	1,4	0,3	6	1,78	0,28	9	1,31	0,44				20	0,92	1,13	0,23	0,75	
<i>Ocotea aciphylla</i> (Ness & Mart.) Mez							13	2,09	0,78	8	0,58	1,34	21	0,96	0,70	0,58	0,75	
<i>Myrciaria</i> sp.				16	2,6	2,2	1	0,26	0,14	1	0,29	0,03	18	0,82	0,77	0,54	0,71	
<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil				1	0,3	0,07	1	0,26	0,23	13	2,31	1,39	15	0,69	0,70	0,49	0,63	
<i>Myrcia</i> cf. <i>aethusa</i> (O. Berg) N.Silveira				2	0,59	0,11	11	1,57	1,89	2	0,58	0,22	15	0,69	0,70	0,49	0,62	
<i>Posoqueria</i> cf. <i>latifolia</i> (Rudge) Schult.				14	1,4	2,4	1	0,26	0,03	1	0,29	0,04	16	0,73	0,49	0,57	0,6	
<i>Ocotea</i> sp. 6	7	1,6	0,4	4	0,89	0,3	3	0,78	0,23				14	0,64	0,84	0,24	0,57	
<i>Eugenia</i> cf. <i>pluriflora</i> DC.	14	1,9	1,9										14	0,64	0,49	0,48	0,53	
<i>Calypttranthes</i> sp.	1	0,2	0,5				1	0,26	0,05	12	1,45	0,67	14	0,64	0,49	0,37	0,5	
<i>Clusia criuva</i> subsp. <i>parviflora</i> Vesque	5	1,1	1				4	0,78	0,48	1	0,29	0,22	10	0,46	0,56	0,43	0,48	
<i>Tovomitopsis paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana	5	1,1	0,3				2	0,52	0,13	5	0,87	0,53	12	0,55	0,63	0,27	0,48	
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl. ♦	7	1,1	0,8	1	0,3	0,09	2	0,52	0,30	1	0,29	0,11	11	0,50	0,56	0,33	0,46	
<i>Myrsine</i> sp. ♦	2	0,5	0,1	1	0,3	0,05	2	0,52	0,43	3	0,87	0,99	8	0,37	0,56	0,46	0,46	
<i>Daphnopsis</i> cf. <i>schwackeana</i> Taub.	2	0,5	0,3	4	1,18	0,66	3	0,78	0,30				9	0,41	0,63	0,29	0,44	
<i>Mollinedia boracensis</i> Peixoto.							10	1,73	1,33				10	0,46	0,42	0,41	0,43	
<i>Euterpe edulis</i> Mart. ♦	1	0,2	0,03	2	0,59	0,06	1	0,26	0,05	6	1,45	0,17	10	0,46	0,63	0,08	0,39	
Myrtaceae 1				3	0,89	0,33	3	0,78	0,44	2	0,58	0,15	8	0,37	0,56	0,21	0,38	
<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins	3	0,8	0,1	2	0,59	0,07	4	1,04	0,22				9	0,41	0,63	0,09	0,37	
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	3	0,5	0,3							3	0,87	1,27	6	0,27	0,35	0,48	0,36	
<i>Ocotea elegans</i> Mez				1	0,3	0,25	1	0,26	0,12				5	0,23	0,35	0,51	0,36	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. ♦	1	0,2	0,09	5	0,89	0,73	1	0,26	0,09	2	0,29	0,13	9	0,41	0,42	0,25	0,36	

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)					
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI	VI
<i>Licania hoehnei</i> Pilg.										5	1,16	1,74	5	0,23	0,28	0,54	0,35	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	3	0,5	0,8	3	0,89	1,05							6	0,27	0,35	0,45	0,35	
<i>Miconia</i> cf. <i>tristis</i> Spring	2	0,5	0,1	1	0,3	0,08				7	1,16	0,21	10	0,46	0,49	0,11	0,35	
<i>Clethra scabra</i> Pers.	3	0,8	0,1				1	0,26	0,11	2	0,58	0,78	6	0,27	0,42	0,31	0,33	
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.							2	0,52	0,36	4	0,87	0,94	6	0,27	0,35	0,37	0,33	
Lauraceae 1 ♦	2	0,5	0,4	1	0,3	0,4	2	0,26	0,11	1	0,29	0,22	6	0,27	0,35	0,30	0,3	
<i>Myrcia squamata</i> (Mattos & D. Legrand)										7	1,73	0,18	8	0,37	0,49	0,06	0,3	
Mattos				1	0,3	0,03												
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	2	0,5	0,1				2	0,52	0,37	2	0,58	0,38	6	0,27	0,42	0,22	0,3	
<i>Myrsine</i> cf. <i>gardneriana</i> A. DC.	2	0,5	0,07	2	0,59	0,95				1	0,29	0,19	5	0,23	0,35	0,29	0,29	
<i>Aniba firmula</i> (Ness & Mart.) Mez				4	0,59	0,23				2	0,58	0,74	6	0,27	0,28	0,28	0,28	
<i>Ocotea</i> cf. <i>teleiandra</i> (Meisn.) Mez	1	0,2	0,1	1	0,3	0,08				4	1,16	0,31	6	0,27	0,42	0,15	0,28	
<i>Ocotea</i> sp. 1				3	0,59	0,4	3	0,78	0,45				6	0,27	0,35	0,19	0,27	
<i>Calypttranthes grandifolia</i> O. Berg				4	0,89	0,39	3	0,52	0,13				7	0,32	0,35	0,11	0,26	
<i>Inga barbata</i> Benth.							1	0,26	0,29	5	1,16	0,22	6	0,27	0,35	0,13	0,25	
<i>Ilex microdonta</i> Reissek ♦	1	0,2	0,05	1	0,3	0,28	1	0,26	0,09	2	0,58	0,14	5	0,23	0,35	0,14	0,24	
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1	0,2	0,02							6	1,16	0,20	7	0,32	0,35	0,07	0,24	
Indet. 1	2	0,5	0,08	1	0,3	0,49				1	0,29	0,19	4	0,18	0,28	0,19	0,22	
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	3	0,5	0,4	1	0,3	0,14				1	0,29	0,02	5	0,23	0,28	0,16	0,22	
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.										5	1,16	0,51						
<i>Ocotea glauca</i> (Nees & Mart.) Mez							5	1,04	0,57				5	0,23	0,28	0,12	0,21	

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)					
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI	VI
<i>Ocotea</i> sp. 5										4	0,87	0,77	4	0,18	0,21	0,24	0,21	
<i>Myrsine</i> cf. <i>lancifolia</i> Mart.	3	0,8	0,1				2	0,52	0,07				5	0,23	0,35	0,05	0,21	
<i>Psychotria ararum</i> C.M. Taylor	4	0,5	1,2										4	0,18	0,14	0,32	0,21	
<i>Cinnamomum montanum</i> (Sw.) J.Presl										2	0,58	1,18	2	0,09	0,14	0,37	0,2	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	2	0,2	0,1				1	0,26	0,03	1	0,29	0,53	4	0,18	0,21	0,21	0,2	
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.				1	0,3	0,1				4	0,87	0,14	5	0,23	0,28	0,07	0,19	
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.										5	1,16	0,19	5	0,23	0,28	0,06	0,19	
Indet. 2	1	0,2	0,08	2	0,59	0,17	1	0,26	0,11				4	0,18	0,28	0,08	0,18	
<i>Ocotea daphnifolia</i> (Meisn.) Mez							2	0,52	0,13	1	0,29	0,53	3	0,14	0,21	0,19	0,18	
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	1	0,2	0,06							1	0,29	0,96	2	0,09	0,14	0,31	0,18	
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	1	0,2	0,2							2	0,58	0,35	3	0,14	0,21	0,17	0,17	
Fabaceae 1										4	0,87	0,43	4	0,18	0,21	0,13	0,17	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.				2	0,3	0,08	1	0,26	0,27	1	0,29	0,02	4	0,18	0,21	0,08	0,16	
<i>Siphoneugena</i> cf. <i>densiflora</i> O. Berg										3	0,87	0,50	3	0,14	0,21	0,16	0,16	
<i>Rudgea</i> cf. <i>jasmínoides</i> (Cham.) Müll.Arg.				1	0,3	0,89				2	0,29	0,05	3	0,14	0,14	0,21	0,16	
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez							1	0,26	0,29				3	0,14	0,21	0,11	0,15	
<i>Eugenia</i> sp. 3										3	0,87	0,36	3	0,14	0,21	0,11	0,15	
<i>Ilex</i> sp.	1	0,2	0,2				1	0,26	0,14				3	0,14	0,21	0,09	0,14	
<i>Eugenia</i> sp. 7										3	0,87	0,24	3	0,14	0,21	0,07	0,14	
<i>Eugenia</i> sp. 8										1	0,29	1,01	1	0,05	0,07	0,31	0,14	
<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi										3	0,87	0,15	3	0,14	0,21	0,05	0,13	
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.				2	0,59	0,06	1	0,26	0,05				3	0,14	0,21	0,02	0,12	

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)				
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI
<i>cf. Nectandra</i> sp.				1	0,3	0,03	1	0,26	0,05	1	0,29	0,02	3	0,14	0,21	0,02	0,12
<i>Mollinedia pachysandra</i> Perkins										4	0,29	0,51	4	0,14	0,07	0,16	0,12
<i>Ocotea</i> cf. <i>vaccinioides</i> (Meisn.) Mez				2	0,59	0,41							2	0,09	0,14	0,09	0,11
<i>Vochysia</i> sp.				1	0,3	0,2	1	0,26	0,24				2	0,09	0,14	0,10	0,11
<i>Lonchocarpus</i> sp.										2	0,58	0,27	2	0,09	0,14	0,08	0,1
<i>Calyptanthus</i> cf. <i>strigipes</i> O. Berg	1	0,2	0,1	1	0,3	0,12							2	0,09	0,14	0,07	0,1
<i>Psidium</i> cf. <i>longipetiolatum</i> D. Legrand				2	0,59	0,36							2	0,09	0,14	0,08	0,1
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez				1	0,3	0,04				1	0,29	0,08	2	0,09	0,14	0,03	0,09
<i>Myrceugenia ovalifolia</i> (O. Berg) Landrum										2	0,58	0,12	2	0,09	0,14	0,04	0,09
Fabaceae 2							2	0,52	0,15				2	0,09	0,14	0,03	0,08
<i>Ocotea</i> sp. 3				1	0,3	0,6							1	0,05	0,07	0,14	0,08
<i>Eugenia</i> cf. <i>subterminalis</i> DC.	2	0,5	0,09										2	0,09	0,14	0,02	0,08
<i>Myrcia</i> cf. <i>hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	1	0,2	0,08	1	0,3	0,05							2	0,09	0,14	0,03	0,08
<i>Myrcia</i> cf. <i>multiflora</i> (Lam.) DC.	2	0,5	0,1										2	0,09	0,14	0,02	0,08
<i>Cupania</i> cf. <i>vernalis</i> Cambess.							1	0,26	0,03		0,29	0,06	2	0,09	0,14	0,02	0,08
<i>Machaerium</i> cf. <i>brasiliense</i> Vogel										1	0,29	0,32	1	0,05	0,07	0,10	0,07
<i>Machaerium</i> sp.1										1	0,29	0,21	1	0,05	0,07	0,06	0,06
<i>Calyptanthus widgreniana</i> O.Berg													2	0,09	0,07	0,03	0,06
<i>Inga</i> cf. <i>lenticellata</i> Benth.	2	0,2	0,1							1	0,29	0,14	1	0,05	0,07	0,04	0,05
<i>Ocotea</i> cf. <i>indecora</i> (Schott) Mez sensu lato										1	0,29	0,13	1	0,05	0,07	0,04	0,05
<i>Ocotea</i> sp. 2										1	0,29	0,10	1	0,05	0,07	0,03	0,05

Espécie	S1			S2			S3			S4			TOTAL Parcela S (1 ha)					
	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	FrR	DoR	N	DeR	FrR	DoR	VI	
<i>Persea obovata</i> Nees & Mart.	1	0,2	0,2										1	0,05	0,07	0,05	0,05	
<i>Strychnos</i> sp.							1	0,26	0,15				1	0,05	0,07	0,03	0,05	
<i>Mollinedia uleana</i> Perkins										1	0,29	0,17	1	0,05	0,07	0,05	0,05	
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand				1	0,3	0,22							1	0,05	0,07	0,05	0,05	
<i>Ardisia</i> sp.				1	0,3	0,13							1	0,05	0,07	0,03	0,05	
<i>Ilex</i> cf. <i>buxifolia</i> Gardner	1	0,2	0,07										1	0,05	0,07	0,02	0,04	
<i>Cordia silvestris</i> Fresen.										1	0,29	0,03	1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Inga</i> cf. <i>schinifolia</i> Benth.							1	0,26	0,06				1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez							1	0,26	0,10				1	0,05	0,07	0,02	0,04	
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez							1	0,26	0,04				1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Eugenia</i> cf. <i>longipedunculata</i> Nied.										1	0,29	0,04	1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Eugenia oblongata</i> O. Berg							1			1	0,29	0,04	1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Eugenia</i> sp. 1										1	0,29	0,03	1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Eugenia</i> sp. 2										1	0,29	0,02	1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Eugenia</i> sp. 4										1	0,29	0,09	1	0,05	0,07	0,03	0,04	
<i>Eugenia</i> sp. 6							1	0,26	0,13				1	0,05	0,07	0,03	0,04	
<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	1	0,2	0,09										1	0,05	0,07	0,02	0,04	
Rhamnaceae 1							1	0,26	0,03				1	0,05	0,07	0,01	0,04	
<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	1	0,2	0,09										1	0,05	0,07	0,01	0,04	

Inicialmente, foi realizada a análise de agrupamento Ward para abundância de espécies utilizando as subparcelas (Figura 11). Por mais que o coeficiente de correlação cofenética tenha dado alto (0,8) na análise de agrupamento, não foi observado nenhum padrão muito claro, a não ser a separação das subparcelas do bloco S4 (com exceção das subparcelas 88 e 100) do restante, provavelmente devido à unidade amostral que não permite a estruturação de uma vegetação em uma escala tão fina (10 x 10 m), justificando o porquê da diferença na estrutura não ter sido evidenciada nessa análise.

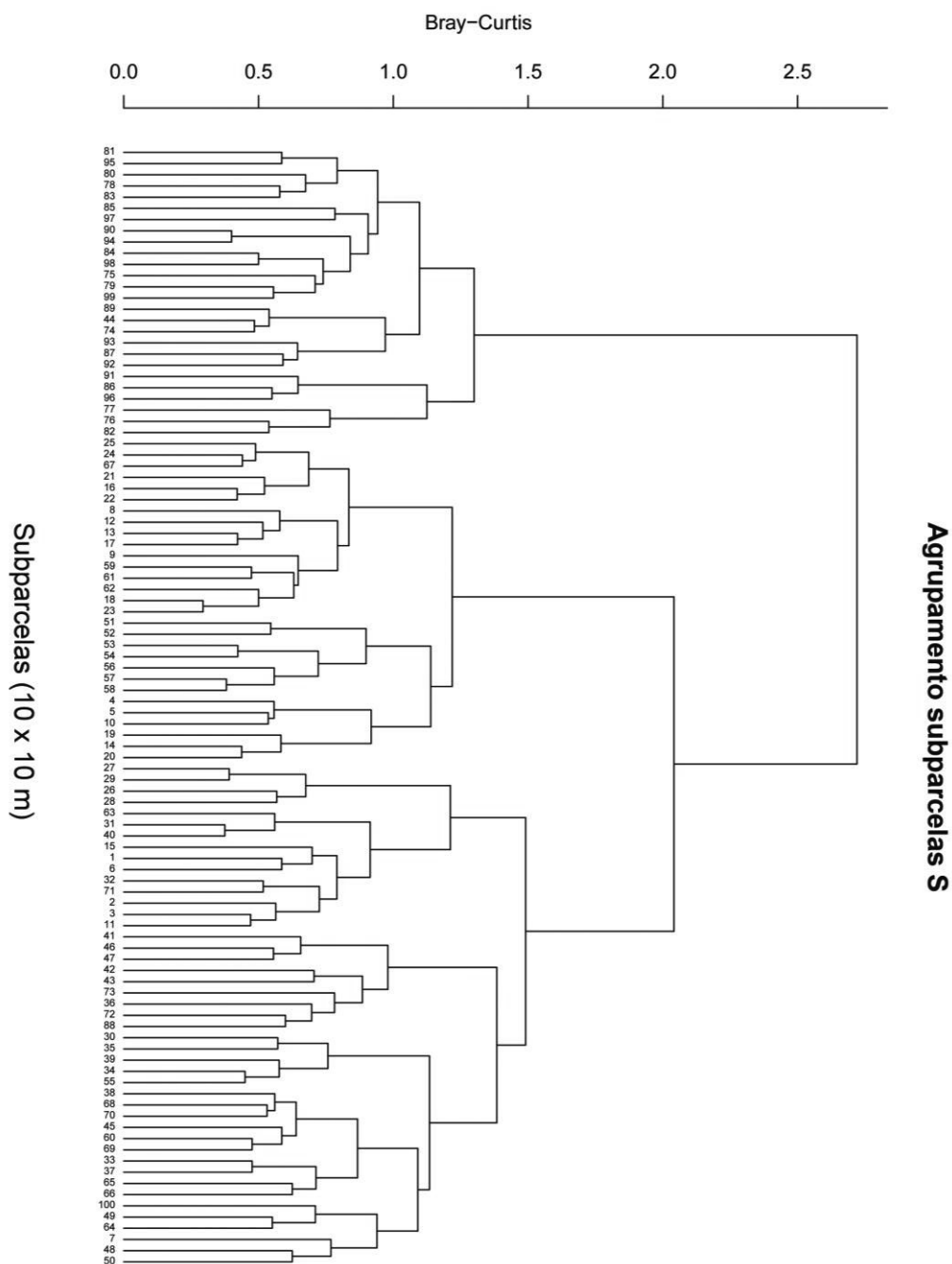


Figura 11: Dendrograma de similaridade elaborado para as subparcelas da parcela S, amostrada em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Correlação cofenética = 0,8.

Considerando os blocos como unidades amostrais, o dendrograma pelo agrupamento Ward (Figura 12) indicou baixa similaridade entre os blocos, sendo o S4 o menos similar com as outras áreas e os blocos S2 e S3 mais próximos entre si florísticamente (correlação cofenética = 0,36).

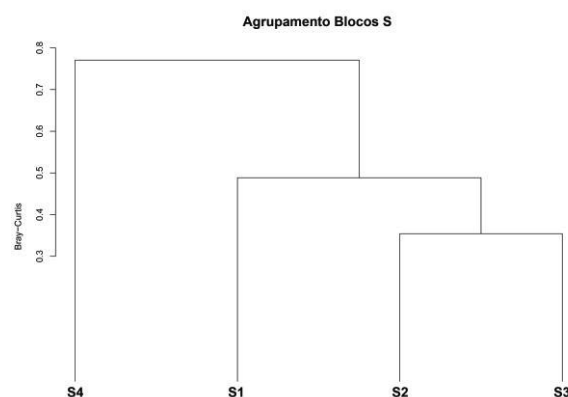


Figura 12: Dendrograma de similaridade elaborado a partir da matriz de distância para abundância de espécies nos blocos da parcela S amostrados em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

A análise de ordenação por DCA confirmou o bloco S4 como o mais distante florísticamente e não mostrou forte associação das espécies com os blocos amostrais (Figura 13A). O padrão de agrupamento florístico entre as áreas foi corroborado por meio do diagrama de Venn, o qual demonstrou que o bloco S4 apresenta um número maior de espécies exclusivas (27; 19,1%) entre os blocos analisados, sendo que os blocos S1, S2 e S3 apresentaram apenas 9, 5 e 8 (6,3%; 3,5%; 5,6%) espécies exclusivas, respectivamente (Figura 13B).

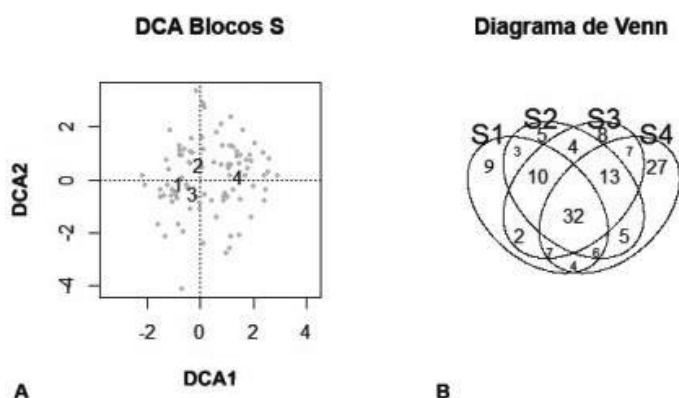


Figura 13 (A): Análise de ordenação por DCA mostrando a disposição da abundância de espécies em relação aos blocos amostrais e, **(B):** Diagrama de Venn expondo o número de espécies exclusivas em cada área e comuns a duas, três ou todas as áreas, de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

Podemos observar pelo diagrama de Venn grupos de espécies exclusivos para cada bloco amostral. As espécies exclusivas do bloco S1 foram: *Calypttranthes widgreniana*, *Eugenia* cf. *pluriflora*, *Eugenia* cf. *subterminalis*, *Ilex* cf. *buxifolia*, *Myrcia* cf. *multiflora*, *Persea obovata*, *Psidium rufum*, *Psychotria ararum* e *Ternstroemia brasiliensis*.

Ardisia sp, *Neomitranthes glomerata*, *Ocotea* cf. *vaccinioides*, *Ocotea* sp. 3 e *Psidium* cf. *longipetalum* foram exclusivas do bloco S2, e; *Eugenia* sp. 6, Fabaceae 2, *Inga* cf. *schinifolia*, *Ocotea glauca*, *Ocotea glaziovii*, *Ocotea nutans*, Rhamnaceae 1 e *Strychnos* sp. para o bloco S3.

Já o bloco S4 apresentou número de espécies exclusivas consideravelmente maior em relação aos outros blocos amostrais, sendo elas: *Amaioua intermedia*, *Cinnamomum montanum*, *Cordia silvestris*, *Eugenia* cf. *longipedunculata*, *Eugenia oblongata*, *Eugenia* sp. 1, *Eugenia* sp. 2, *Eugenia* sp. 3, *Eugenia* sp. 4, *Eugenia* sp. 7, *Eugenia* sp. 8, Fabaceae 1, *Inga* cf. *lenticellata*, *Licania hoehnei*, *Lonchocarpus* sp., *Machaerium* sp.1, *Machaerium brasiliense*, *Mollinedia boracensis*, *Mollinedia uleana*, *Mollinedia pachysandra*, *Myrceugenia ovalifolia*, *Ocotea* cf. *indecora*, *Ocotea* sp. 2, *Ocotea* sp. 5, *Quiina glaziovii*, *Schefflera calva* e *Siphoneugena* cf. *densiflora*.

3.2 – Serapilheira, solo e topografia da Parcela S

Foi realizada a análise PCA para os parâmetros ambientais nas subparcelas S demilitando os blocos (Figura 14). Os dois primeiros componentes principais explicaram 63,3% da variação. Os blocos S2 e S3, por exemplo, diferenciaram-se bem em relação à maioria das variáveis, o que é inesperado por compartilharem a maioria das espécies. Além disso, os blocos S1 e S4 são os mais distantes entre si e compartilham mais semelhanças em relação às variáveis ambientais do que os blocos S2 e S3 que se encontram praticamente lado a lado.

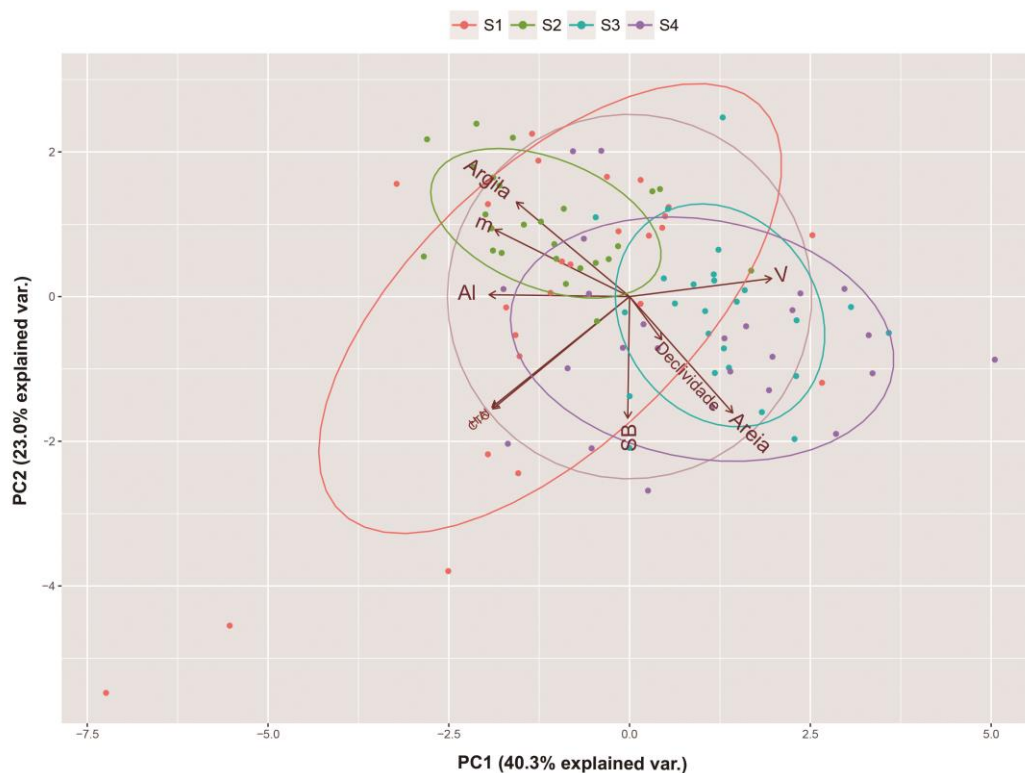


Figura 14: Diagrama gerado pela Análise de Componentes Principais (PCA) para relação das variáveis físicas e químicas para as subparcelas S de um trecho da Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Variáveis: Argila; m% (saturação por Alumínio); Al (Alumínio); CTC (capacidade de troca catiônica); H + Al (acidez potencial); SB (soma de bases trocáveis); Declividade; Areia; V% (saturação por bases).

Em relação à serapilheira, observou-se que dos três parâmetros, espessura e peso seco não obtiveram diferenças significativas entre os blocos (Tabela 4). Observou-se que o bloco S1 apresentou os maiores valores para todos os parâmetros, com exceção da espessura que foi maior no bloco S2, possivelmente por ser a área mais plana e, portanto, haver maior acúmulo de serapilheira. Já o bloco S4, que é o mais inclinado, foi o que apresentou os menores valores.

Tabela 4 - Média ($\pm$ desvio padrão) e análise de variância dos parâmetros de serapilheira dos blocos amostrais da Parcela S localizadas à 1.100 metros de altitude amostradas de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (* = significativo $p \leq 0,05$; ** = significativo $p \leq 0,01$; *** = significativo $p \leq 0,001$; ns = não significativo).

	S1	S2	S3	S4	TOTAL	valor p
Peso úmido (g)	183,9 $\pm$ 60,6 ^a	146,16 $\pm$ 55,7 ^{ab}	124,16 $\pm$ 28 ^b	112,9 $\pm$ 27,2 ^b	139,3 $\pm$ 64,5	**
Peso seco (g)	79,3 $\pm$ 39,3	58,2 $\pm$ 16,1	55,4 $\pm$ 12	55,1 $\pm$ 7,6	62 $\pm$ 32,9	Ns
Espessura (cm)	4,5 $\pm$ 0,6	4,79 $\pm$ 1,2	4,39 $\pm$ 0,7	4,39 $\pm$ 1,44	4,5 $\pm$ 1,5	Ns

Na classificação do solo, a maioria das subparcelas (18 das 20) se enquadra em Gleissolo háplico (Figura 15A), sendo que a profundidade do horizonte superficial (A) variou de ausente a até 15 cm, com predominância de cor 10YR 4/3, e o horizonte sub-superficial (B) apresentou cor brunada com predominância de cor 5GY, característico de solos glei.

As outras duas subparcelas que não se enquadram nessa classificação encontram-se nos vértices mais altos do bloco S4 e foram classificadas como Cambissolo háplico (Figura 15B), a profundidade do horizonte superficial (A) variou entre 5 e 8 cm, com predominância de cor 10YR 4/4, e o horizonte sub-superficial (Bi) apresentou cor 10YR 6/5.



Figura 15: (A) Coleta de solo da subparcela 100 mostrando o perfil do Gleissolo e, (B): Coleta de solo da subparcela 96 mostrando o perfil do Cambissolo, em trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Fotos: Gabriel Mendes Marcusso.

A PERMANOVA indicou que o conjunto de parâmetros do solo variou ($p \leq 0,05$). A ANOVA evidenciou que houve diferença nas médias da variável topográfica de declividade e nas variáveis edáficas entre os blocos, com exceção de P (em resina), MO, pH, K, Ca e Mg, que não diferiram significativamente (Tabela 5). De modo geral, todas as parcelas apresentaram baixo pH (maior valor foi 3,9) e níveis elevados de Al (maior valor foi 80 mmolc/dm³), sendo o maior valor encontrado para o bloco S1. Em relação à fertilidade do solo expressa pela CTC (capacidade de troca catiônica) também encontramos o maior valor para o bloco S1.

Tabela 5 - Média ($\pm$ desvio padrão) e análise de variância de variáveis topográficas e físico-químicas dos quatro blocos amostrais da parcela S em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (* = significativo $p \leq 0,05$; ** = significativo $p \leq 0,01$; *** = significativo $p \leq 0,001$; ns = não significativo).

Variáveis	S1	S2	S3	S4	Valor p
Argila %	7,3 $\pm$ 32,7 ^a	9,9 $\pm$ 43,45 ^b	5,6 $\pm$ 34,07 ^{ab}	4,6 $\pm$ 27,41 ^c	***
Areia %	81,5 $\pm$ 43,96 ^a	76,9 $\pm$ 43,02 ^b	83,4 $\pm$ 48,22 ^{ac}	85,2 $\pm$ 63,09 ^c	***
Silte %	11,1 $\pm$ 29,97 ^a	13,1 $\pm$ 17,75 ^b	10,8 $\pm$ 20,97 ^a	10,1 $\pm$ 41,88 ^a	**
P (mg/dm ³)	25,2 $\pm$ 10,87	23,24 $\pm$ 3,49	25,59 $\pm$ 4,22	27,7 $\pm$ 6,19	Ns
MO (g/dm ³)	62,32 $\pm$ 40,86	49 $\pm$ 12,23	47,16 $\pm$ 11,69	52,16 $\pm$ 17,69	Ns
pH (Ca Cl ²)	3,32 $\pm$ 0,26	3,45 $\pm$ 0,11	3,37 $\pm$ 0,24	3,31 $\pm$ 0,25	Ns
K (mmolc/dm ³)	1,11 $\pm$ 0,36 ^a	1,24 $\pm$ 0,33 ^a	1,46 $\pm$ 0,22 ^b	1,28 $\pm$ 0,25 ^a	**
Ca (mmolc/dm ³)	2,92 $\pm$ 0,8	2,81 $\pm$ 0,45	3,16 $\pm$ 0,55	3 $\pm$ 0,5	Ns
Mg (mmolc/dm ³)	2,23 $\pm$ 0,67	2,09 $\pm$ 0,44	2,43 $\pm$ 0,65	2,4 $\pm$ 0,63	Ns
H+Al	130,56 $\pm$ 103,83 ^a	102,28 $\pm$ 26,93 ^a	76,04 $\pm$ 28,89 ^b	89,68 $\pm$ 50,59 ^{ab}	*
Al (mmolc/dm ³)	37,85 $\pm$ 18,33 ^a	33,23 $\pm$ 9,57 ^a	19,1 $\pm$ 5,26 ^b	22,66 $\pm$ 7,95 ^b	***
SB (mmolc/dm ³)	6,25 $\pm$ 1,54 ^{ab}	6,14 $\pm$ 0,94 ^a	7,05 $\pm$ 1,09 ^b	6,68 $\pm$ 1,08 ^{ab}	*
CTC (mmolc/dm ³)	136,81 $\pm$ 104,93 ^{ab}	108,42 $\pm$ 27,26 ^a	83,09 $\pm$ 28,93 ^b	96,36 $\pm$ 50,59 ^{ab}	*
V%	6,09 $\pm$ 2,8 ^{ab}	6,01 $\pm$ 1,97 ^a	9,47 $\pm$ 3,57 ^b	8,92 $\pm$ 4,91 ^{ab}	**
m%	83,72 $\pm$ 7,4 ^a	83,65 $\pm$ 4,06 ^a	72,15 $\pm$ 5,63 ^b	75,81 $\pm$ 6,47 ^c	***
Declividade (%)	7,33 $\pm$ 4,27 ^a	2,02 $\pm$ 1,22 ^b	4 $\pm$ 3,02 ^c	8,87 $\pm$ 5,81 ^a	***
Classificação solo (cor)	Gleissolo	Gleissolo	Gleissolo	Gleissolo + Cambissolo	

A Anova demonstrou que ocorre diferença significativa na declividade do terreno entre os blocos (Tabela 5). Verificamos que o bloco S2 foi o que apresentou menor variação de altitude (1.143 a 1.147 m) sendo, portanto, o mais plano variando entre 0,3 e 4,1°

(variação de 3,8°). Já os blocos S1 e S3 apresentaram amplitude intermediária de altitude (1.154 a 1.160 m, e; 1.139 a 1.146 m, respectivamente) variando a inclinação do terreno entre 0,9 e 18,3° (variação de 17,4°) e 0,7 e 15,1° (variação de 14,4°), respectivamente. O bloco S4 foi o que apresentou maior amplitude de altitude (1.143 a 1.153 m aproximadamente), sendo o bloco com a superfície mais inclinada da parcela variando entre 0 e 20,9° (variação de 20,9°) mas também um dos blocos com o terreno mais uniforme como podemos observar na figura 16.

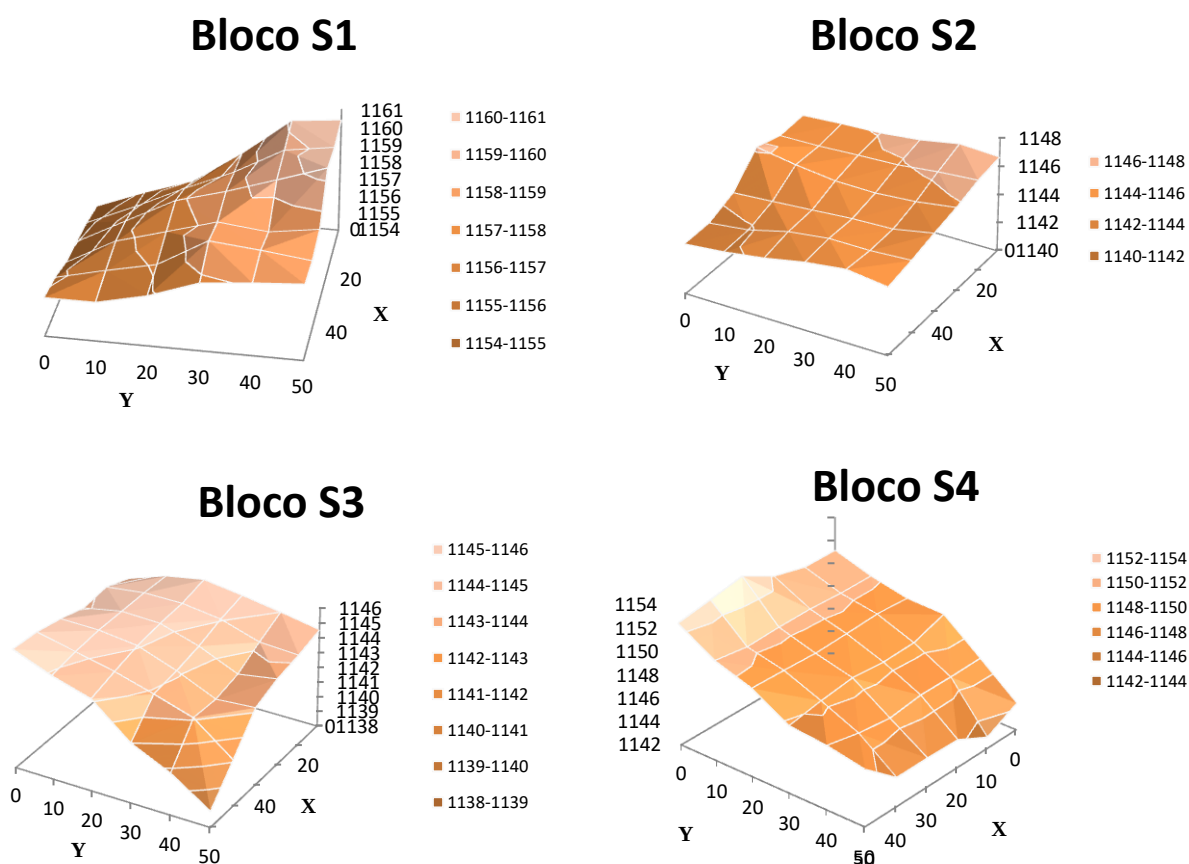


Figura 16: Topografia da parcela S em trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

Quanto à textura média dos solos da área total, esta pode ser considerada como arenosa (SANTOS et al, 2006), pois apresentou elevados teores de areia (superior a 70%) e baixos valores de teor de argila (inferior a 15%) nos blocos amostrais (Tabela 5).

3.3 – Comparações florísticas e estruturais entre as parcelas S e U

Na parcela U foram amostrados 2.231 indivíduos, sendo 139 (6,2%) mortos e 2.092 vivos representados por 134 espécies pertencentes a 38 famílias (Tabela 6) (MORAIS, 2016). As famílias mais representativas em número de espécies foram Myrtaceae (25; 18,1%), Lauraceae (23; 16,6%), Rubiaceae (8; 5,7%), Fabaceae (7; 5%) que juntas somaram 63 espécies (45,6% da riqueza total) (Tabela 7).

Tabela 6: Parâmetros quantitativos para as parcelas S e U localizadas à 1.100 metros de altitude amostradas de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (Alt.m = altura média; Diam.m = diâmetro médio; AB = área basal; N = número de indivíduos SP – Número de espécies; H' = índice de Shannon – Wiener; J' = equabilidade de Pielou). (* = significativo $p \leq 0,05$; ** = significativo $p \leq 0,01$; *** = significativo $p \leq 0,001$; nenhum asterisco = não significativo).

Amostra	Fisionomia	Alt.m (m) *	Diam.m (cm)	AB (m ²) **	N	SP	Mortas *	H'	J'
S1	Altomontana	8,46 ± 2,25	11,25 ± 5,47	7,62	620	72	97	3,57	0,81
S2	Altomontana	8,96 ± 3,09	11,85 ± 5,99	6,8	491	78	83	3,76	0,86
S3	Altomontana	7,92 ± 2,56	10,42 ± 5,39	6,38	590	83	108	3,72	0,84
S4	Altomontana	8,58 ± 4,07	12,72 ± 9,22	9,34	482	101	52	3,99	0,86
TOTAL S	Altomontana	8,45 ± 3,02	11,48 ± 6,62	30,15	2183	141	340	4,14	0,83
U1	Montana	11 ± 5	13,4 ± 12	12,36	472	81	28	3,64	0,83
U2	Montana	11 ± 5	12,5 ± 10	10,41	528	85	47	3,72	0,84
U3	Montana	11 ± 5	12,3 ± 10	12,07	560	84	32	3,87	0,87
U4	Montana	10 ± 5	12,6 ± 10	11,32	532	92	32	3,98	0,88
TOTAL U	Montana	10 ± 0,5	12,7 ± 0,4	46,2	2.092	134	139	4,07	0,83

Em relação à estrutura observamos que o número de indivíduos mortos em pé, número de espécies, número de indivíduos e H' foram maiores na parcela S, enquanto para a parcela U as médias encontradas para área basal, altura, e diâmetro foram maiores. No entanto, a ANOVA com aleatorização evidenciou diferenças significativas apenas para a altura média, área basal e número de mortas (Tabela 6).

Tabela 7: Parâmetros fitossociológicos das parcelas S e U (1 ha cada) de Floresta Ombrófila Densa Atlântica aos 1.100 m de altitude, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (N= número de indivíduos, DeR = densidade relativa, FrR= frequência relativa; DoR= dominância relativa e VI = valor de importância; ♦ espécies comuns entre os blocos da parcela).

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI		N	DeR	FrR	DoR	VI	
Annonaceae	<i>Annona neosericea</i> H.Rainer							1	0,05	0,07	0,01	0,13	
	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil. ♦	26	1,19	1,27	0,54	1		4	0,19	0,28	0,03	0,5	
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart							1	0,05	0,07	0,08	0,19	
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek							49	2,34	2,74	1,54	6,62	
	<i>Ilex cf buxifolia</i> Gardner	1	0,05	0,07	0,02	0,04							
	<i>Ilex dumosa</i> Reissek ♦	6	0,27	0,35	0,48	0,36		15	0,72	0,84	0,67	2,23	
	<i>Ilex microdonta</i> Reissek	5	0,23	0,35	0,14	0,24							
	<i>Ilex paraquariensis</i> A.St.-Hil ♦	15	0,69	0,70	0,49	0,63		32	1,53	1,82	0,44	3,79	
	<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek	50	2,29	1,83	2,05	2,05							
	<i>Ilex</i> sp.	3	0,14	0,21	0,09	0,14							
	<i>Ilex</i> sp. 2	35	1,60	1,62	1,50	1,57							
Araliaceae	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	57	2,61	2,81	2,87	2,76							
	<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin ♦	51	2,34	2,81	4,11	3,08		9	0,43	0,63	0,63	1,7	

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI	N	DeR	FrR	DoR	VI		
	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi ♦	3	0,14	0,21	0,05	0,13	7	0,33	0,49	0,19	1,02		
Areaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart. ♦	10	0,46	0,63	0,08	0,39	4	0,19	0,21	0,45	0,85		
Asteraceae	<i>Piptocarpha</i> cf <i>organensis</i> Cabrera	17	0,78	1,13	0,67	0,85							
	<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.	3	0,14	0,21	0,02	0,12							
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i> cf. <i>umbellatus</i> (Sond.) Mattos	97	4,44	3,73	1,80	3,32							
Boraginaceae	<i>Cordia silvestris</i> Fresen. ♦	1	0,05	0,07	0,01	0,04	4	0,19	0,28	0,03	0,5		
Chrysobalanaceae	<i>Licania hoehnei</i> Pilg. ♦	5	0,23	0,28	0,54	0,35	61	2,92	2,67	2,07	7,65		
	<i>Couepia venosa</i> Prance						14	0,67	0,77	0,2	1,64		
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers. ♦	6	0,27	0,42	0,31	0,33	6	0,29	0,42	0,15	0,86		
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i> subsp. <i>parviflora</i> Vesque ♦	10	0,46	0,56	0,43	0,48	4	0,19	0,21	0,45	0,86		
	<i>Tovomitopsis paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana	12	0,55	0,63	0,27	0,48							
Connaraceae	<i>Connarus regnellii</i> G.Schellenb.						10	0,48	0,63	0,15	1,26		
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell. ♦	17	0,78	1,13	1,58	1,16	4	0,19	0,28	0,14	0,61		
	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser. ♦	3	0,14	0,21	0,17	0,17	1	0,05	0,07	0,08	0,19		
	<i>Weinmannia pinnata</i> L. ♦	28	1,28	1,34	1,97	1,53	28	1,34	1,33	1,93	4,61		
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf						13	0,62	0,35	0,28	1,25		
	<i>Cyathea dichromatolepis</i> (Fée) Domin						7	0,33	0,49	0,13	1,5		

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)							
		N	DeR	FrR	DoR	VI	N	DeR	FrR	DoR	VI				
Lamiaceae	<i>Vitex cf mexiae</i> Moldenke	38	1,74	1,69	2,71	2,04									
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.						7	0,33	0,35	0,5	1,18				
	<i>Aniba firmula</i> (Ness & Mart.) Mez ♦	6	0,27	0,28	0,28	0,28	15	0,72	0,98	0,79	2,49				
	<i>Aniba viridis</i> Mez						10	0,48	0,7	0,2	1,38				
	<i>Cinnamomum montanum</i> (Sw.) J.Presl ♦	2	0,09	0,14	0,37	0,2	5	0,24	0,21	0,29	0,74				
	<i>Cryptocarya botelhensis</i> P.L.R.Moraes						112	5,35	3,65	5,76	14,8				
	<i>Cryptocarya saligna</i> Mez						1	0,05	0,07	0,02	0,14				
	<i>Cryptocarya subcorymbosa</i> Mez	23	1,05	1,34	4,59	2,32									
	<i>cf Nectandra</i> sp. 1	3	0,14	0,21	0,02	0,12									
	<i>Nectandra nitidula</i> Nees						4	0,19	0,21	0,08	0,48				
	<i>Ocotea cf indecora</i> (Schott) Mez sensu lato	1	0,05	0,07	0,04	0,05									
	<i>Ocotea paranapiacabensis</i> Coe – Teixeira	68	3,11	2,39	3,24	2,91									
	<i>Ocotea cf teleiandra</i> (Meisn.) Mez	6	0,27	0,42	0,15	0,28									
<i>Ocotea cf vaccinioides</i> (Meisn.) Mez	2	0,09	0,14	0,09	0,11										
<i>Ocotea aciphylla</i> (Ness & Mart.) Mez ♦	21	0,96	0,70	0,58	0,75		81	3,87	3,3	4,46	11,6				
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil ♦	15	0,69	0,91	0,70	0,76		53	2,53	2,81	1,26	6,6				
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez							10	0,48	0,7	1,01	2,19				

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI		N	DeR	FrR	DoR	VI	
	<i>Ocotea</i> sp. 5	4	0,18	0,21	0,24	0,21							
	<i>Ocotea</i> sp. 6	14	0,64	0,84	0,24	0,57							
	<i>Ocotea</i> sp. 1U							9	0,43	0,56	0,16	1,15	
	<i>Persea alba</i> Ness & Mart.	42	1,92	2,39	4,04	2,78							
	<i>Persea obovata</i> Nees & Mart.	1	0,05	0,07	0,05	0,05							
	<i>Rhodostemonodaphne macrocalyx</i> (Meisn.) Rohwer ex Madrin							1	0,05	0,07	0,02	0,14	
	Lauraceae 1	6	0,27	0,35	0,30	0,3							
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp. 1	1	0,05	0,07	0,03	0,05							
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i> A. Juss. ♦	147	6,73	3,94	6,07	5,58		5	0,24	0,35	0,38	0,97	
Melastomataceae	<i>Miconia cabucu</i> Hoehne							2	0,1	0,14	0,8	3,64	
	<i>Miconia chartacea</i> Triana ♦	25	1,15	1,48	0,36	0,99		5	0,24	0,28	0,05	0,57	
	<i>Miconia tristis</i> Spring ♦	10	0,46	0,49	0,11	0,35		2	0,1	0,14	0,02	0,26	
	<i>Miconia</i> sp. 1							1	0,05	0,07	0	0,12	
	<i>Tibouchina arborea</i> (Gardner) Cogn.							7	0,33	0,49	0,73	1,55	
	<i>Tibouchina</i> sp. 1							1	0,05	0,07	0	0,12	
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ♦	7	0,32	0,35	0,07	0,24		50	2,39	2,46	1,91	6,76	
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss							3	0,14	0,21	0,23	0,58	

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI	N	DeR	FrR	DoR	VI		
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins ◆	9	0,41	0,63	0,09	0,37	2	0,1	0,14	0,22	0,46		
	<i>Mollinedia boracensis</i> Peixoto. ◆	10	0,46	0,42	0,41	0,43	47	2,25	2,25	1,78	6,27		
	<i>Mollinedia pachysandra</i> Perkins	4	0,05	0,07	0,05	0,05							
	<i>Mollinedia oligantha</i> Perkins						40	1,91	2,25	1,26	5,41		
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins						8	0,38	0,49	0,12	1		
	<i>Mollinedia</i> sp. 1U						12	0,57	0,49	0,48	1,54		
	<i>Mollinedia</i> sp. 2U						2	0,1	0,14	0,05	0,28		
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	5	0,23	0,28	0,16	0,22							
	<i>Calypttranthes</i> cf. <i>concinna</i> DC.	18	0,82	0,84	0,78	0,81							
	<i>Calypttranthes</i> cf. <i>solitaria</i> Sobral, Aguiar & Antunes	18	0,82	0,84	0,92	0,86							
	<i>Calypttranthes</i> cf. <i>strigipes</i> O. Berg ◆	2	0,09	0,14	0,07	0,1	5	0,24	0,35	0,07	0,66		
	<i>Calypttranthes grandifolia</i> O. Berg	7	0,32	0,35	0,11	0,26							
	<i>Calypttranthes rufa</i> O.Berg						3	0,14	0,21	0,21	0,56		
	<i>Calypttranthes</i> sp. 1	14	0,64	0,49	0,37	0,5							
	<i>Calypttranthes</i> sp. 2						1	0,05	0,07	0,03	0,14		
	<i>Calypttranthes widgreniana</i> O.Berg	2	0,09	0,07	0,03	0,06							
	<i>Campomanesia</i> sp.1						1	0,05	0,07	0,05	0,17		

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI		N	DeR	FrR	DoR	VI	
	<i>Eugenia</i> sp. 1U							23	1,1	0,77	0,15	2,03	
	<i>Eugenia</i> sp. 2U							34	1,63	1,61	0,45	3,69	
	<i>Gomidesia</i> sp. 1							11	0,53	0,7	0,07	1,3	
	<i>Gomidesia</i> sp. 2							2	0,1	0,14	0,09	0,32	
	<i>Marlierea angustifolia</i> (O. Berg) Mattos	35	1,60	1,83	0,41	1,28							
	<i>Marlierea racemosa</i> (Vell.) Kiaersk.							19	0,91	1,26	1,66	3,83	
	<i>Marlierea silvatica</i> (O. Berg) Kiaersk.							3	0,14	0,21	0,17	0,53	
	<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.							15	0,72	0,91	0,57	2,2	
	<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O. Berg							6	0,29	0,35	0,08	0,71	
	<i>Myrceugenia ovalifolia</i> (O. Berg) Landrum ♦	2	0,09	0,14	0,04	0,09		1	0,05	0,07	0,02	0,14	
	<i>Myrcia</i> cf. <i>aethusa</i> (O. Berg) N.Silveira	15	0,69	0,70	0,49	0,62							
	<i>Myrcia</i> cf. <i>hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	2	0,09	0,14	0,03	0,08							
	<i>Myrcia</i> cf. <i>multiflora</i> (Lam.) DC.	2	0,09	0,14	0,02	0,08							
	<i>Myrcia</i> cf. <i>pulchra</i> (O. Berg) Kiaersk.	19	0,87	1,13	0,78	0,92							
	<i>Myrcia</i> cf. <i>rupicola</i> D. Legrand	25	1,15	1,55	0,63	1,1							
	<i>Myrcia dichrophylla</i> D. Legrand ♦	20	0,92	1,41	1,07	1,13		2	0,1	0,14	0,04	0,27	
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC. ♦	5	0,23	0,28	0,07	0,19		3	0,14	0,21	0,12	0,47	

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI	N	DeR	FrR	DoR	VI		
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC. ♦	4	0,18	0,21	0,08	0,16	16	0,76	0,98	0,26	2		
	<i>Myrcia squamata</i> (Mattos & D. Legrand) Mattos	8	0,37	0,49	0,06	0,3							
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	6	0,27	0,35	0,37	0,33							
	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O.Berg						3	0,14	0,14	0,04	0,33		
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg						7	0,33	0,35	0,11	0,79		
	<i>Myrciaria</i> sp. 1	18	0,82	0,77	0,54	0,71							
	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg						3	0,14	0,21	0,04	0,39		
	<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand ♦	1	0,05	0,07	0,05	0,05	76	3,66	3,45	0,36	7,47		
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum ♦	158	7,24	3,94	10,27	7,15	12	0,57	0,7	0,56	1,84		
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman						24	1,15	1,4	0,33	2,88		
	<i>Psidium</i> cf. <i>longipetiolatum</i> D. Legrand	2	0,09	0,14	0,08	0,1							
	<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	1	0,05	0,07	0,02	0,04							
	<i>Siphoneugena</i> cf. <i>densiflora</i> O. Berg	3	0,14	0,21	0,16	0,16							
	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	80	3,66	3,24	3,87	3,59							
	Myrtaceae 1	8	0,37	0,56	0,21	0,38							
Myrtaceae sp. 1U						1	0,05	0,07	0,03	0,14			
Myrtaceae sp. 2						2	0,1	0,07	0,06	0,23			

Família	Espécie	Parcela S (1 ha)						Parcela U (1 ha)					
		N	DeR	FrR	DoR	VI	N	DeR	FrR	DoR	VI		
	Myrtaceae sp.3						1	0,05	0,07	0,01	0,12		
Nyctaginaceae	Guapira opposita (Vell.) Reitz ♦	41	1,88	1,55	2,69	2,04	207	9,89	5,68	5,5	21,1		
Ochnaceae	Ouratea multiflora (Pohl) Engl.						3	0,14	0,21	0,01	0,36		
	Ouratea parviflora (A.DC.) Baill. ♦	45	2,06	1,62	0,78	1,48	4	0,19	0,28	0,02	0,49		
Oleaceae	Chionanthus filiformis (Vell.) P. S.Green	18	0,82	0,99	3,28	1,69							
Peraceae	Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill. ♦	2	0,09	0,14	0,31	0,18	2	0,1	0,14	0,11	0,35		
Pentaphylacaceae	Ternstroemia brasiliensis Cambess.	1	0,05	0,07	0,03	0,05							
Podocarpaceae	Podocarpus sellowii Klotzsch ex Endl. ♦	11	0,50	0,56	0,33	0,46	1	0,05	0,07	0,02	0,14		
Primulaceae	Ardisia sp. 1	1	0,05	0,07	0,03	0,05							
	Cybianthus brasiliensis (Mez) G.Agostini						117	5,59	3,09	1,78	10,5		
	Myrsine cf gardneriana A. DC. ♦	5	0,23	0,35	0,29	0,29	1	0,05	0,07	0,01	0,12		
	Myrsine cf lancifolia Mart. ♦	5	0,23	0,35	0,05	0,21	7	0,33	0,49	0,78	1,6		
	Myrsine coriacea (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.						1	0,05	0,07	0,05	0,17		
	Myrsine sp. 1	8	0,37	0,56	0,46	0,46							
	Myrsine umbellata Mart.						1	0,05	0,07	0,06	0,18		
Proteaceae	Euplassa incana (Klotzsch) I.M.Johnst.						3	0,14	0,21	0,04	0,39		
	Roupala montana Aubl. ♦	4	0,18	0,21	0,21	0,2	6	0,29	0,35	0,06	0,7		

A similaridade florística entre as duas áreas analisadas pelo método de agrupamento destaca a diferença florística das parcelas S e U, e apesar das diferenças observadas para o bloco S4, observou-se que este ficou agrupado juntamente com o restante da parcela S (coeficiente cofenético = 0,79) (Figura 17 A).

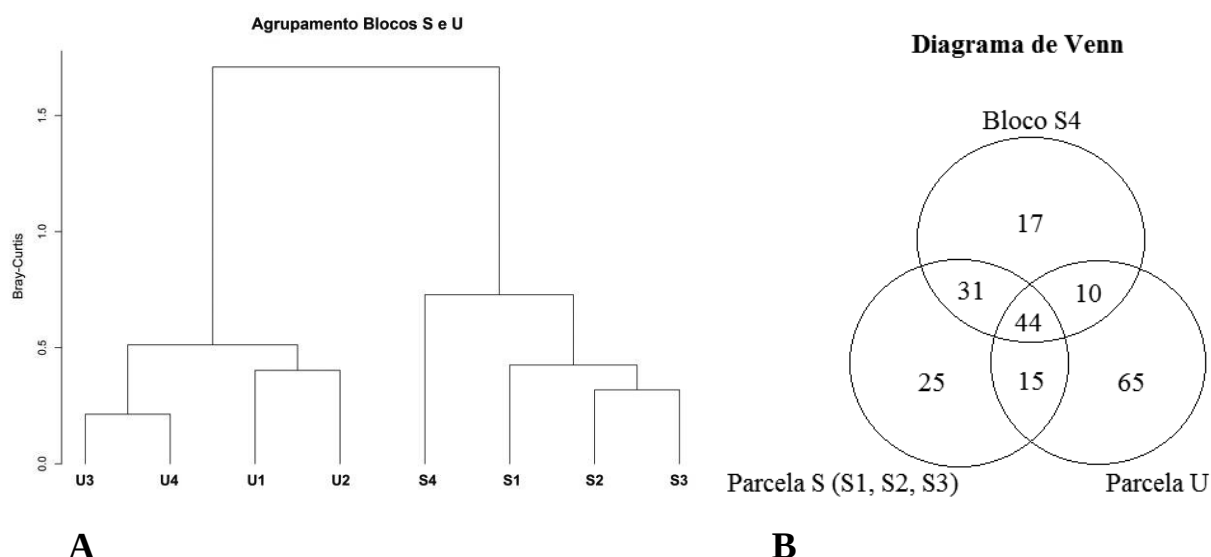


Figura 17 (A) Dendrograma de similaridade elaborado para os blocos amostrais das parcelas S e U (coeficiente cofenético = 0,79), e **(B)** Diagrama de Venn expondo o número de espécies em comum entre as áreas e exclusivas para cada uma, em dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil.

O diagrama de Venn foi confeccionado com o bloco S4 separado da parcela S devido às diferenças evidenciadas deste bloco em relação aos demais da parcela. A separação do bloco S4 nos permitiu observar quantas espécies são compartilhadas entre as áreas e quantas são exclusivas de cada uma, o que nos permitiu visualizar de qual área o bloco S4 se aproxima mais. Observamos a maior parte das espécies do bloco S4 compartilhada com a Parcela S (75; 74,2%), mostrando que apesar de diferenças observadas, este bloco amostral se assemelha mais com a parcela que se encontra (Figura 17B). Tendo isto em vista, continuaremos a testar os padrões de estrutura e composição e as relações com parâmetros ambientais com o bloco S4 como parte da parcela S. Já em relação às áreas montanas e altomontana (incluindo S4), 69 espécies foram comuns entre as duas florestas. Das 141 espécies amostradas para área Altomontana, 73 espécies (51,7%) foram exclusivas, e das 134 espécies registradas para a área Montana, 65 (48,5%) foram exclusivas. Lauraceae compartilhou 12 espécies das 38 registradas para as duas áreas, Myrtaceae compartilhou 11 espécies das 55 registradas para as duas áreas, Fabaceae compartilhou 4 das 11 espécies

registradas para as duas áreas e Cunoniaceae compartilhou todas (3) espécies encontradas para as duas áreas. Além disso, as famílias Asteraceae, Bignoniaceae, Erythroxylaceae, Lamiaceae, Loganiaceae, Oleaceae e Rhamnaceae foram exclusivas da parcela S enquanto as famílias Connaraceae, Elaeocarpaceae, Sabiaceae e Solanaceae foram exclusivas da parcela U (Tabela 7).

O agrupamento realizado entre parcelas de fisionomia montana e as parcelas S e U levantadas pelo projeto Biota Gradiente funcional, confirmou a diferença fisionômica observada entre a parcela S e U, e entre a parcela S e as demais de fisionomia montana (coeficiente cofenético = 0,84) (Figura 18). Nesta análise também podemos observar que mesmo o bloco S4 ficando distante dos outros três da parcela S, ele está floristicamente mais próximo da parcela em que se encontra do que qualquer outra de diferente altitude e fisionomia. A parcela U, no entanto, apesar de apresentar-se mais próxima floristicamente das parcelas montanas do que da parcela S, apresenta um nível considerável de dissimilaridade com as parcelas P, Q e M.

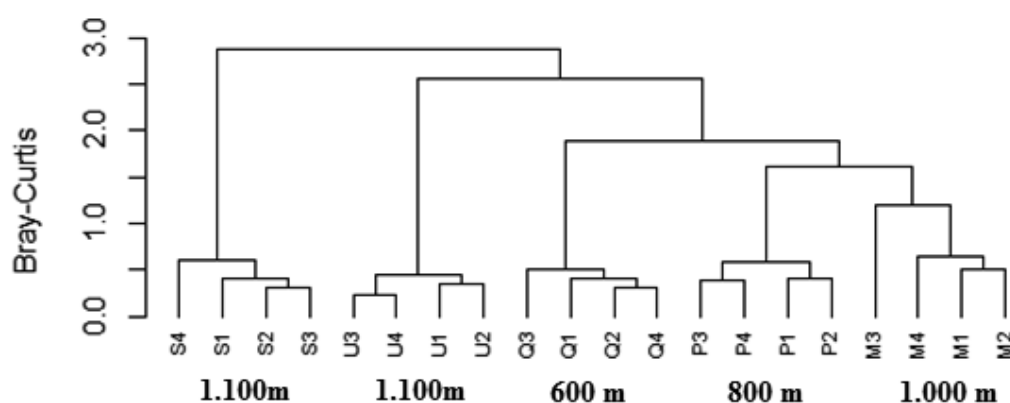


Figura 18: Dendrograma de similaridade elaborado a partir da matriz de distância para abundância de espécies nos blocos amostrais das parcelas Q (600 m); P (800 m), M (1.000 m), U (1.100 m) e S (1.100 m), amostrados em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. Coeficiente cofenético = 0,84.

A análise de ordenação por DCA também confirmou a diferença florística destacada pelos agrupamentos em relação às parcelas S e U (Figura 19). Observa-se que os blocos amostrais da parcela U agrupam-se mais entre si do que em comparação aos blocos da parcela S, que parecem ser floristicamente menos similares do que os blocos amostrais da parcela U.

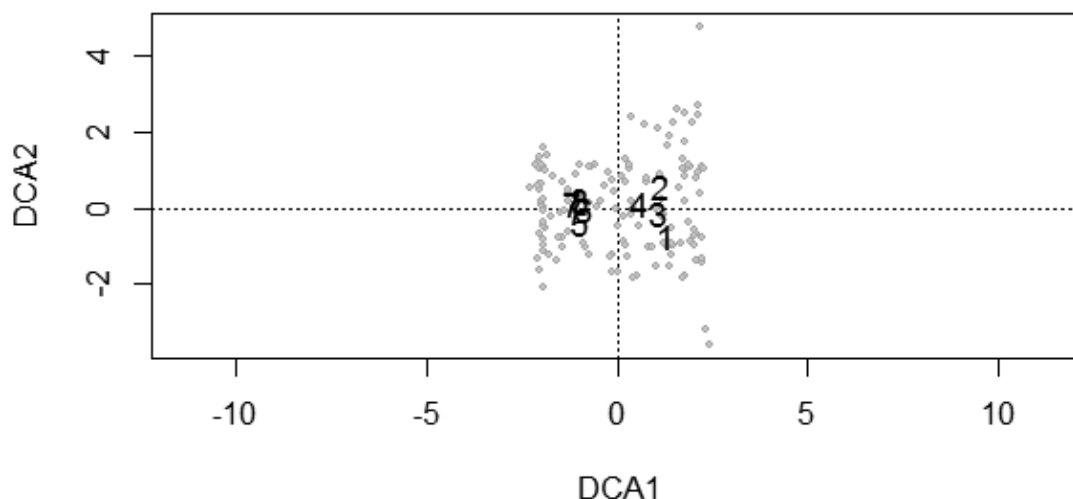


Figura 19: Análise de ordenação por DCA mostrando a disposição da abundância de espécies em relação aos blocos amostrais das parcelas S e U, em dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (Blocos 1,2,3 e 4 = S1, S2, S3, S4; Blocos 5, 6, 7 e 8 = U1, U2, U3 e U4, respectivamente). DCA1= 61,2% DCA2= 14,3%

A análise de espécies indicadoras realizada para as subparcelas S e U dividiu em três grupos, sendo o grupo 1 representado apenas pelo bloco amostral S4, o grupo 2 representado pelos demais blocos amostrais da parcela S e o grupo 3 representado pela parcela U. Esta análise evidenciou 10 espécies associadas à parcela S (S1, S2 e S3), 18 espécies para a parcela U e apenas *Euterpe edulis* para o bloco amostral S4, espécie que foi destacada por JOLY et al. (2008) por ser encontrada no gradiente altitudinal todo para a Serra do Mar (Tabela 8).

Tabela 8: Valores da análise de espécies indicadoras para dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (Probabilidade $p \leq 0,05$) Grupos: S4; S (Altomontana); U (Montana).

Espécie indicadora	Grupo	Valor de p
<i>Euterpe edulis</i>	S4	0,03
<i>Erythroxylum gonocladum</i>	S	0,02
<i>Ilex pseudobuxus</i>	S	0,01
Indet.1	S	0,01
<i>Ocotea</i> cf. <i>paranapiacabensis</i>	S	0,01
<i>Piptocarpha</i> cf. <i>regnellii</i>	S	0,02
<i>Ocotea</i> sp. 6	S	0,02
<i>Siphoneugena reitzii</i>	S	0,02
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	S	0,01
<i>Mollinedia argyrogyna</i>	S	0,04
<i>Byrsonima</i> cf. <i>ligustrifolia</i>	S	0,04
<i>Aniba viridis</i>	U	0,01
<i>Connarus regnellii</i>	U	0,01
<i>Eugenia cereja</i>	U	0,01
<i>Eugenia</i> cf. <i>involucrata</i>	U	0,01
<i>Ilex brevicuspidis</i>	U	0,01
<i>Marlierea racemosa</i>	U	0,01
<i>Marlierea tomentosa</i>	U	0,01
<i>Matayba obovata</i>	U	0,01
<i>Meliosma sellowii</i>	U	0,01
<i>Mollinedia olingantha</i>	U	0,01
<i>Ocotea botelhensis</i>	U	0,01
<i>Ocotea catharinensis</i>	U	0,01
<i>Ocotea pulchra</i>	U	0,01
<i>Plinia rivularis</i>	U	0,01
<i>Sloanea monosperma</i>	U	0,02
<i>Neomitranthes glomerata</i>	U	0,01
<i>Ocotea glauca</i>	U	0,01
<i>Machaerium brasiliense</i>	U	0,01

3.4 – Comparação dos parâmetros de solo, topografia e serapilheira das parcelas S e U

Foi realizada a análise PCA para os parâmetros ambientais com diferenças significativas para as subparcelas S e U demilitando os blocos (Figura 20). Os dois primeiros componentes principais explicaram 71,1% da variação e demonstram a parcela U apresenta blocos amostrais mais homogêneos entre si e determinados principalmente pela declividade, mas também pela CTC e acidez potencial (H+Al). Já para a parcela S, foi observado que não apresenta um padrão para todos os blocos sendo eles mais heterogêneos entre si.

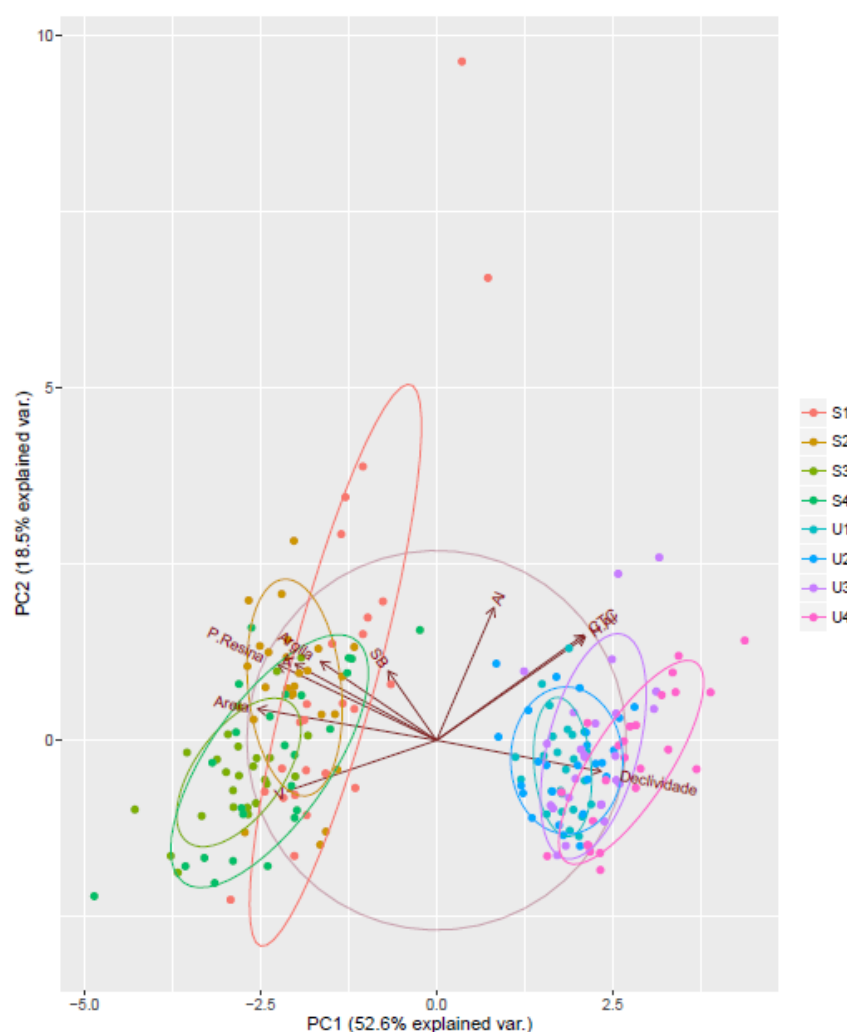


Figura 20: Diagrama gerado pela Análise de Componentes Principais (PCA) para relação das variáveis físicas e químicas com diferenças significativas para as subparcelas S e U, de dois trechos da Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. PC1 (52,6%) e PC2(18,5%). Argila; K (potássio); P.resina (fósforo); Areia; V% (saturação por bases); Declividade; CTC (capacidade de troca catiônica); H+Al (acidez potencial); Al (Alumínio); SB (soma de bases trocáveis).

Na classificação do solo por cores, a parcela U apresentou a mesma classificação de solo por cor para todas as subparcelas. Essa área foi caracterizada pelo Cambissolo háplico (Rodrigo Moraes, comunicação pessoal), a mesma classificação encontrada em duas subparcelas do bloco amostral S4.

A ANOVA evidenciou diferenças nas médias das variáveis edáficas e topográfica entre as parcelas, com exceção de MO, pH, Ca e Mg, que não diferiram significativamente (Tabela 9). A parcela S apresentou maiores médias para areia, fósforo (P resina), potássio (K) e saturação por bases (V%) enquanto a parcela U apresentou maiores médias para argila, silte, acidez potencial (H+Al) e declividade. A fertilidade do solo expressa pela CTC também foi significativamente maior para a parcela U. No entanto, os valores das variáveis edáficas indicam solos distróficos para ambas as parcelas. De modo geral, as duas parcelas apresentaram baixo pH e níveis elevados de Al.

Tabela 9: Média ($\pm$ desvio padrão) e análise de variância de variáveis topográficas e físico-químicas das parcelas S e U de Floresta Ombrófila Densa Atlântica aos 1.100 m de altitude, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (* = significativo $p \leq 0,05$; ** = significativo $p \leq 0,01$; *** = significativo $p \leq 0,001$; ns= não significativo).

Variáveis	S1	S2	S3	S4	U1	U2	U3	U4	Valor p
Argila %	7,3 $\pm$ 32,7	9,9 $\pm$ 43,45	5,6 $\pm$ 34,07	4,6 $\pm$ 27,41	14,1 $\pm$ 2,6	16,4 $\pm$ 2,5	17 $\pm$ 2,5	17,7 $\pm$ 4,7	***
Areia %	81,5 $\pm$ 43,96	76,9 $\pm$ 43,02	83,4 $\pm$ 48,22	85,2 $\pm$ 63,09	69,6 $\pm$ 6,1	69,4 $\pm$ 5,5	73,4 $\pm$ 3,2	65,8 $\pm$ 5,3	***
Silte %	11,1 $\pm$ 29,97	13,1 $\pm$ 17,75	10,8 $\pm$ 20,97	10,1 $\pm$ 41,88	16,4 $\pm$ 6,4	14,1 $\pm$ 5,5	9,6 $\pm$ 3,1	16,4 $\pm$ 3,3	***
P (mg/dm ³)	25,2 $\pm$ 10,87	23,24 $\pm$ 3,49	25,59 $\pm$ 4,22	27,7 $\pm$ 6,19	4,7 $\pm$ 2,3	2,4 $\pm$ 0,5	4 $\pm$ 1,9	3,5 $\pm$ 0,9	***
MO (g/dm ³)	62,32 $\pm$ 40,86	49 $\pm$ 12,23	47,16 $\pm$ 11,69	52,16 $\pm$ 17,69	50,5 $\pm$ 9,7	43,1 $\pm$ 4,8	52,7 $\pm$ 10,9	51,9 $\pm$ 10,9	ns
pH (Ca Cl ²)	3,32 $\pm$ 0,26	3,45 $\pm$ 0,11	3,37 $\pm$ 0,24	3,31 $\pm$ 0,25	3,5 $\pm$ 0,13	3,4 $\pm$ 0,15	3,3 $\pm$ 0,16	3,3 $\pm$ 0,16	ns
K (mmolc/dm ³)	1,11 $\pm$ 0,36	1,24 $\pm$ 0,33	1,46 $\pm$ 0,22	1,28 $\pm$ 0,25	0,8 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,3	0,4 $\pm$ 0,2	***
Ca (mmolc/dm ³)	2,92 $\pm$ 0,8	2,81 $\pm$ 0,45	3,16 $\pm$ 0,55	3 $\pm$ 0,5	4,2 $\pm$ 1,9	3,4 $\pm$ 1,7	2,1 $\pm$ 1,7	1,8 $\pm$ 2	ns
Mg (mmolc/dm ³)	2,23 $\pm$ 0,67	2,09 $\pm$ 0,44	2,43 $\pm$ 0,65	2,4 $\pm$ 0,63	2,1 $\pm$ 0,6	2,6 $\pm$ 1,4	2,5 $\pm$ 1,2	1,9 $\pm$ 0,7	ns
H+Al	130,56 $\pm$ 103,83	102,28 $\pm$ 26,93	76,04 $\pm$ 28,89	89,68 $\pm$ 50,59	162,9 $\pm$ 3	171,1 $\pm$ 23,6	199,2 $\pm$ 46,9	205,9 $\pm$ 50,5	***
Al (mmolc/dm ³)	37,85 $\pm$ 18,33	33,23 $\pm$ 9,57	19,1 $\pm$ 5,26	22,66 $\pm$ 7,95	30,7 $\pm$ 3,4	30,8 $\pm$ 4,8	30,6 $\pm$ 4,9	32,1 $\pm$ 5,5	*
SB (mmolc/dm ³)	6,25 $\pm$ 1,54	6,14 $\pm$ 0,94	7,05 $\pm$ 1,09	6,68 $\pm$ 1,08	7,1 $\pm$ 2,4	6,7 $\pm$ 2,7	5,4 $\pm$ 1,8	4,2 $\pm$ 2,1	*
CTC (mmolc/dm ³)	136,81 $\pm$ 104,93	108,42 $\pm$ 27,26	83,09 $\pm$ 28,93	96,36 $\pm$ 50,59	169,9 $\pm$ 23,3	177,8 $\pm$ 24,2	204,6 $\pm$ 47,6	210,1 $\pm$ 51,1	***
V%	6,09 $\pm$ 2,8	6,01 $\pm$ 1,97	9,47 $\pm$ 3,57	8,92 $\pm$ 4,91	4,1 $\pm$ 1,3	3,8 $\pm$ 1,4	2,7 $\pm$ 0,9	2 $\pm$ 1	***
Declividade %	7,33 $\pm$ 4,27	2,02 $\pm$ 1,22	4 $\pm$ 3,02	8,87 $\pm$ 5,81	57,6 $\pm$ 8,4	50 $\pm$ 13,9	45,3 $\pm$ 8,4	49 $\pm$ 19,4	***
Classificação solo (cor)	Gleissolo	Gleissolo	Gleissolo	Gleissolo + Cambissolo	Cambissolo	Cambissolo	Cambissolo	Cambissolo	

Em relação à declividade, verificamos que a parcela U variou de 1.127 a 1.175 m, sendo consideravelmente mais inclinada do que a parcela S, que variou de 1.143 a 1.160 m. A maior variação da altitude da parcela S foi entre 1.143 a 1.153 m, registrada para o bloco S4, enquanto a maior variação para a parcela U foi entre 1.127 a 1.159 m, registrada para o bloco U1 (Figura 21). Apesar da maior inclinação para parcela U, esta apresenta um terreno mais uniforme, sendo as superfícies dos blocos amostrais pouco acidentadas, enquanto para a parcela S apesar de não ter registrado elevada inclinação apresenta blocos mais heterogêneos entre si e com superfícies irregulares.

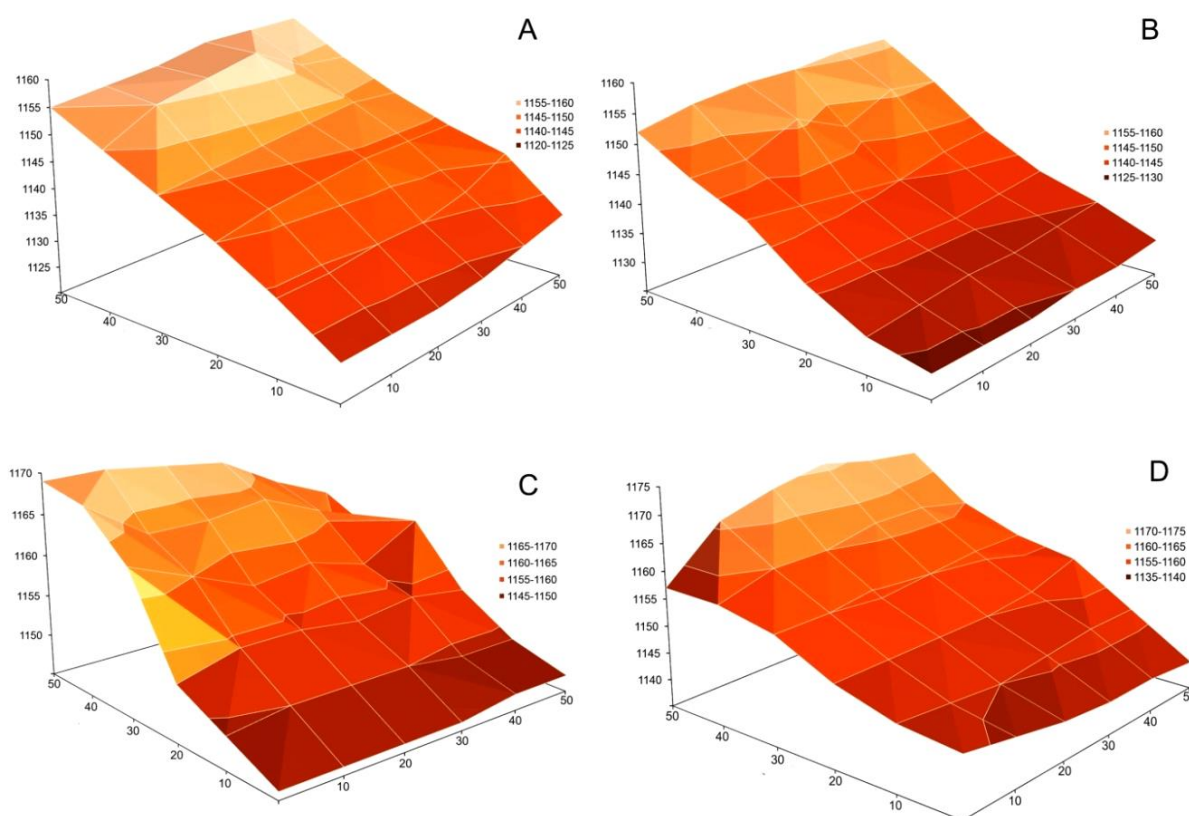


Figura 21: Topografia da parcela U em trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. Imagem retirada de: MORAIS, 2016.

Em relação aos parâmetros de serapilheira, a parcela S apresentou maiores valores para peso úmido (resultado esperado já que trata-se de gleissolo), enquanto a parcela U apresentou maiores valores para peso seco e espessura. A ANOVA, no entanto, evidenciou diferenças significativas apenas para espessura (Tabela 10). Apesar da parcela U apresentar terreno consideravelmente mais inclinado, sua superfície é mais uniforme, o que pode ter contribuído para maior acúmulo de serapilheira. Esse fator observado é importante pois, como as coletas foram sorteadas, a parcela S por apresentar terreno menos uniforme pode apresentar áreas com mais serapilheira e áreas com menos, influenciando nos resultados.

Tabela 10: Média ($\pm$ desvio padrão) e análise de variância dos parâmetros de serapilheira dos blocos amostrais das Parcelas S e U localizadas à 1.100 m de altitude amostradas de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP. (* = significativo $p \leq 0,05$; ** = significativo $p \leq 0,01$; *** = significativo $p \leq 0,001$; ns = não significativo).

	Peso úmido(g)	Peso seco (g)	Espessura (cm)
S1	183,9 $\pm$ 60,6	79,3 $\pm$ 39,3	4,5 $\pm$ 0,6
S2	146,16 $\pm$ 55,7	58,2 $\pm$ 16,1	4,79 $\pm$ 1,2
S3	124,16 $\pm$ 28	55,4 $\pm$ 12	4,39 $\pm$ 0,7
S4	112,9 $\pm$ 27,2	55,1 $\pm$ 7,6	4,39 $\pm$ 1,44
TOTAL S	139,3 $\pm$ 64,5	62 $\pm$ 32,9	4,5 $\pm$ 1,5
U1	118,8 $\pm$ 72,8	68,4 $\pm$ 32,9	4,8 $\pm$ 1,8
U2	153,3 $\pm$ 73,4	71,5 $\pm$ 27,7	5 $\pm$ 1,6
U3	134,1 $\pm$ 72,2	65,5 $\pm$ 21,9	5 $\pm$ 1,5
U4	143,4 $\pm$ 104,9	65,4 $\pm$ 36	5,1 $\pm$ 1,8
TOTAL U	137,4 $\pm$ 82	67,7 $\pm$ 29,9	5 $\pm$ 1,7
valor P	Ns	ns	*

A ordenação obtida por meio da RDA indicou uma associação das áreas com diferentes variáveis ambientais (Inertia = 0,31; explicando 71,8% da Inertia total) (Figura 22). O primeiro eixo da RDA separou os blocos da parcela S e U, sendo que os blocos da parcela U foram relacionados com a declividade e os da parcela S com fósforo (P resina) e areia. Observamos o bloco S4 mais distante dos demais da parcela S enquanto para a parcela U o bloco U1 foi o mais distante dos demais da parcela.

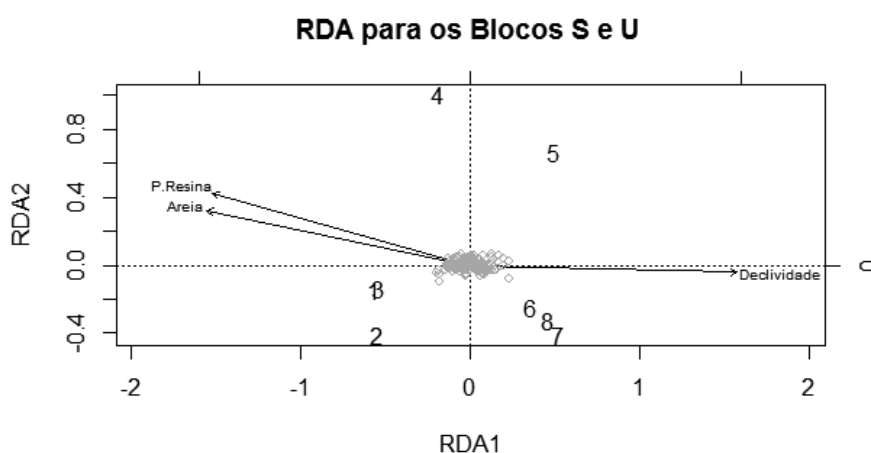


Figura 22: Diagrama gerado pela Análise de Distribuição Regularizada (RDA) para relação das variáveis ambientais com a matriz de abundância das espécies para as parcelas U e S, em dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, SP, Brasil. (Areia; K - potássio; V – saturação por bases; declividade).

4 – DISCUSSÃO

4.1 - Estrutura e composição parcela S

O número de espécies registradas para a parcela S (141) segue o padrão encontrado no estudo de Joly et al. (2012) em gradiente altitudinal de Floresta Ombrófila Densa na Serra do Mar, que encontraram em parcelas de um hectare e com mesmo critério de inclusão, uma variação de 104 a 206 espécies. As famílias Myrtaceae, Lauraceae e Aquifoliaceae, além de serem as mais representativas em relação à riqueza (40, 27 e 8 spp, respectivamente), também obtiveram o maior número de indivíduos com 577 (26,4%), 282 (12,9%) e 172 (7,8%) indivíduos, respectivamente. Cyatheaceae, apesar de ter apresentado apenas uma espécie (*Cyathea phalerata*), teve alta representatividade em relação ao número de indivíduos (172; 7,8%). Esses valores refletiram no VI que resultou em Myrtaceae (20,28%), Lauraceae (13,37%), Aquifoliaceae (7,66%) e Cyatheaceae (6,78%) como as famílias com os maiores valores de importância, acumulando 48% do VI para essa área.

Em estudo realizado em 36 áreas de florestas de altitude nos Andes, Gentry (1995) registrou Lauraceae como a família mais rica, seguida de Melastomataceae e Rubiaceae para a cota de 1.500m a 2.500 m de altitude. As famílias Myrtaceae, Lauraceae e Aquifoliaceae obtiveram alta representatividade em vários estudos realizados em Florestas Ombrófila Densa Altomontana no estado do Paraná (VIEIRA et al., 2014 – 1.657 m; SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009 – 1.355 m; KOEHLER, 2001 – 1.390 a 1.610 m). Já em Minas Gerais, França & Stehmann (2004 – 1.900 m) registraram Myrtaceae, Solanaceae, Lauraceae, Rubiaceae, e Symplocaceae como as mais ricas, enquanto Carvalho et al. (2005 – 1.210 – 1.360 m) obtiveram Melastomataceae, Myrtaceae, Fabaceae e Lauraceae como as famílias mais ricas para essa formação na Bocaina (MG). Marcon et al. (2014 – 1.600 m), registraram as famílias Myrtaceae, Lauraceae, Asteraceae e Aquifoliaceae como mais ricas para a Serra de Urubici em Santa Catarina. Já para o estado de São Paulo, Bertoncello (2009 – 820 a 1.270 m) encontrou Myrtaceae, Lauraceae e Rubiaceae como mais ricas para o Monte Cuscuzeiro (Ubatuba - SP) e, em estudo na Serra da Mantiqueira (1.820 m a 1.940 m), Meireles et al. (2008) encontrou Myrtaceae, seguida de Asteraceae, Lauraceae, Aquifoliaceae e Melastomataceae com maior número de espécies.

Como podemos observar, a alta representatividade da família Myrtaceae nos estudos em Floresta Ombrófila Densa Altomontana é unânime não só para o estado de São Paulo quanto para outros estados e regiões. Observamos que as famílias registradas por Gentry (1995) também ficaram entre as mais ricas neste estudo (com exceção de Melastomataceae

que apresentou apenas duas espécies), no entanto, Myrtaceae foi a mais rica, o que é esperado já que muitos autores apontam a importância da família em seus estudos na Floresta Atlântica (VIEIRA et al., 2014; BLUM, 2006; IVANAUSKAS, 1997; KOEHLER, 2001; OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; RODERJAN, 1994; SANCHEZ, 2001; TABARELLI & MANTOVANI, 1999; entre outros). Além disso, Mori et al. (1983) sugerem que a Floresta Ombrófila Densa Atlântica seja um centro de dispersão da família da qual se diversificou explorando outros habitats e, portanto destaca-se nos estudos pela predominância ecológica, como indicadora de diversidade e de florestas bem preservadas (MURRAY-SMITH et al., 2009; TABARELLI & MANTOVANI, 1999).

Observamos que Fabaceae, apesar de ter apresentado um número elevado de espécies (8), obteve um VI baixo (0,81%) por apresentar poucos indivíduos, ficando em 26º lugar no ranking das famílias. Apesar de ser uma família com alta ocorrência em vários tipos vegetacionais, principalmente na Floresta Atlântica (LIMA, 2000), Silva et al. (2016) e relataram que a família está pobremente representada acima dos 1.100 m possivelmente por haver uma substituição da família Fabaceae por Lauraceae (KAMIMURA, 2014), esta que foi altamente representativa neste estudo. No entanto, vale destacar que Fabaceae apresentou 14 dos 18 indivíduos no bloco amostral S4, o qual apresentou certa dissimilaridade florística em relação aos demais blocos da parcela S, podendo ser uma área intermediária em relação às áreas S e U.

Cunoniaceae, Malpigiaceae, Proteaceae, Melastomataceae e Asteraceae também foram levantadas na parcela S, famílias estas destacadas por Hueck (1972) como importantes para as florestas que denominou “mata pluvial tropical do estrato superior”.

Em relação aos gêneros, *Ocotea* sp. (20 spp), *Eugenia* sp. (13 spp), *Myrcia* sp. (10), *Ilex* sp. (8 spp) e *Calypttranthes* sp. (6 spp) foram os gêneros mais ricos, explicando os resultados obtidos em relação às famílias (Tabela 3). A contribuição florística de espécies de *Eugenia* e *Ocotea* também foram verificadas por Morais (2016) na parcela U. A presença de tantas espécies do gênero *Ocotea* reforça a importância do gênero como indicador de altitude (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; JOLY et al., 2012; KAMIMURA, 2014). A amostragem de uma nova espécie de *Ocotea*, ainda em fase de descrição, demonstra a importância deste estudo para registro florístico, e a necessidade de novos levantamentos para Floresta Ombrófila Densa Altomontana no domínio Atlântico.

Pimenta pseudocaryophyllus, assim como na Serra da Mantiqueira (MG- Meireles, 2003), foi a espécie com maior VI (7,15%), acompanhada por *Cyathea phalerata* (6%), *Byrsonima* cf. *ligustrifolia* (5,58%) e *Siphoneugena reitzii* (3,59%). As espécies *Ilex*

microdonta e *Clethra scabra*, apesar de não terem alta representatividade, estão entre as espécies mais abundantes nas florestas altomontanas estudadas e foram citadas como típicas dessa formação (WEBSTER, 1995 apud MARCON et al., 2014; SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009). No estudo de Bertoncello et al. (2011) utiliza-se a análise TWINSpan para apontar espécies preferenciais e espécies indicadoras de Florestas Nebulares do Sul e Sudeste do Brasil. As três espécies indicadoras registradas no estudo destes autores foram encontradas na parcela S (*Ilex microdonta*, *Drimys brasiliensis* e *Weinmannia paulliniifolia*), em relação às preferenciais deste e outros estudos relatamos a presença de *Blepharocalyx salicifolius*, *Clusia criuva*, *Ilex dumosa*, *Ilex theezans*, *Myrsine gardneriana*, *Ocotea daphnifolia* e *Podocarpus selowii* (FALKENBERG & VOLTOLINI, 1995; KLEIN, 1979; KOEHLER et al., 2002; MANTOVANI et al., 1990; MEIRELES, 2003; PORTES & GALVAO, 2002; RODERJAN, 1994, OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000). Em relação às espécies indicadoras para este estudo, destacam-se: *Pimenta pseudocayophyllus* e *Siphoneugena reitzii*, também apontadas em outros estudos como indicadoras (OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; BERTONCELLO et al., 2011); e *Erythroxylum gonocladum*, frequentemente encontrado em vegetações de altitude (PATRÍCIO & PIRANI, 2002)

Apesar da maioria dos estudos em Florestas Altomontanas registrarem baixa riqueza (< 100 spp) e diversidade devido à restrição ambiental (MARCON et al., 2014¹) e, TABARELLI & MANTOVANI (1999) afirmarem que a Floresta Ombrófila Densa não apresenta alta diversidade de espécies arbóreas, observamos que a parcela S não seguiu estes padrões apresentando alta diversidade. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (4,14 nat ind⁻¹) apresentou valor superior à maioria dos levantamentos realizados em florestas altomontanas do sudeste e sul do Brasil (RODRIGUES et al., 1989 = 3,94 nat ind⁻¹; RODERJAN, 1994 = 2,22 nat ind⁻¹; GUEDES-BRUNI et al., 1997 = 4,05 nat ind⁻¹; ROCHA, 1999 = 2,91 nat ind⁻¹; PORTES et al., 2001 = 2,27 nat ind⁻¹; BERTONCELLO et al., 2009 = 3,73 nat ind⁻¹; MENINO, 2013 = 4,10 nat ind⁻¹). Os menores valores de diversidade foram observados nos estudos realizados nas serras paranaenses os quais são justificados pelos autores por serem locais com maior adversidade ambiental visto que, sob condições pedoclimáticas críticas, apenas algumas espécies conseguem se estabelecer (PORTES et al., 2001).

Muitos estudos como, por exemplo, o de Scudeller et al. (2001), apontaram que a complexidade florística da formação Floresta Ombrófila Densa no Estado de São Paulo é maior do que a esperada para comunidades arbóreas no geral. O índice de Shannon-Wiener

pode variar em algumas áreas, como foi observado em alguns remanescentes de Minas Gerais no estudo de Marcon et al. (2014¹), provavelmente devido a características intrínsecas da área, como presença de matriz vegetacional próxima (MARCON et al., 2014²). No caso, por se inserir em um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica (Serra do Mar), parte da diversidade da parcela S (e também da parcela U) pode ser explicada por esse fator. Além disso, é fundamental destacar que além da variação topográfica, a variação latitudinal e longitudinal das áreas também são fatores que influenciam na diversidade. As florestas do Sudeste se encontram mais próximas do Equador do que as do Sul, o que não parece ocasionar um ambiente tão limitante, provavelmente permitindo a presença de espécies de patamares inferiores da Floresta Ombrófila Densa como *Cabralea canjerana* (MARCON et al., 2014²).

Outro fator encontrado que deve ser levado em consideração na discussão sobre a diversidade local é a dominância de poucas espécies e a presença de muitas espécies “raras” (MAGURRAN, 1988). É importante mencionar que o conceito de espécie rara neste caso deve restringir-se à escala local de análise e também ao esforço amostral, visto que muitas espécies podem apresentar variações consideráveis em suas densidades em diferentes levantamentos (NEGRELLE, 2001). Shafer (1990, apud ARAÚJO et al., 1999), considera rara espécies com uma densidade média igual ou inferior a 2 ind/ha. Entretanto, a maioria dos trabalhos em Floresta Atlântica apresenta como espécies raras aquelas representadas por apenas um indivíduo por hectare, como proposto por Martins (1979, apud NEGRELLE, 2001). Na parcela S foram encontradas 25 espécies (17,7%) com um indivíduo e 40 (28%) com até dois indivíduos. Seja qual for o critério de inclusão mais correto, o padrão observado encontra-se dentro do intervalo proposto por Martins (1991) que estabelece intervalo de raridade entre 9 a 39% para Floresta Ombrófila Densa Atlântica. Martins et al. (dados não publicados apud SCUDELLER et al., 2001) sugerem que a baixa proporção de espécies da flora arbórea com ampla distribuição reflete em elevada heterogeneidade florística dessa formação. Scudeller et al. (2001) concluíram então, que a Floresta Ombrófila Densa Atlântica é caracterizada pela predominância de espécies com baixa constância e distribuição restrita.

Considerando valores estruturais gerais da comunidade da parcela S, uma característica comum às florestas altomontanas é a alta densidade de indivíduos arbóreos, aspecto que pode ser utilizado como indicador desta fisionomia juntamente com outros aspectos como: o pequeno porte das árvores, a presença de dossel contínuo sem emergentes (um estrato), árvores com aspecto tortuoso, diâmetro médio e área basal com valores menores em relação às cotas inferiores, entre outros (MEIRELES et al., 2008; WEAVER et al., 1986).

Para o trecho estudado, foi obtida uma densidade de 2.183 indivíduos vivos por hectare, área basal de 30,15 m² e altura média de 8,45 m. O estudo de Bertoncello (2009) registrou valores similares aos da parcela S com 2.310 ind/ha e altura média de 7,62 m para área próxima (Ubatuba – SP). Carvalho et al. (2005) encontraram na região norte da Mantiqueira Meridional, uma densidade estimada de 2.475 ind/ha e uma área basal estimada de 33,27 m². Já Meireles et al. (2008) registraram para a Serra da Mantiqueira em Minas Gerais 3.403 ind/ha, área basal de 37,68 m² e altura média de 6,3 m. Vieira et al. (2014) registraram na Serra do Capivari (PR) um número elevado de indivíduos com densidade de 5.740 ind/ha, 37,59 m² de área basal e 3,9 de altura média. Scheer et al. (2011) encontraram nas serras paranaenses área basal de 29,4 m² na Serra da Prata, 30,5 m² na Serra da Igreja e 29,6 m² na Serra do Gigante. O valor encontrado para área basal está em uma faixa normal para florestas altomontanas (MONEDERO & GONZÁLEZ, 1995; ARENDS et al., 1992). Vale lembrar que estamos comparando áreas em diferentes latitudes e/ou longitudes (SP, SC, MG e PR), é possível que as diferenças entre as áreas estejam mais relacionadas às peculiaridades ambientais de cada uma, uma vez que a tendência esperada seria maior densidade e menor altura do que as registradas aqui.

É importar ressaltar o número elevado de indivíduos mortos em pé encontrados neste estudo (340). As análises fitossociológicas foram realizadas com e sem essa classe, pois o objetivo aqui era discutir a comunidade viva, no entanto a quantidade de indivíduos mortos também é uma característica marcante em relação às florestas altomontanas. Nas análises com essa classe relatamos como a mais representativa com VI de 33,83, determinado principalmente por sua densidade absoluta e por sua área basal. Eles representaram 13,4% de todas as árvores amostradas, valor considerado fora do padrão dentro das comunidades florestais que é estimado entre 2,7% e 10% da comunidade (MARTINS, 1991). Indivíduos mortos geralmente apresentam valores de importância altos em florestas altomontanas atlânticas (MEIRELES et al., 2008; FALKENBERG, 2003). Falkenberg (2003) associou a abundância de indivíduos mortos nas florestas nebulares sulinas à baixa taxa de decomposição da matéria orgânica comparado aos demais tipos de florestas ombrófilas. Além disso, o gleissolo é frequentemente saturado por água o que cria um ambiente anaeróbico dificultando o desenvolvimento das raízes e podendo causar maior tombamento. Já Meireles (2003) discute o registro de elevada queda de indivíduos arbóreos de maior porte durante o início do ano devido a uma combinação do relevo local acentuado com alta pluviosidade, bem como incidência de raios. Além disso, também relata a presença de moitas de bambus (característica observada na área de estudo) como motivo para a alta mortalidade. O autor

explica que, quando as moitas de bambus se adensam, geralmente recaem sobre indivíduos do dossel e sub-bosque causando a mortalidade. Possivelmente existe um limite de altura e DAP, onde a ação dos ventos, inclinação do terreno e profundidade do solo agem limitando o porte dos indivíduos e, conseqüentemente a altura do dossel.

Além da comparação florística da comunidade arbórea e da comparação da estrutura, é importante citar outras características que, apesar de não medidas, foram observadas e que também confirmam o diagnóstico da área como Floresta Altomontana. Por exemplo, observamos que grande parte do solo é forrado por bromélias, além de uma evidente abundância de bambus, orquídeas (epífitas no geral), musgos e líquens. A abundância de epífitas nessa área já era esperada em decorrência da elevada umidade relativa do ar, evidenciada pela neblina que se instala na região alguns dias, e da estrutura da vegetação, que favorece a maior incidência luminosa levando à maior diversidade e tamanho entre as epífitas (BENZING, 1990). Além da altura das árvores (já citado anteriormente), o solo raso com presença de espessa camada de serapilheira na superfície também são padrões encontrados em Florestas Nebulares tropicais (FALKENBERG & VOLTOLINI 1995, STADTMULLER, 1987).

Apesar de notarmos algumas diferenças em relação às outras áreas de estudo nesta formação, os valores observados demonstram, no geral, maior porte e riqueza da floresta estudada em comparação com florestas altomontanas em altitudes superiores, o que é esperado em ambientes onde as características ambientais são rigorosas, mas não tão acentuadas quanto em cotas superiores. Além disso, é importante destacar que estes trabalhos estão associados a diferentes floras e riquezas regionais, além de utilizarem métodos de amostragem e critérios de inclusão diferentes, dificultando comparações diretas entre os valores estruturais, de riqueza e de diversidade (MARTINS & SANTOS, 1999). Scheer et al. (2011) apontaram que as diferenças entre espécies dominando a estrutura das florestas altomontanas estudadas na Serra do Mar, Aparados da Serra Geral e Serra da Mantiqueira, possivelmente, estão relacionadas aos diferentes centros de endemismo, ao grau de perturbação antrópica em cada serra amostrada, à influência da distância geográfica, ao entorno tropical ou subtropical dominante (formação fitogeográfica), à geomorfologia, entre outros. Os trechos altomontanos amostrados na Serra do Mar pertencem a Floresta Ombrófila Densa, enquanto nos Aparados da Serra Geral as áreas amostradas têm grande influência de elementos da Floresta Ombrófila Mista (áreas ecotonais), e alguns trechos da Serra da Mantiqueira (OLIVEIRA-FILHO et al. 2004) além das florestas ombrófilas, possuem influência de elementos das florestas estacionais.

4.2 – Similaridade florística e estrutural entre as parcelas S e U e relações com parâmetros ambientais

Como comentado anteriormente, o solo representado na parcela S foi classificado como Gleissolo Háplico na maior parte da área, no entanto detectou-se a presença de cambissolo háplico em duas das 20 amostras, classificação esta encontrada para a parcela U. Scheer et al. (2011), Rocha (1999) e Wisniewski et al. (2005 apud Scheer et al. 2011) também encontraram gleissolos em florestas altomontanas, no entanto não foi a classificação predominante como encontramos no estudo atual. Scheer et al. (2011) afirmaram que o relevo fortemente ondulado enseja a formação desses horizontes minerais por meio da ação combinada de processos morfogenéticos (coluviamiento – colúvio descreve-se como materiais que descem a encosta) e pedogenéticos. Roderjan (1994) e Rocha (1999) também encontraram cambissolos em seus estudos para altomontanas e detectaram essas duas classificações de solo e argissolo em vales com maior coluviamiento, apresentando florestas altomontanas relativamente com baixas densidades (como observado na parcela S) e altas áreas basais. Os Gleissolos são definidos pelo SiBCs (SANTOS et. al, 2006) como solos minerais, hidromórficos, que apresentam horizonte glei, presentes principalmente em planícies ou várzeas inundáveis, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, do período do Holoceno. O horizonte superficial apresenta cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico (IAC, 2014). Devido às circunstâncias em que são formados, de aporte de sedimentos e sob condição hidromórfica, são solos bastante diversificados em suas características físicas, químicas e morfológicas (SANTOS et. al 2006). Apresenta textura e fertilidade variável, além de serem bastante dependentes dos solos do seu entorno e de solos de outras posições à montante (IAC, 2014).

Segundo IAC (2014), a ordem dos Cambissolos, classificação registrada para a parcela U, abrange solos minerais com características bastante variáveis, mas que apresentam textura média ou mais fina e ausência de grande desenvolvimento pedogenético. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. No estado de São Paulo, por exemplo, encontram-se distribuídos associados a condições variadas de origem, relevo, vegetação e clima (IAC, 2014). Suas ocorrências mais expressivas encontram-se na província geomorfológica do Planalto Atlântico (onde está localizado o estudo), em condições de topografia mais íngreme ou relevo mais dissecado (IAC, 2014; ROSSI & QUEIROZ NETO, 2001). Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de

rasos a profundos, de cor mais viva como bruna ou bruno- amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases além de maiores teores de argila (SANTOS et. al, 2006; IAC, 2014). São solos com pequena profundidade, elevado teor de minerais primários (herdados da rocha), presença significativa de fragmentos de rocha na massa do solo e outros indícios do intemperismo incipiente do solo.

O pH e saturação por bases são parâmetros relacionados à acidez dos solos apresentando estreita correlação entre si para amostras retiradas da camada arável (IAC). Os solos encontrados apresentaram acidez elevada, uma vez que a maior média de pH relatada entre os dois trechos foi de 3,5 (Ca Cl²) e para saturação por bases 9,4 (V%). Em condições naturais, o valor de pH é utilizado como um dos indicativos de condições gerais de fertilidade do solo: valores altos indicam boa fertilidade e valores baixos, menor fertilidade (GONÇALVES et al., 2011). Tendo em vista o valor da saturação por alumínio também podemos afirmar que as áreas apresentam solos álicos (alta concentração de alumínio) visto que possui valor bem acima de 50%.

Solos com baixa fertilidade, extremamente ácidos, com alto teor de alumínio e matéria orgânica são padrões comuns em florestas de altitude como os estudados por Scheer et al. (2011), Marcon et al. (2014¹) e Safford (1999), que também encontraram solos poucos profundos. Kitayama (1995) afirma que a disponibilidade de nutrientes pode ser diminuída pela redução da radiação fotossinteticamente ativa em função da cobertura de nuvens, e pela transpiração reduzida em função dos baixos déficits de saturação de vapor das zonas nebulares (KITAYAMA, 1995). Além disso, a baixa fertilidade encontrada deve-se, provavelmente, por se tratar de um solo glei que devido à elevada saturação de água apresenta baixa taxa de decomposição. Sendo este também um dos motivos do elevado teor de matéria orgânica encontrado nas parcelas, quando comparados a outros trabalhos realizados em cotas altitudinais inferiores (JARENKOW & WAECHTER, 2001; HIGUCHI et al., 2012).

A degradação da matéria orgânica produz substâncias húmicas, especialmente ácidos fúlvicos e húmicos, responsáveis pela acidificação solo, justificando os menores valores de pH nas florestas em altitudes elevadas (SOUZA, 2013). Autores destacam a importância da matéria orgânica por se apresentar complexada à parte das altas quantidades de alumínio encontradas em ambientes altomontanos, o que causa o controle dos níveis na solução desses solos extremamente ácidos e evita sua toxicidade para as plantas (STEVENSON, 1982; PAVAN, 1983; ZECH et al., 1997; SIMAS et al., 2005). O acúmulo desse fator deve-se às condições ambientais limitantes que diminuem a ação microbiana e resultam em baixas taxas

de decomposição (SIMAS et al., 2005; BENITES et al., 2007). Caldeira (2007) afirma que o acúmulo de serapilheira está associado mais às desacelerações da decomposição do que à queda mais intensa de material formador.

As parcelas S e U compartilharam cerca de 50% das espécies, um número relativamente baixo para áreas tão próximas (cerca de 200 metros). Eisenlohr & Oliveira-Filho (2015) realizaram um estudo de revisão dos padrões de composição de espécies arbóreas e preditores ambientais no sudeste brasileiro, no qual analisaram Floresta Nebular separada de Floresta Ombrófila Densa por estarem associadas a determinados taxa (WEBSTER, 1995), indicando a diferença histórica e de fatores ambientais desses sistemas nebulares. Neste estudo foi observado um compartilhamento semelhante (45%) ao encontrado neste estudo entre Floresta Nebular e Floresta Ombrófila Densa. Ainda neste estudo foi observado que a Floresta Nebular apresentou maior riqueza em relação à Floresta Ombrófila Densa, padrão que também foi encontrado para a parcela S e não corrobora o padrão encontrado por Roderjan et al. (1994) que destacaram o decréscimo de riqueza para maiores altitudes. Apesar de apenas metade das espécies serem compartilhadas entre as áreas, não houve diferença entre o número de espécies das áreas, havendo grande substituição de espécies de uma área para outra que pode ser explicada pela variação de parâmetros ambientais.

Como destacado anteriormente, muitos estudos ressaltam a relação negativa entre distância e similaridade florística entre comunidades arbóreas de Floresta Ombrófila Densa na Serra do Mar e outras comunidades arbóreas de florestas tropicais (RENÓ, 2015; SCUDELLER et al., 2001; CONDIT et al. 2002; CARNEIRO & VALERIANO, 2003; AGUIRRE, 2008). Essa relação observada nesses estudos corrobora a Teoria Neutra de Hubbell (2001), na qual assume que todos os indivíduos de uma comunidade são funcionalmente equivalentes, sendo a abundância de espécies dependentes do acaso. Segundo essa teoria, a coexistência de espécies em escala local seria o resultado de migrações e extinções e, em escala regional, resultado entre as taxas de especiação e extinção. Assim, considera que a similaridade florística entre as áreas independe de diferenças ambientais e depende das limitações na dispersão de sementes no espaço (NATHAN & MULLER-LANDAU, 2000). Segundo Hubbell (2001), os mecanismos que geram diferenças nos padrões de composição das espécies estariam ligados à capacidade de dispersão dos indivíduos. Apesar de muitos estudos encontrarem resultados que corroborem essa teoria, foi observado através do agrupamento realizado para as áreas S e U em relação às áreas M, P e Q que o presente estudo não corrobora o padrão encontrado por esses autores tanto em escala regional

quanto em escala local. O dendrograma de similaridade construído baseado na matriz de distância para abundância de espécies apresenta resultados curiosos em relação à distância e padrões florísticos: a parcela P e Q, que são muito próximas fisicamente, posicionaram-se mais divergentes floristicamente do que as parcelas P e M, que são distantes; enquanto as parcelas U e S, que também são muito próximas fisicamente, apresentaram grandes diferenças florísticas e fisionômicas.

Os resultados obtidos no presente estudo e a detecção de alguns padrões de diversidade associados a gradientes ambientais encontrados em outros estudos indicam que a composição das comunidades arbóreas seria regulada por um grupo de fatores que desempenham diferentes papéis na sua organização (ROCHELLE, 2008). Dentre as teorias ecológicas, a Teoria do Nicho (GRINNEL, 1917) baseia-se nesta afirmação (WRIGHT, 2002; KNEITEL & CHASE, 2004), na qual os recursos são utilizados diferencialmente por cada espécie. Dessa forma, o padrão de composição das espécies deve ser determinado por características ambientais que selecionam as espécies capazes de se estabelecer em certo local. Foi observado para florestas tropicais, como a Amazônia, alta riqueza de espécies e baixa similaridade entre locais, tanto em escala local como em escala regional (TUOMISTO et al., 2003), sendo estas diferenças atribuídas à diversidade beta, resultante da heterogeneidade de habitats e da limitação de dispersão das espécies (TER STEEGE et al. 2000; TUOMISTO et al. 2003; COSTA et al. 2005). De acordo com o modelo proposto por essa teoria, a coexistência de muitas espécies em finas escalas locais seria favorecida pela heterogeneidade ambiental, pois diferentes espécies exibiriam diferentes preferências por hábitat (WRIGHT 2002), e a ocorrência de cada espécie na comunidade estaria condicionada pelo seu nicho específico. No estudo atual, iremos observar que, se não ligadas diretamente à um fator ambiental, observa-se que, apenas as variações ambientais em microescala seriam o suficiente para a alta variação de nichos disponíveis, colaborando para o aumento da diversidade arbórea encontrada.

Observamos alta representatividade de algumas espécies na parcela S, como: *Byrsonima* cf. *ligustrifolia*, *Pimenta pseudocaryophyllus*, *Guatteria australis*, *Schefflera angustissima*, *Handroanthus* cf. *umbellatus*, *Ocotea paranapiacabensis*, entre outras; que não foram presentes ou obtiveram baixa representatividade na parcela U. Assim como para a parcela U, registramos alta representatividade para: *Licania hoehnei*, *Machaerium brasiliense*, *Cryptocarya botelhensis*, *Neomitranthes glomerata*, *Guapira opposita*, *Cybianthus brasiliensis*, entre outras; que não foram presentes ou obtiveram baixa representatividade na parcela S. Esses padrões predominantes de distribuição restrita e alta

variação na abundância local de espécies indicam que a abundância local varia entre populações de mesma espécie (SCUDELLER et al., 2001). Podemos relacionar esses padrões às diferenças nas condições ambientais de um local para outro, sendo, presumivelmente, consequência da predominância de espécies que ocupam estreitos nichos ecológicos juntamente com algumas espécies generalistas (MELO & MANTOVANI, 1994; SCUDELLER et al, 2001).

A declividade na parcela U é consideravelmente mais acentuada comparada à S. Fatores topográficos são considerados importantes filtros ambientais, pois são agentes modificadores do microclima, do solo, do regime de água e da fertilidade, de modo que depressões e elevações exibem condições ecológicas nitidamente distintas (RIZZINI, 1997; RODRIGUES et al., 2007), o que explica a variação na abundância e riqueza de espécies para esta área. Wolf et al. (2012) destacam que a maior riqueza de espécies é esperada em locais onde as variações topográficas em escala local resultam em maior disponibilidade de água (áreas planas). Essas condições são especialmente verificadas em ambientes com relevo acidentado, como nas florestas de altitude (GANDOLFI, 2000). No entanto, no caso da área de estudo em questão, por se tratar de uma floresta nebulosa localizada em gleissolo esperava-se que a água fosse um fator seletivo de espécies por ser em excesso, o que não parece ocorrer. Eisenlohr et al. (2013) e Guerra et al., (2013) encontraram uma relação significativa das variações na declividade e superfície do terreno sobre a riqueza de espécies, podendo influenciar na “segregação” florística, também encontrada neste estudo. Além disso, diversos autores têm destacado a relação da topografia com a ocorrência de microorganismos, taxas de germinação, estabelecimento e mortalidade de plântulas (CARDOSO & SCHIAVINI, 2002; MOREIRA & SILVA, 2004), dessa forma não podemos descartar a possibilidade de que a força da enxurrada na parcela U possa dificultar processos importantes para o estabelecimento inicial da vegetação, o que vai resultar em diferenças no estrato arbóreo adulto.

Além da composição, a topografia também pode influenciar a estrutura das comunidades vegetais. Florinsky & Kuryakova (1996) afirmam que a declividade e a orientação de vertentes controlaram, respectivamente, a intensidade e a direção de fluxos de matéria e de insolação, portanto, possuem efeitos locais sobre a ecofisiologia das plantas. A parcela U apresenta altura média das árvores maior do que a parcela S, o que não era de se esperar em uma comunidade arbórea que se encontra em um terreno declivoso. No entanto, vale lembrar que a parcela S encontra-se em gleissolo que, devido ao excesso de água, cria um ambiente prejudicial e não favorável ao enraizamento podendo influenciar na altura dessa

comunidade. A parcela U, por apresentar-se na vertente “protegida” da encosta, pode estar menos exposta à rigorismos ambientais (por exemplo ventos fortes) mas recebe menores quantidades de luz solar, o que pode ter levado às árvores à atingirem uma altura maior em busca de maior luminosidade. Assim como foi encontrado por Joly et. al. (2012) que, ao longo do gradiente altitudinal da Serra do Mar, uma associação positiva e significativa entre altura e demanda por luz. Além disso, Meireles (2003) apontou que a mudança observada na altura do dossel das comunidades estudadas em Monte Verde poderia estar associada à maior exposição ao vento. Esta inferência faz todo sentido para a presente área de estudo, pois, como comentado anteriormente, a parcela U encontra-se menos exposta à rigorismos ambientais como ventos fortes, permitindo a maior estatura. Enquanto a parcela S, que apresentou valores menores localiza-se em área mais plana, mas não protegida pela vertente, estando supostamente mais exposta aos ventos advindos do oceano e disponibilidade luminosa maior quando a neblina não está presente, o que não favorece o desenvolvimento de elevada estatura da comunidade arbórea.

Eisenlohr et al. (2013) encontraram evidências de que a presença de clareiras seria um outro fator que pode influenciar na variação florística. A abertura de clareiras influencia na germinação e crescimento de espécies florestais (PAZ & MARTINEZ-RAMOS 2003), uma vez que determina a quantidade de luz que atinge o sub-bosque (BARTON et al. 1989). A composição varia com esse fator, pois diferentes espécies colonizam clareiras de diferentes tamanhos (WHITMORE, 1996). Observamos que a parcela S apresentou número de indivíduos mortos consideravelmente maior que a parcela U, o que pode significar um número mais alto de clareiras em relação à área montana. Esse pode ser outro fator responsável pelas variações na composição florística entre as áreas comparadas.

Souza et al. (2003) observaram que a topografia acidentada, variações granulométricas, grande quantidade de matéria orgânica e consequentemente o aumento de H+Al foram os principais fatores edáficos associados à distribuição de algumas espécies locais. Fatores estes que, com exceção de MO, apresentaram diferenças significativas entre as parcelas S e U podendo favorecer a diferente ocorrência de espécies em cada área. Campos (2008) destacou que, mais importante que a concentração média de parâmetros edáficos, é a variação destes dentro da parcela. Descontinuidades abruptas em condições edáficas são características comuns em paisagens tropicais, variando em questão de centímetros (SOLLINS, 1998). A distribuição dos nutrientes em manchas no solo esta associada aos resíduos de decomposição orgânica, e também a variações na topografia, microclima e rocha parental (TIBBETT, 2000). Considerando que o clima (irradiação, temperatura e

precipitação) é semelhante nas áreas amostrais, a variação das outras características é que promove a heterogeneidade espacial, formando microhabitats.

Observamos nas análises de similaridade florística que, apesar de compartilhar mais espécies e ser mais próximo à parcela S, o bloco amostral S4 apresentou nível de dissimilaridade considerável em relação aos demais blocos amostrais S. Enquanto os blocos S1, S2 e S3 apresentaram, respectivamente, 89%, 93,6% e 90,4 % de espécies em comum com a área total (S), o S4 apresentou 73,3%. Esta diferença observada provavelmente ocorreu devido à presença de espécies em comum com a parcela U, que não ocorreram em nenhum outro bloco S. O bloco S4 compartilhou dez espécies com a parcela U referentes a diferentes famílias (Rubiaceae, Lauraceae, Boraginaceae, Myrtaceae, Chrysobalanaceae, Fabaceae, Quiinaceae e Araliaceae). Foi a segunda área menos densa e com maior riqueza (101 spp) por compartilhar espécies, principalmente com a parcela S, mas também com a parcela U. Tal riqueza e variação florística é provavelmente reflexo da elevada heterogeneidade ambiental nesta área, resultante da variação dos fatores ambientais. Este bloco posiciona-se no final da encosta onde encontra-se a parcela U (esta porém localiza-se 200 m à frente), entre os blocos amostrais das parcelas S e U. Características como esta e: o fato de apresentar os dois tipos de classificação do solo (Gleissolo = S e Cambissolo = U); apresentar o maior número de espécies de Fabaceae (família pouco representativa em florestas altomontanas); não apresentar indivíduos de *Pimenta pseudocaryophyllus* (espécie mais representativa na parcela S); apresentar-se em vertente diferente dos outros blocos amostrais da parcela S, nos leva a concluir que esse bloco amostral, apesar de apresentar famílias típicas de áreas altomontanas (Cunoniaceae, Winteraceae, Monimiaceae, Aquifoliaceae, entre outras), é, possivelmente, uma área de transição entre as parcelas S e U. Este bloco, provavelmente, encontra-se exposto à maiores variações ambientais em relação aos demais blocos amostrais, o que causa uma abertura à colonização de diferentes espécies. Souza (2013) e Campos (2008), por exemplo, constataram que a inclinação do terreno, a porcentagem de argila no solo e a concentração de alumínio, fatores estes que diferiram o bloco S4 dos demais, explicaram a variação na riqueza e número de espécies na área.

Estudos na Serra do Mar, em que se encontra um dos maiores remanescentes de Floresta Atlântica do Brasil, confirmam o solo e a topografia como os estratificadores de ambientes mais influentes, principalmente em escala local (RESENDE & REZENDE, 1983; JONES et al., 2011; BALDECK et al., 2013; EISENLOHR et al. 2013; OLIVEIRA-FILHO et al. 2013). Destacamos neste estudo a influência principalmente da topografia, dentre os fatores estudados. Apesar de fatores edáficos não terem explicado diretamente às mudanças

estruturais e florísticas observadas, a variação dos parâmetros por si só podem resultar em diferentes respostas das espécies às essas condições (WRIGHT, 2002; CHANG et al., 2012; CAMPOS, 2008), provavelmente atribuídas a maior plasticidade destas espécies diante dessas condições, sendo uma estratégia para coexistência em escala local (ZHAO et al. 2015). Tendo isso em vista, nota-se que nenhum dos fatores que influenciam as mudanças na vegetação pode ser avaliado de forma isolada, uma vez que todos eles interagem entre si para criar condições diferentes para o desenvolvimento da vegetação local. Gonçalves et al. (2011) destacam a importância de variáveis ambientais serem estudadas em conjunto, ao afirmarem que algumas espécies são sensíveis às variáveis ambientais de forma interativa e, que, conclusões sobre variações das espécies em face às variáveis ambientais só devem ser generalizadas após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana estudada em Cunha apresentou, no geral, características florísticas, estruturais e fisionômicas reconhecidas como indicadoras de florestas nebulares do Sudeste e Sul do Brasil ou mesmo dos Neotrópicos.

As variáveis de solo, isoladamente, mostram características gerais semelhantes entre as duas áreas como baixa fertilidade e elevada acidez no solo. No entanto, nota-se diferenças entre os blocos amostrais da parcela S (altomontana) e entre a parcela S e U (montana), como, por exemplo em relação à granulometria, a parcela altomontana apresentou textura arenosa enquanto a parcela montana apresentou maiores teores de argila e silte (o que não é esperado para uma área declivosa). Entretanto, assim como para a vegetação, as parcelas comportam diferenças em relação aos parâmetros de solo, topografia e serapilheira, o que ocasionou em diferentes fisionomias.

Morais (2016) em sua tese concluiu que a parcela U, também chamada de montana, na verdade trata-se de uma área de transição entre as fitofisionomias montana e altomontana. O autor observou características de fitofisionomia montana mas, por localizar-se em maior altitude e próxima do oceano, a área sofre influência de condições ambientais adversas como a frequente presença de neblina e temperaturas mais baixas, fatores que podem ter ocasionado as mudanças em sua fitofisionomia típica. Foi observado um resultado semelhante no Morro do Cuscuzeiro (BERTONCELLO, 2003), local próximo ao do estudo em questão, no qual o autor observou uma mudança na composição da comunidade arbórea à 1.120 m de altitude, acima da qual a floresta de encosta é discretamente substituída pela floresta nebulosa. As parcelas em Cunha estão localizadas em uma altitude bem semelhante e na Serra do Mar

também, o que confirma as conclusões tiradas neste trabalho e no de Moraes (2016), tratando-se de uma altitude onde ocorre mudanças na composição e estrutura da comunidade da região.

A presença de Florestas Nebulares abaixo da altitude mencionada pela classificação do IBGE (1991, 2012) também foi observada em outros estudos, como na Serra do Mar (Araujo et al., 2005; Bertoncello, 2009) e na Serra de Paranapiacaba (Souza et al., 2006). Proctor et al. (1988) e Bertoncello (2009) explicam que os limites altitudinais nos quais ocorrem essas mudanças na vegetação nas montanhas variam muito e são influenciados pelo tipo de vegetação regional, pela interrelação entre altitude e latitude, pelos diferentes padrões de precipitação e pela influência do tamanho e isolamento da montanha sobre a taxa de diminuição da temperatura com a altitude, conhecido como Efeito *Massenerhebung* (mountain mass elevation effect).

Essas observações nos faz voltar à questão da nomenclatura comentada anteriormente, pois, segundo a classificação do IBGE, a parcela Altomontana (S) seria classificada como Montana. Portanto, apesar da classificação, ainda deve existir um debate a cerca desse sistema adotado e dos limites dos tipos florestais do complexo da Floresta Atlântica (JOLY, et al., 1999), principalmente por serem observados em estudos que essa classificação baseada em faixas altitudinais/latitudinais não é universalmente aplicável em toda a extensão da Floresta Atlântica. São necessários estudos que auxiliem em como classificar e caracterizar essas Florestas Nebulares encontradas abaixo da altitude prevista.

As florestas altomontanas vêm sendo descaracterizados devido à exploração de recursos não madeiráveis, ao turismo desordenado, à extração de plantas ornamentais e medicinais, à caça, à mineração, à construção de estradas e à instalação de torres de telecomunicação (HAMILTON et al., 1995). Outro fator que ameaça esses ecossistemas, e é destacado por vários autores (BRUIJNZEEL, 2000; BERTONCELLO, 2009; STIL et al., 2009) é a possibilidade do aquecimento global elevar o patamar altimétrico de formação de nuvens orográficas e/ou o aumento da evapo-transpiração, levando a uma dupla perturbação no ambiente, relacionada tanto às mudanças no microclima quanto à possibilidade de invasão de espécies de cotas altimétricas inferiores (STILL et al., 1999) que, atualmente, não estão aptas à competição em um ambiente mais frio e frequentemente recoberto por nuvens (BERTONCELLO, 2009). Diante do exposto, destacamos a importância de conhecer melhor essa fisionomia e ampliar o conhecimento da interação entre esses fatores e a vegetação em outras fisionomias da Mata Atlântica (SCHEER & MOCOCHINSKI, 2009; STADTMULLER, 1987).

Estudos mostram diversos padrões em relação à vegetação e as propriedades topográficas ou edáficas do ambiente, porém a maioria desses trabalhos foram realizados para Florestas Estacionais Semidecíduais (MEIRA-NETO, 2005). A presença de duas fitofisionomias encontradas em áreas tão próximas (cerca de 200 m de distância), não corrobora a correlação negativa entre a similaridade florística e distância entre áreas encontrada nos estudos de Scudeller et al. (2001), Carneiro & Valeriano (2003) e Condit et al. (2002), destacando a importância de estudos em diferentes escalas e relacionando diferentes fatores.

Conclui-se então que a heterogeneidade ambiental, associada à declividade do terreno e características edáficas, responde parte das variações na abundância e composição de espécies encontradas. Observamos que ainda são necessários mais estudos que se aprofundem sobre quais outros parâmetros estariam influenciando nos padrões encontrados. Sugerimos estudos detalhados da influência dos fatores aqui encontrados como significativos juntamente com fatores como a orientação (vertente), superfície das áreas, incidência de luminosidade, recepção de ventos e outros fatores relacionados à microclima (CORTINES et al., 2011). Eisenlohr & Oliveira-Filho (2015) também destacam a lacuna na compreensão do efeito da evapotranspiração e presença de neblina na composição florística na Floresta Atlântica, fatores estes que já são reconhecidos por influenciar o clima local e regional em florestas tropicais (EDWARDS et al. 2014).

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, G. H. Caracterização da vegetação arbustivo-arbórea de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- AIBA, S., KITAYAMA, K. & TAKYU, M. Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant ecol.* 174(1):147-161, 2004.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.
- ALVES, L. F., VIEIRA, S. A., SCARANELLO, M. A., CAMARGO, P. B., SANTOS, F. A., JOLY, C. A. & MARTINELLI, L. A. Forest structure and live aboveground biomass

- variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology and Management* 260(5): 679-691, 2010.
- ANDERSON, M. J. PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand 24. 2005.
- ANDERSON, M. J.; ELLINGSEN, K. E. & MCARDLE, B. H. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9(6): 683-693, 2006.
- ANIDO, N. M. R. Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental. 2002. 69p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, F. R. & SHEPHERD, G. J. Variações Estruturais e Florísticas do Carrasco no Planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. *Rev. Brasil. Biol., São Carlos*, v. 59, n. 4, p. 663-678, 1999.
- ARAUJO, C.O., SOUZA, F.M., ARZOLLA, F.A.R.D.P., FRANCO, G.A.D.C., BAITELLO, J.B., TONIATO, M.T.Z., IVANAUSKAS, N.M., AGUIAR, O.T. & CIELO-FILHO, R. 2005. Módulo Biodiversidade: Relatório Vegetação. In Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar (M.C.W. BRITO & L.R.C.N. OLIVEIRA, coords.). Instituto Florestal, São Paulo.
- ARCOVA, F. C. S.; GALVANI, E.; RANZINI, M. & CICCIO, V. de. Ocorrência de nevoeiros em uma microbacia experimental na Serra do Mar, Cunha, SP. *Revista Brasileira de Climatologia*. Ano 12, vol. 18, p. 327 – 348, 2016.
- ARENDS, E.; VILLAQUIRÁN, A.; CALDERÓN, O. Caracterizacion de la vegetacion secundaria en un area talada de la Selva Nublada. *Rev. For. Venez, Merida*, v. 25-26, nº 35 – 36, p. 15 – 22, 1991 – 1992.
- ASSIS, M. A.; PRATA, E. M. B.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; EISENLOHR, P. V.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M.; TAMASHIRO, J. Y.; ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; PICCOLO, M. C.; MARTINS, S. C.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B.; SIMÕES, E.; MARTINELLI, L. A. & JOLY, C. A. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotrop.*, Campinas , v. 11, n. 2, p. 103-121, 2011.

- AUSTIN, M. P. & GREIG-SMITH. The Application of Quantitative Methods to Vegetation Survey: II. Some Methodological Problems of Data from Rain Forest. *J. Ecol.* 56, 827-44, 1968.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. A. 2007. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; HERNANDES, J. I. & SUTILI, F. J. Quantidade de serapilheira e conteúdo de nutrientes em florestas de *Pinus taeda* e floresta nativa, na região dos campos de cima da serra-RS. In: FERTBIO 2000: biodinâmica do solo, 2000, Santa Maria. Resumos expandidos. Santa Maria: SBCS. 2000.
- BALDECK, C. A.; HARMS, K. E.; YAVITT, J. B.; et al. Soil resources and topography shape local tree community structure in tropical forests. *Proceedings of the Royal Society B* 280: 2012-2532, 2013.
- BARICHELLO, L. R.; SCHUMACHER, M. V.; VOGEL, H. L. M. & DALLAGO, J. S. Quantificação dos nutrientes no solo e serapilheira de diferentes estágios sucessionais em um sistema de agricultura. In: REUNIÃO SULBRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2000, Pelotas. Resumos expandidos. Pelotas: SBCS/Núcleo Regional Sul, p. 323-330, 2000.
- BARTON, A.M., FETCHER, N. & REDHEAD, S. The relationship between treefall gap size and light flux in a Neotropical rain forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 5:437-439, 1989.
- BECKER, A.; KÖRNER, C.; BRUN, J.; GUIBAN, A. & TAPPEINER, U. Ecological and land use studies along elevational gradients. *Mt. Res. Dev.* 27(1):58-65, 2007.
- BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N. B. & SANTOS, H. G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. *Revista Brasileira de Botânica* 30:569-577, 2007.
- BENZING, D. H. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge. 1990. 354p.
- BERTONCELLO, R. A vegetação arbórea em um gradiente altitudinal no Morro do Cuscuzeiro, Ubatuba (SP): uma análise florística, fitossociológica e fitogeográfica. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- BERTONCELLO, R.; YAMAMOTO, K.; MEIRELES, L. D. & SHEPHERD, G. J. A phytogeographic analysis of cloud forests and other forest subtypes amidst the Atlantic forests in south and southeast Brazil. *Biodiversity and Conservation* 20:3413-3433, 2011.
- BLUM, C. T. A Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, PR - caracterização florística, fitossociológica e ambiental de um gradiente

- altitudinal. 2006. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BLUM, C. T. & RODERJAN, C. V. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 873 – 875, 2007.
- BOUROTTE, C.; FORTI, M. C.; LUCAS, Y. & MELFI, A. Comparison of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) concentrations in urban and natural forest soils in the Atlantic Forest (São Paulo State). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 81(1): 127-136, 2009.
- BRANCHER, T.; VASCONCELOS S. S.; CAPELA, C. & KATO, O. R. Produção de serapilheira em sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. Anais. Belém, PA: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011.
- BRUIJNZEEL, L.A. & HAMILTON, L.S. Decision Time for Cloud Forests. IHP Humid Tropics Programme Series no. 13, IHP-UNESCO, Paris, IUCN-NL, Amsterdam and WWF International, Gland, 44 p. 2000.
- BRUIJNZEEL, L.A. & PROCTOR, J. Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? In: L.S. Hamilton, J.O. Juvik & F.N. Scatena, eds. *Tropical Montane Cloud Forests. Ecological Studies 110*, Springer Verlag, New York, pp. 38-78, 1995.
- BRUIJNZEEL, L. A. & VENEKLAAS, E. J. Climatic conditions and tropicalmontane forest productivity: the fog has not lifted yet. *Ecology* 79:3–9, 1998.
- CALDEIRA, M. V. W. Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná. 2003. 176 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V. & BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. *Revista Acadêmica*, Curitiba, 5(2), 101-116, 2007.
- CALINSKI, T. & HARABASZ, J. A Dendrite Method for Cluster Analysis, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 3 (1), 1-27, 1974.
- CAMPOS, M. C. R. Relação da composição e estrutura do componente arbóreo com as variáveis microtopográficas e edáficas da Floresta Ombrófila Densa do Núcleo

- Picinguaba/PESM, Ubatuba/SP. Dissertação de Mestrado (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- CARDOSO, E. & SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na estação ecológica do Panga (Uberlândia - MG). *Revista Brasil. Bot.*, V.25, n.3:277 - 289. 2002.
- CARNEIRO, J. S. & VALERIANO, D. M. Padrão espacial da diversidade beta da mata atlântica – uma análise da distribuição da biodiversidade em banco de dados geográficos. In: *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Belo Horizonte. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2003. p. 629-636.
- CARREIRA, R. C. C.; RONDON, J. N. & ZAIDAN, L. B. P. Produção de serapilheira em uma área de cerrado de Mogi Guaçu, SP. Instituto de Botânica, São Paulo. 2006.
- CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. M. & CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Altomontana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19(1):91-109. 2005.
- CARVALHO, W. A.; PANOSO, L. A. & ROSSI, M. Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP (Bacia “D”). Instituto Florestal, Revista, v. 2, n. 2, p. 127-155, 1990.
- CHANG, L.; CHIU, S.; YANG, K.; WANG, H.; HWONG, J. & HSIEH, C. Changes of Plant Communities Classification and Species Composition along the Micro-topography at the Lienhuachih Forest Dynamics Plot in the Central Taiwan. *Taiwania* 57(4): 359–371. 2012.
- CHEN, H. 2016. VennDiagram: Generate High-Resolution Venn and Euler Plots. R package version 1.6.17. <https://CRAN.R-project.org/package=VennDiagram>
- CHUST, G.; CHAVE, J.; CONDIT, R.; AGUILAR, S.; LAO, S. & PÉREZ, R. Determinants and spatial modeling of tree beta – diversity in a tropical forest landscape in Panama. *Journal of Vegetable Science* 17: 83-92, 2006.
- CIELO FILHO, R.; GNERI, M. A. & MARTINS, F. R. Position on slope, disturbance, and tree species coexistence in a Seasonal Semideciduous Forest in SE Brazil. *Plant ecol.* 190(2):189-203, 2007.
- CONDIT, R.; PITMAN, N.; LEIGH JR., E. G.; CHAVE, J.; TERBORGH, J.; FOSTER, R. B.; NÚÑEZ, P.; AGUILAR, S.; VALENCIA, R.; VILLA, G.; MULLER-LANDAU, H. C.; LOSOS, E. & HUBBELL, S. P. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, p. 666-669, 2002.

- CORTINES, E.; PEREIRA, A. L.; SNATOS, P. R. O. do; SANTOS, G. L. & VALCARCEL, R. Vegetação arbórea em vertentes com orientação Norte e Sul na Floresta Montana, Nova Friburgo – RJ. *Floresta e Ambiente*, 18(4): 428 – 437, 2011.
- COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. & LUIZÃO, R. C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understorey herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93: 863-878, 2005.
- DALE, M. R. T. Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge University press, Cambridge, UK, 1999.
- DAVIDAR, P. B.; RAJAGOPAL D.; MOHANDASS, J-P.; PUYRAVAUD, R.; CONDIT, S. J.; WRIGHT, E. G. & LEIGH, J. R. The effect of climatic gradients, topographic variation and species traits on the beta diversity of rain forests trees. *Global Ecology and Biogeography* 16(4): 510-518, 2007.
- DCS Departamento de Ciência do Solo. Glossário Solos do Cerrado. Universidade Federal de Lavras, MG. Disponível em: <http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CGlossario.htm>
- DUFOUR, A.; GADALLAH, F.; WAGNER, H. H.; GUIBAN, A. & BUTTLER, A. Plant species richness and environmental heterogeneity in a mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. *Ecography*, 29(4), 573-584, 2006.
- DUFRÊNE, M & P. LEGENDRE. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366, 1997.
- EDWARDS, D. P., J. A.; TOBIAS, D.; SHEIL, E.; MEIJAARD, & W. F. LAURANCE. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends Ecol. Evol.* 29: 511–520, 2014.
- EISENLOHR, P. V.; ALVES, L. F.; BERNACCI, L. C.; PADGURSCHI, M. C.; TORRES, R. B.; PRATA, E. M. & MARTINS, F. R. Disturbances, elevation, topography and spatial proximity drive vegetation patterns along an altitudinal gradient of a top biodiversity hotspot. *Biodiversity and conservation*, 22(12), 2767-2783, 2013.
- EISENLOHR, P. V. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. Revisiting Patterns of Tree Species Composition and their Driving Forces in the Atlantic Forests of Southeastern Brazil. *Biotropica*, 47(6), 689-701, 2015.
- FACELLI, J.M. & PICKETT, S.T.A. Plant Litter: Light Interception and Effects on an Old-Field Plant Community. *Ecology* 72:1024–1031, 1991.
- FALKENBERG, D. B. Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparatos da Serra Geral (SC/RS), sul do Brasil. 2003. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. 594f.

- FALKENBERG, D.B & VOLTOLINI, J.C. The montane cloud forest in Southern Brazil. In: Tropical montane cloud forest. Hamilton, L.S., Juvik, J.O. & Scatena, F.N. (editors.) Ecological Studies v. 110. Springer-Verlag, New York, 1995. p. 138-149.
- FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. de P.; MATOS, D. C. L. & PEREIRA, J. L. G. Similaridade de espécies arbóreas em função da distância em uma floresta ombrófila na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 6, n. 3, p. 295-306, 2011.
- FIDALGO, O. & BONONI, V.L.R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo, 1984.
- FLORINSKY, I.V.; KURYAKOVA, G.A. Influence of topography on some vegetation cover properties. Catena, Amsterdam, v.27, p.123-141, 1996.
- FRANÇA, G. S. & STEHMANN, J. R. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 27(1): 19-30, 2004.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. Parque Estadual da Serra do Mar: Plano de Manejo - ANEXOS. 220 p. 2006. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/1-Anexos.pdf>. Acesso em: 05/05/14.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. Parque Estadual da Serra do Mar: Plano de Manejo. 430 p. 2008. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/>. Acesso em: 05/05/14.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. <http://www.ambiente.sp.gov.br/parque-serra-do-mar-nucleo-cunha>. Acesso em: 07/05/14.
- FURLAN, A., MONTEIRO R., CESAR, O. & TIMONI J.L. Estudos Florísticos das Matas de Restinga de Picinguaba, SP. Publ. ACIESP 71(3):220-227, 1990.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. & ZAIA, F.C. Biomassa de serapilheira de diferentes coberturas florestais na região norte fluminense. In: FERTBIO 2000 - XXIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas; VIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas; VI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo; III Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 2000, Santa Maria. Biodinâmica do Solo. Santa Maria: UFSM, v. 01. p. 01-04, 2000.
- GANDOLFI, S. História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). 2000. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade de Campinas, 2000, 520 p.

- GARAY, I.; ANDRADE, F.N. & KINDEL, A. Evolução da serapilheira e da fertilidade do solo em região de Mata Atlântica de tabuleiros: de plantios a mata nativa. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA: ambiente e sociedade, 5., 2001. Porto Alegre. Resumos. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, p. 242, 2001.
- GENTRY, A. H. Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forest. In: Churchill, S.P. (org). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceeding of neotropical montane forests biodiversity and conservation simposium. New York: The New York Botanical Garden. P. 103-126, 1995.
- GIRALDO-CAÑAS, D. Variation de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana* 38 : 33-42, 2000.
- GIVNISH, T.J. On the causes of gradients in tropical tree diversity. *J. Ecol.* 87(2):193-210, 1999.
- GOMES, J.A.M.A., BERNACCI, L.C. & JOLY, C.A. Diferenças florísticas e estruturais entre duas cotas altitudinais da Floresta Ombrófila Densa Submontana Atlântica, do Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba/SP, Brasil. *Biota Neotrop.*, 11(2), 2011.
- GONÇALVES, I. D. S.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V. & SOUZA, A. L. D. Influence of soil factors on the floristic variations of a section of Riparian Forest in the River Gualaxo do Norte, Mariana, MG. *Revista Árvore*, 35(6), 1235-1243, 2011.
- GRINNELL, J. The niche relationships of the California thrasher. *Auk*, 34: 427-433. 1917.
- GRYTNES, J. & MCCAIN, C. M. Elevational trends in biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 2007.
- GUEDES-BRUNI, R. R. & LIMA, H.C. Mountain ranges of Rio de Janeiro, South-eastern Brazil. In *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation* (S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton, eds.). WWF/IUCN, Cambridge, v.3, p.376-380, 1997.
- GUERRA, T. N. F.; RODAL, M. J. N.; LINS e SILVA, A. C. B.; ALVES, M.; SILVA, M. A. M. & MENDES, P. G. A. Influence of edge and topography on the vegetation in na Atlantic Forest remnant in northeastern Brazil. *J For Res* 18:200-208, 2013.
- HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. In: HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. & SCATENA, F.N. (eds). *Tropical montane cloud forests*. New York: Springer Verlag, p. 1-23, 1995.
- HARPER, J. L. *Population biology of plants*. Academic Press, New York, 1977.

- HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C. & PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n.1, p. 79 – 90, 2012.
- HOSTETTLER, S. Tropical montane cloud forests: a challenge for conservation. *Bois Et Forêts Des Tropiques* 274.4 : 19-31, 2002.
- HUBBELL, S. P. The united neutral theory of biodiversity and biogeography. Princeton University Press, Princeton, 2001.
- HUBBELL, S. P., 2006. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. *Ecology* 87: 1387-1398.
- HUECK, K. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. São Paulo, Polígono, 466p. 1972.
- IAC, 2014. Solos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solosp/>
- IAC. Informação sobre interpretação de análise de solo. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>
- IBGE, 1991. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Segunda edição revista e ampliada. Série Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro.
- IVANAUSKAS, N. M. Caracterização florística e fisionômica da floresta Atlântica sobre formação Pariquera-Açu, na zona morraria costeira do Estado de São Paulo. Campinas, 1997. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, 1997.
- IVANAUSKAS, N. M.; MIASHIKE, R. L.; GODOY, J. R. L. de; SOUZA F. M. de; Kanashiro, M. M.; MATTOS, I. F. de A.; TONIATO, M. T. Z. & FRANCO, G. A. D. C. A vegetação do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* [online], vol.12, n.1, pp.147-177, 2012.
- JARENKOW, J. A. & WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263 – 272, 2001.
- JOLY, C.A. & MARTINELLI, L.A. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, Estado de São Paulo, Brasil. 3º Relatório do Projeto Temático Biota Gradiente Funcional. Processo Fapesp 03/12595-7, 2008.

- JOLY, C.A., LEITÃO FILHO, H.F. & SILVA, S.M. O patrimônio florístico - The floristic heritage. In Mata Atlântica - atlantic rain forest (i.g. Câmara, coord.). ED. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo, 1991.
- JOLY, C.A., AIDAR, M.P.M. & KLINK, C.A. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51:331-348, 1999.
- JOLY, C. A. Biodiversity and climate change in the Neotropical region. *Biota Neotropica* (Ed. Portuguesa), v. 8, p. 1-2, 2008.
- JOLY, C.A.; ASSIS, M.A.; BERNACCI, L.C.; TAMASHIRO, J.Y; CAMPOS, M.C.R.; GOMES, J.A.M.A.; LACERDA, M.S.; SANTOS, F.A.M.; PEDRONI, F.; PEREIRA, L.S.; PADGURSCHI, M.C.; PRATA, E.M.B.; RAMOS, E.; TORRES, R.B.; ROCHELLE, A.; MARTINS, F.R; ALVES, L.F.; VIEIRA, S.A.; MARTINELLI, L.A.; CAMARGO, P.B.; AIDAR, M.P.M.; EISENLOHR, P.V., SIMÕES, E.; VILLANI, J.P. & BELINELLO, R. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. *Biota Neotrop* . vol.12, nº1, 2012.
- JONES M. M.; SZYSKA, B. & KESSLER, M. Microhabitat partitioning promotes plant diversity in a tropical montane forest. *Global Ecol Biogeogr* 20: 558-569, 2011.
- KAMIMURA, V. A. Estrutura e diversidade da família Lauraceae na Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. 2014. Dissertação de mestrado (Biologia Vegetal), Departamento de Botânica, Universidade Estadual Paulista, Rio claro, 2014. 95 f.
- KINDT, R. & COE, R. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, 2005.
- KITAYAMA, K. Biophysical conditions of the montane cloud forests of Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. In: *Tropical montane cloud forests*. New York: Springer-Verlag, p. 183-197, 1995.
- KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia*, 31: 11-164, 1979.
- KNEITEL, J. M. & CHASE, J. M. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. *Ecology Letters* 7: 69-80, 2004.
- KOEHLER, C. W. Variação estacional da deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa – PR. 1989. Tese (Doutorado) –

- Universidade Federal do Paraná – Programa de Engenharia Florestal no Setor de Ciências Agrárias. 1989.
- KOEHLER, A. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: Aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos na Serra do Mar, PR. 2001. Dissertação de Mestrado, Ciência Florestal, Santa Maria, 79 p, 2001.
- KOEHLER, A.; GALVÃO, F. & LONGHI, S. J. Floresta Ombrófila Densa Altomontana: aspectos florísticos e estruturais de diferentes trechos da Serra do Mar. *Ciência Florestal* 12(2): 27-39, 2002.
- KREBS, C.J. *Ecological Methodology*. 2ed. Harper & Row, Publications. 1989.
- LEGENDRE, P. & GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129(2): 271-280, 2001.
- LEIGH, E. G. Structure and climate in tropical rainforests. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 6. 67-86, 1975.
- LEITÃO-FILHO, H.F.; PAGANO, S.N.; CESAR, O.; TIMONI, J.L. & RUEDA, J.J. *Ecologia da mata atlântica em Cubatão, SP*. EDUNESP/EDUNICAMP, São Paulo. 1993. 86p.
- LIEBERMAN, D., LIEBERMAN, M., PERALTA, R. & HARTSHORN, G.S. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *J. Ecol.* 84(2):137-152, 1996.
- LIMA, H. C. Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro. 2000. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- MAÇANEIRO, J. P. D.; OLIVEIRA, L. Z.; SEUBERT, R. C.; EISENLOHR, P. V. & SCHORN, L. A. More than environmental control at local scales: do spatial processes play an important role in floristic variation in subtropical forests?. *Acta Botanica Brasilica*, 30(2), 183-192, 2016.
- MAECHLER, M.; ROUSSEEUW, P.; STRUYF, A.; HUBERT, M. & HORNIK, K. (2016). *Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions*. R package version 2.0.4.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton. Princeton University Press, 1988.
- MANTOVANI, W. A dinâmica da floresta na encosta atlântica. *Anais do II simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo*. ACIESP, São Paulo, v.1:304-313, 1990.

- MARCON, A. K.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; FERREIRA, T. de S.; MISSIO, F. de F.; SALAMI, B.; ROSA, A. D.; NEGRINI, M.; BENTO, M. A. & BUZZI JÚNIOR, F. 2014. Variação florístico-estrutural em resposta à heterogeneidade ambiental em uma floresta nebulosa em Urubici, Planalto Catarinense. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 42, nº 103, p. 439 – 450, 2014¹.
- MARCON, A. K.; SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; MISSIO, F. de F.; FERREIRA, T. de S.; SALAMI, B.; ROSA, A. D.; BENTO, M. A. & BUZZI JÚNIOR, F. 2014. Similaridade florística das florestas superomontanas no domínio Atlântico, Brasil. *Rev. Árvore* [online]. vol.38, n.5, pp. 787-797, 2014².
- MARTINS, V. S.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L. & MEIRA NETO, J. A. A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Sci. For.* 64(1):172- 181, 2003.
- MARTINS, F. R. Estrutura de uma floresta mesófila. Ed. UNICAMP. CampinasSP, Brasil. 246p, 1991.
- MARTINS, F. R. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual no interior de São Paulo, Parque Estadual do Vaçununga. 1979. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 1979. 547 pp.
- MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos*, ed. Especial, p. 236- 267, 1999.
- MARTIUS, C.; HOFER, H.; GARCIA, M.V.B.; ROMBKE, J. & HANAGARTH, W. Litterfall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. *Nutr.Cycl.Agroecos*, n.68, p.137-154, 2004.
- MEDEIROS, M. C. M. P. Caracterização fitofisionômica e estrutural de áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. 2009. Dissertação (Mestrado), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, SP, 2009.
- MEIRA NETO, J.A.A., MARTINS, F.R. & SOUZA, A.L. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.19, p.473-486, 2005.
- MEIRELES, L. D. Florística das fisionomias vegetacionais e estrutura da Floresta Alto-montana de Monte Verde, Serra da Mantiqueira, MG. 2003 Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade de Campinas. 2003. 100 p.

- MEIRELES, L. D., SHEPHERD, G. J. & KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana na Serra da Mantiqueira, Monte Verde, MG. *Revista Brasil. Bot.* 31: 559-574, 2008.
- MELO, J. T. de; MOURA, V. P. G. & RESCK, V. S. Acúmulo de serapilheira e de nutrientes por *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus comaldulensis* Dehn em área de Cerrado. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba. Floresta para o Desenvolvimento: Política, Ambiente, Tecnologia e Mercado: anais. São Paulo: SBS; [S.l.]: SBEF, 1993. v.1, p.217-220.
- MELO, M. R. F. & MANTOVANI, W. Composição florística e estrutura fitossociológica da mata atlântica de encosta na Ilha do Cardoso (Cananéia, Brasil). *Bol. Inst. Bot.* 9:107-158, 1994.
- MONEDERO, C. & GONZALEZ. Analisis cuantitativo de la estructura arbórea em uma Selva Nublada Tropical Del Ramal Interior de La Cordillera Caribe. Loma de Hierro (Edo. Aragua.). Venezuela. Estructura vertical de La comunidad arbórea. *Acta Biologica Venezuelica*, 15: 29- 39, 1995.
- MENINO, G. C. de O. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta nebulosa na Serra de Ibitipoca, Minas Gerais. 64 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- MONTEIRO, E.A. & FISCH, S.T.V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart. e *B. hatschbachii* Noblick ex A.Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). *Biota Neotrop.* 5(2), 2005.
- MORAIS, R. F. Estrutura, composição e riqueza da comunidade arbórea e relações com variáveis edáficas e topográficas na Floresta Pluvial Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. 2016. Tese (Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal), UNESP Rio Claro, Rio Claro. 2016. 125 p.
- MOREIRA, P. R. & SILVA, O. A. Produção de serapilheira em área florestada. *Rev. Arvore*, Viçosa - MG, v.28, n.1, p.49 - 54, 2004.
- MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 786-792, 2000.
- MORI, S. A.; BOOM, B. M.; CARVALHO, A. M. & SANTO, T. S. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian Wet Forest. ***Biotropica*** 15(1):68-70. 1983.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. Aims and methods for vegetation ecology. J. Wiley & Sons, New York, 1974.

- MURRAY-SMITH, C.; BRUMMITT, N. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BACHMAN, S.; MOAT, J.; LUGHADHA, E. M. N. & LUCAS, E. J. Plant diversity hotspots in the Atlantic coastal forests of Brazil. *Conservation Biology* 23: 151–163. 2009.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845, 2000.
- NATHAN, R. & MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7): 278-285, 2000.
- NEGRELLE, R. R. B. Espécies raras na Floresta Pluvial Atlântica? *Biotemas* 14(2):7-21. 2001.
- ODLAND, A. & BIRKS, H. J. B. The altitudinal gradient of vascular plant richness in Aurland, western Norway. *Ecography* 22(5):548-566, 1999.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E. & WAGNER, H. (2016). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-0. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLIVEIRA, L. L. Interações da estrutura da vegetação com a topografia e solo na Floresta Nacional do Amapá. Tese (Doutorado) - Fundação Universidade Federal do Amapá – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. 105 p, 2012.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. 1994. Effects of soil and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, n.10, p.483-508.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A. & CARVALHO, D. A. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. *Biotropica* 30(3):362-375, 1998.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810, 2000.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; Van den BERG, E., CURI, N. & CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. *Rev. Brasil. Bot.* 27(2):291-309, 2004.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T; BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; EISENLOHR, P. V. & NEVES, D. R. M. Delving into the variations in tree species composition and richness

- across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *Journal of Plant Ecology* 6: 1-23, 2013.
- OLSON, J.S. Energy storage and balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, Durham, v. 44, n. 2, p. 322-331, 1963.
- PADGURSCHI, M.C.G. Composição e estrutura arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana com taquaras na Mata Atlântica. 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- PADGURSCHI, M. C. G.; PEREIRA, L. P.; TAMASHIRO, J. Y. & JOLY, C. A. Composição e similaridade florística entre duas áreas de Floresta Atlântica Montana, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(2). 2011.
- PATRÍCIO, M. C. B.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Erythroxylaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo.* n. 20, p. 53-61, 2002.
- PAVAN, M.A. Alumínio em solos ácidos do Paraná: relação entre o alumínio não-trocável, trocável e solúvel, com o pH, CTC, porcentagem de saturação de Al e matéria orgânica. *R. Bras. Ci. Solo*, 7:39-46, 1983.
- PAZ, H. & MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed mass and seedling performance within eight species of *Psychotria* (Rubiaceae). *Ecology* 84:439-450, 2003.
- PEARMAN, P. B. & WEBER, D. Common species determine richness patterns in biodiversity indicator taxa. *Biological Conservation* 138(1-2): 109-119, 2007.
- PEREIRA-SILVA, E. F. L. Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas. 2004. Monografia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UNICAMP, 2004.
- PERES-NETO, P. R. & LEGENDRE, P. Estimating and controlling for spatial autocorrelation in the study of ecological communities. *Global Ecology and Biogeography* 19: 174-184, 2010.
- PINTO, S. I. do C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F. de & DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.545-556, 2008.
- PIRES-O'BRIEN, M. J. & O'BRIEN, C. M. Ecologia e modelamento de florestas tropicais. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, serviço de informação e documentação, Belém. 1995.
- PORTES, M. C. G. O.; GALVÃO, F. & KOEHLER, A. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana do morro Anhangava, Quatro Barras, PR. *Revista Floresta* 31(1 e 2):22-31, 2001.

- PORTES, M. C. G. O. & GALVÃO, F. A Floresta altomontana do sul do Brasil: considerações climáticas, pedológicas e vegetacionais. *Cadernos da Biodiversidade*, v. 3, n. 1, p. 44-50, 2002.
- PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A. & GALVÃO, F. Variação sazonal da deposição de serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana. *Revista Floresta* 26: 3-10, 1998.
- PROCTOR, J., LEE, Y. F., LANGLEY, A. M., MUNRO, W. R. C. & NELSON, T. Ecological studies on Gunung Silam, a small ultrabasic mountain in Sabah, Malaysia. *J. ecol.* 76(2):320-340, 1988.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.
- RANZINI, M. Modelagem hidrológica de uma microbacia florestada da Serra do Mar, SP, com o modelo TOPMODEL - simulação do comportamento hidrológico em função do corte raso. 2002. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2002. 132 p.
- REJMANÉK, M. The concept of structure in Phytosociology with references to classification of plant communities. *Vegetatio* 35(?):75-81, 1977.
- RENÓ, I. P. Dinâmica temporal e composição florística da comunidade arbórea de Floresta Ombrófila Densa Montana, Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – UNESP Rio Claro, Rio Claro. 2015. 118 p.
- RESENDE, M. & REZENDE, S. B. Levantamentos de solos: uma estratificação de ambientes. *Informe Agropecuário*, v. 9, n. 105, p. 3-25, 1983.
- RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 261-269, maio/jun. 2002.
- RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2.ª Ed. Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997.
- ROCHA, M. R. L. Caracterização fitossociológica e pedológica de uma Floresta Ombrófila Densa altomontana no Parque Estadual Pico do Marumbi Morretes. PR. Tese de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- ROCHELLE, A. L. C. Heterogeneidade ambiental, diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica, 2008. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade de Campinas, 2008.

- RODERJAN, C. V. A Floresta Ombrófila Densa Altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR – Aspectos Climáticos, Pedológicos e Fitossociológicos. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. & HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.
- RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A. & LEITÃO FILHO, H. F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12:71-84, 1989.
- RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. & CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore*, 31(1): 25-35, 2007.
- ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. Relações solo-paisagem em regiões tropicais úmidas: o exemplo da Serra do Mar em São Paulo, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 14, p. 11-23, jun. 2001.
- RUOKOLAINEN, K. & H. TUOMISTO. Beta-Diversity in Tropical Trees. *Science* 297(5586): 1439, 2002.
- SAFFORD, H. D. Brazilian páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 26:693-712, 1999.
- SANCHEZ, M. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea num gradiente altitudinal da Mata Atlântica. 2001. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F. & CUNHA, T. J. F. (Ed.). 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306 p.
- SCHEER, M. B. & MOCOCHINSKI, A. Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de quatro serras no Paraná. *Biota Neotropica* 9: n° 2, 2009.
- SCHEER, M. B., MOCOCHINSKI, A. & RODERJAN, C. V. Estrutura arbórea da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de serras do Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 25: 735-750, 2011.
- SCHUMACHER, M.V. Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaeden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in

- Rio Grande do Sul, Brasilien. 1995. Wien, Austria: Universit r f r Bodenkultur. Tese (Doutorado em Ecologia e Nutrição Florestal) - Universit r f r Bodenkultur. 167f. 1995.
- SCHUMACHER, M. V. Produção de biomassa no corte raso em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze de 27 anos de idade em Quedas do Iguaçu, PR. Ciência Florestal, v.21, n.1, p.53-62, 2011.
- SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A. & MELO, J. M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial e a análise estrutural. In: Manejo Florestal (J. R. S. Scolforo, org.). UFLA/FAEPE, Lavras, p. 189-246, 1998.
- SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L. & SILVA, E. R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. Floresta e Ambiente, v.2, p.1-18, 2012.
- SCUDELLER, V. V.; MARTINS, F. R. & SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. Plant Ecology 152: 185-199, 2001.
- SHAFFER, C. L. Nature reserves: island theory and conservation practice. Smithsonian Institution Press, Washington, 1990.
- SHEPHERD, G.J. 2010. FITOPAC II. Manual do usuário. UNICAMP, Campinas.
- SILVA, A. M. da; RANZINI, M.; GUANDIQUE, M. E. G.; ARCOVA, F. C. S.; DE CICCIO, V. Estudo integrado do processo erosivo numa microbacia experimental localizada no município de Cunha – SP. Geociências, v.24, p.43-53, 2005.
- SILVA, E. D. da; TOZZI, A. M. G. de A. & MEIRELES, L. D. Leguminosae in na altitudinal gradient in the Atlantic Forest of Serra do Mar State Park, São Paulo, Brazil. Biota Neotropica. 16(1). 2016.
- SILVERTOWN, J. Plant coexistence and the niche. Trends in Ecology and Evolution 19: 605-611. 2004.
- SIMAS, F.N.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FERNANDES, E.I.; CHAGAS, A.C. & BRANDÃO, P.C. Chemistry, mineralogy and micropedology of highland soils on crystalline rocks of Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. Geoderma, 125:187-201, 2005.
- SOLLINS P. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: Does soil matter? Ecology 79:23-30, 1998.
- SOS MATA ATLÂNTICA & INPE. 2015. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2013-2014. Relatório técnico. São Paulo.

- SOUZA, A. C. O. Fatores abióticos influenciando a vegetação em Floresta Ombrófila Densa Montana, Parque Estadual da Serra do Mar (Ubatuba - SP, Brasil). 2013. Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônômico. 2013.
- SOUZA, J. S.; ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de & BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG. *Revista Árvore*, v.27, p.185-206, 2003.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2012.
- SOUZA, F.M., FRANCO, G.A.D.C., MATTOS, I.F.A., BAITELLO, J.B., TONIATO, M.T.Z., KANASHIRO, M., IVANAUSKAS, N.M., AGUIAR, O.T., CIELO-FILHO, R., SALINO, A., ROTHER, D.C., ARAUJO, L.S., LIMA, R.A.F., DITTRICH, V.A.O. & SOUZA, V.C. 2006. Módulo Biodiversidade: Vegetação. Relatório integrante do Plano de Manejo do Parque Estadual Carlos Botelho. Instituto Florestal, São Paulo.
- SPOSITO, T. C. & STEHMANN, J. R. Heterogeneidade florística e estrutural de remanescentes florestais da Área de Proteção Ambiental ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul-RMBH), Minas Gerais, Brasil. *Acta bot. bras.* 20(2): 347-362, 2006.
- SRUATEK, M. & KOLBEK, J. Vegetation structure along the altitudinal gradient at the treeline of Mount Paektu, North Korea. *Ecol. Res.* 9(3):303- 310, 1994.
- STADTMÜLLER, T. Cloud Forests in the Humid Tropics: A Bibliographic Review. United Nations University, Tokyo, and CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1987.
- STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P. & KAMINO, L. H. Y. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro. 2009.
- STEVENSON, F.J. Humus chemistry: Genesis, composition and reactions. New York, Wiley, 1982. 443p.
- STIL, C. J., FOSTER, P. N. & SCHNEIDER, S.H. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *NATURE* 398: 608-610, 1999.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M. & BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. Clareiras naturais e riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. *Rev. Brasil. Bio.*, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999.
- TAKYU, M.; AIBA, S. & KITAYAMA, K. Beta-diversity and changes in population structure along topographical gradients on different geological substrates in tropical montane forests on Mount Kinabalu, Borneo. *Sabah Parks Nat. J.* 5(1):165-218, 2002.
- TANNER, E.V.J. Litterfall in montane rainforests of Jamaica and its relation to climate. *The Journal of Ecology*, Oxford, v. 68, p. 833-848, 1980.
- TER BRAAK, C.J.F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69, 69–77, 1987.
- TER STEEGE, H.; SABATIER, D.; CASTELLANOS, H.; VAN ANDEL, T.; DUIVENVOORDEN, J.; de OLIVEIRA, A. A.; EK, R.; LILWAH, R.; MAAS, P. & MORI, S. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana shield. *Journal of Tropical Ecology* 16: 801-828, 2000.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5), 1995.
- THOMAZ, L. D. A mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernando Coutinho ao século 21. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão*. 27:5–20, 2010.
- TIBBETT, M.; VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124 p. 1991.
- TIBBETT, M. Roots, foraging and the exploitation of soil nutrient patches: the role of Mycorrhizal symbiosis. *Functional Ecology* 14(3): 397-399, 2000.
- TOWNSEND C. R.; BEGON M. & HARPER J. P. 2006. *Fundamentos em Ecologia*. Editora ARTMED, Porto Alegre 2ª edição.
- TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K. & YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian Forests. *Science* 299: 241-244, 2003.
- VAN RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285p
- VIBRANS, A. C. & SEVEGNANI, L. Deposição de nutrientes através da queda da serapilheira em dois remanescentes de Floresta Ombrófila Densa em Blumenau-SC. *Revista de Estudos Ambientais*, Blumenau, v. 2, n. 2/3, p. 41-55, 2000.

- VIEIRA, M.; CALDATO, S. L.; ROSA, S. F.; KANIESKI, M. R.; ARALDI, D. B.; SANTOS, S. R.; SCHUMACHER, M. V. Nutrientes na serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaara, RS. *Ciência Florestal*, v.20, n.4, p.611-619, 2010.
- VIEIRA, R.; BLUM, C. T. & RODERJAN, C. V. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana na Serra do Capivari, Campina Grande do Sul, Paraná. *Floresta*, v. 44, n. 4, p. 565–576, 2014.
- VU, V. Q. (2011). ggbiplot: A ggplot2 based biplot. R package version 0.55. <http://github.com/vqv/ggbiplot>
- WARD, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal American Association*, 58: 236 – 244 p, 1963.
- WATZLAWICK, L. F. Análise e estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- WCMC. A global Roots, foraging and the exploitation of soil nutrient patches: the role of Mycorrhizal symbiosis. *Functional Ecology* 14(3): 397-399, 1997.
- WEAVER, P. L.; MEDINA, E.; POOL, D.; DUGGER, K.; GONZALES-LIBOY, J. & CUEVAS, E. Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains in Puerto Rico. *Biotropica* 18:79-85, 1986.
- WEBSTER, G. L. The paronama of Neotropical cloud forests. In: CHURCHILL, S. P.; BALSLEV, H. & LUTEYN, J. L. (Ed). *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests*. New York: The New York Botanical Garden, p. 53 – 77. 1995.
- WHITMORE, T.C. A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestion for further enquiry. In *The ecology of tropical forest tree seedlings* (M.D. Swaine, ed.). Unesco, Paris, p.3-39, 1996.
- WHITTAKER, R. H. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.*, Cambridge, 42: 207-264, 1967.
- WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J. & FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *J. Biogeogr.* 28(4):453-470, 2001.
- WISNIEWSKI, C.; TEMPESTA, P. B. & RODRIGUES, V. M. R. Solos e vegetação em uma topossequência do morro Mãe Catira, alto da Serra da Graciosa, Morretes PR. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 30., Recife, 2005. *Anais...* Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

- WOLF, J.; FRICKER, G.; MEYER, S.; HUBBEL, T.; GILLESPIE, T. & SAATCHI, S. Plant species richness is associated with canopy height and topography in a neotropical forest. *Remote Sensing*, 4:4010-4021, 2012.
- WRIGHT, S. J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia* 130: 1-14. 2002.
- YAMAKURA, T.; KANZAKI, M.; ITOH, A.; OHKUBO, T.; OGINO, K.; CHAI, E. O. K.; LEE, H. S. & ASHTON, P. S. Topography of a largescale research plot established within a tropical rain forest at Lambir, Sarawak. *Tropics* 5(1/2):41-56, 1995.
- ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, K.; MILTNER, A.; MIANO, T. M. & SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralizing of soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, 79:117-161, 1997.
- ZHAO, L.; XIANG, W.; LI, J.; LEI, P.; DENG, X.; FANG, X. & PENG, C. Effects of Topographic and Soil Factors on Woody Species Assembly in a Chinese Subtropical Evergreen Broadleaved Forest. *Forests* 6: 650-669. 2015.

7 – **ANEXO**: Lista florística do trecho de Floresta Ombrófila Densa Altomontana (Parcela S), no Parque Estadual da Serra do Mar, Nucleo Cunha, SP.

FAMÍLIA	ESPÉCIE
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.
Aquifoliaceae	<i>Ilex cf buxifolia</i> Gardner
	<i>Ilex dumosa</i> Reissek
	<i>Ilex microdonta</i> Reissek
	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil
	<i>Ilex pseudobuxus</i> Reissek
	<i>Ilex</i> sp.
	<i>Ilex</i> sp. 2
	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek
Araliaceae	<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin
	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi
Areaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.
Asteraceae	<i>Piptocarpha cf organensis</i> Cabrera

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.
Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i> cf. <i>umbellatus</i> (Sond.) Mattos
Boraginaceae	<i>Cordia silvestris</i> Fresen.
Chrysobalanaceae	<i>Licania hoehnei</i> Pilg.
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i> subsp. <i>parviflora</i> Vesque
	<i>Tovomitopsis paniculata</i> (Spreng.) Planch. & Triana
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.
	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.
	<i>Weinmannia pinnata</i> L.
Cyatheaceae	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.
Erythroxilaceae	<i>Erythroxylum gonocladum</i> (Mart.) O.E.Schulz
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.
	<i>Tetrorchidium parvulum</i> Müll. Arg.
Fabaceae	Fabaceae 1
	Fabaceae 2
	<i>Inga barbata</i> Benth.
	<i>Inga</i> cf <i>lenticellata</i> Benth.
	<i>Inga</i> cf <i>schinifolia</i> Benth.
	<i>Lonchocarpus</i> sp. 1
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel
	<i>Machaerium</i> sp. 2
Lamiaceae	<i>Vitex</i> cf <i>mexiae</i> Moldenke
Lauraceae	<i>Aniba firmula</i> (Ness & Mart.) Mez
	<i>Cinnamomum montanum</i> (Sw.) J.Presl
	<i>Cryptocarya subcorymbosa</i> Mez
	Lauraceae 1
	cf <i>Nectandra</i> sp. 1
	<i>Ocotea</i> cf <i>indecora</i> (Schott) Mez sensu lato

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Ocotea paranapiacabensis</i> Coe – Teixeira
	<i>Ocotea cf teleiandra</i> (Meisn.) Mez
	<i>Ocotea cf vaccinioides</i> (Meisn.) Mez
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Ness & Mart.) Mez
	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez
	<i>Ocotea daphnifolia</i> (Meisn.) Mez
	<i>Ocotea elegans</i> Mez
	<i>Ocotea glauca</i> (Nees & Mart.) Mez
	<i>Ocotea glaziovii</i> Mez
	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez
	<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez
	<i>Ocotea</i> sp. 1
	<i>Ocotea</i> sp. 2
	<i>Ocotea</i> sp. 3
	<i>Ocotea</i> sp. 4
	<i>Ocotea</i> sp. 5
	<i>Ocotea</i> sp. 6
	<i>Persea alba</i> Ness & Mart.
	<i>Persea obovata</i> Nees & Mart.
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp. 1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima cf. ligustrifolia</i>
Melastomataceae	<i>Miconia chartacea</i> Triana
	<i>Miconia tristis</i> Spring
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i> Perkins
	<i>Mollinedia boracensis</i> Peixoto.
	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins

FAMÍLIA	ESPÉCIE
Myrtaceae	<i>Mollinedia pachysandra</i> Perkins
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg
	<i>Calyptranthes</i> cf. <i>concinna</i> DC.
	<i>Calyptranthes</i> cf. <i>solitaria</i> Sobral, Aguiar & Antunes
	<i>Calyptranthes</i> cf. <i>strigipes</i> O. Berg
	<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg
	<i>Calyptranthes</i> sp. 1
	<i>Calyptranthes widgreniana</i> O.Berg
	<i>Eugenia</i> cf. <i>longipedunculata</i> Nied.
	<i>Eugenia</i> cf. <i>pluriflora</i> DC.
	<i>Eugenia</i> cf. <i>subterminalis</i> DC.
	<i>Eugenia nutans</i> O. Berg
	<i>Eugenia oblongata</i> O. Berg
	<i>Eugenia</i> sp. 1
	<i>Eugenia</i> sp. 2
	<i>Eugenia</i> sp. 3
	<i>Eugenia</i> sp. 4
	<i>Eugenia</i> sp. 5
	<i>Eugenia</i> sp. 6
	<i>Eugenia</i> sp. 7
	<i>Eugenia</i> sp. 8
	<i>Marlierea angustifolia</i> (O. Berg) Mattos
	<i>Myrceugenia ovalifolia</i> (O. Berg) Landrum
	<i>Myrcia</i> cf. <i>aethusa</i> (O. Berg) N.Silveira
	<i>Myrcia</i> cf. <i>hartwegiana</i> (O. Berg) Kiaersk.
	<i>Myrcia</i> cf <i>multiflora</i> (Lam.) DC.
	<i>Myrcia</i> cf <i>pulchra</i> (O. Berg) Kiaersk.
	<i>Myrcia</i> cf <i>rupicola</i> D. Legrand
	<i>Myrcia dichrophylla</i> D.Legrand

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.
	<i>Myrcia squamata</i> (Mattos & D. Legrand) Mattos
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.
	<i>Myrciaria</i> sp. 1
	Myrtaceae 1
	<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum
	<i>Psidium</i> cf. <i>longipetiolatum</i> D. Legrand
	<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.
	<i>Siphoneugena</i> cf. <i>densiflora</i> O. Berg
	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz
Ochnaceae	<i>Ouratea parviflora</i> (A.DC.) Baill.
Oleaceae	<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P. S.Green
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.
Penthaphylacaceae	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.
Podocarpaceae	<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch ex Endl.
Primulaceae	<i>Ardisia</i> sp. 1
	<i>Myrsine</i> cf. <i>gardneriana</i> A. DC.
	<i>Myrsine</i> cf. <i>lancifolia</i> Mart.
	<i>Myrsine</i> sp. 1
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.
Quiinaceae	<i>Quiina glaziovii</i> Engl.
Rhamnaceae	Rhamnaceae 1
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.
	<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze
	<i>Palicourea jungiana</i> C. M. Taylor

FAMÍLIA	ESPÉCIE
	<i>Posoqueria</i> cf <i>latifolia</i> (Rudge) Schult.
	<i>Psychotria</i> <i>ararum</i> C.M. Taylor
	<i>Rudgea</i> cf <i>jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.
Sapindaceae	<i>Cupania</i> cf <i>vernalis</i> Cambess.
	<i>Matayba</i> cf <i>guianensis</i> Aubl.
Sapotaceae	cf <i>Chrysophyllum</i> <i>viride</i> Mart. & Eichler.
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> <i>celastrinea</i> Mart.
Theaceae	<i>Laplacea</i> <i>fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i> cf <i>schwackeana</i> Taub.
	<i>Vochysia</i> sp. 1
Winteraceae	<i>Drimys</i> <i>brasiliensis</i> Miers
Indeterminado	Indet.
	Indet. 1